Journal of
Sport Biomechanics

Autumn 2023. Vol 9. Issue 3

Research Paper

Comparison of Biomechanical Models for Roundhouse Kicking in Skilled Martial Arts Students of Taekwondo and Wushu (Sanda)

Meysam Rezaei[1], ***Mahdi Najafian Razavi**[1]

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Rezaei M, Najafian Razavi M. Comparison of Biomechanical Models for Roundhouse Kicking in Skilled Martial Arts Students of Taekwondo and Wushu (Sanda) (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(3):220-232. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.200.3

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.200.3

CC BY NC

Article Info:

Received: 14 Jan. 2024

Accepted: 11 Feb. 2024

Available Online: 11 Feb. 2024

Keywords:

Biomechanical model, Roundhouse Kicking, Taekwondo, Wushu jump

ABSTRACT

Objective Participation in martial arts such as Karate, Taekwondo, Kung Fu, and Wushu has increased recently, and it is possible that determining the difference between performing different kicks in skilled athletes can be of great help to coaches and beginner athletes for better performance and prevention of sports injuries.

Methods Twelve athletes in two fields of Taekwondo and Wushu were divided into groups of six people. A motion analysis device was used to measure the variables of roundhouse kicking with the foot. Paired t-tests were used to analyze the data at a significance level of 0.05 for statistical analysis.

Results Findings showed that there is no significant difference between the duration of the kicking (leg return), the maximum speed of the foot until the moment of kicking, the speed of the foot at the moment of strike, the angle of the knee at the moment of strike, and thigh internal rotation angle ($p>0.05$). However, significant differences were observed in the variables of maximum knee angle in the flexion axis, hip flexion angle at the moment of strike, lateral angle (Y&Z) of the thigh at the moment of strike, the amount of internal rotation of the hip (in terms of angle), the amount of lateral rotation to the outside of the hip, the maximum amount of internal angular changes of the thigh in terms of time, and maximum amount of hip lateral angular changes in terms of time ($p<0.05$).

Conclusion According to the obtained results, it seems that there is a difference between some kinematic variables of rotational kicking in Taekwondo and Wushu disciplines, which is probably due to the type of kicks in Taekwondo and Wushu, as each of these sports probably requires different techniques.

* *Corresponding Author:*
Mahdi Najafian Razavi
Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
Tel: +98 (935) 4481192
E-mail: mnajafian44@yahoo.com

Extended Abstract

1. Introduction

Maintaining a healthy lifestyle is imperative and essential across all age groups (1, 2). People engage in sports programs for various reasons. Interest and participation in artistic sports and martial arts such as Karate, Taekwondo, Kung Fu, and Wushu have significantly increased in recent years. For instance, Birrer (1996) reported that more than 75 million teenagers worldwide are actively involved in at least one combat sport (2). One of the requirements for scoring points in these martial arts involves physical contact between the athlete's body and their opponent's, such as kicking the opponent's body (6, 7). In these sports, the incidence of both minor and severe injuries among athletes is high, emphasizing the necessity of investigating proper technique acquisition from a mechanical standpoint (8, 9). Thus, identifying the factors affecting skill development is crucial for coaches and sports science specialists. Sports biomechanics can significantly enhance athletes' peak performance through movement analysis, and discerning differences in foot kicks among skilled athletes can greatly aid coaches and novice athletes in improving performance and preventing injuries. In this context, one of the most effective methods for measuring the movements of combat sports is using motion analysis devices. Therefore, based on the aforementioned rationale, the aim of this study is to examine differences in the execution of combat kicking techniques among skilled practitioners of Karate, Taekwondo, and Wushu.

2. Methods

The study involved 12 athletes in two disciplines, Taekwondo and Wushu, divided into groups of six participants at an expert level for each discipline and aged above 18 years. The sampling method employed in this research is accessible and practical for the intended purpose. Following the division of subjects into two groups based on their respective sports disciplines, they underwent three main rounds of kicks against a manikin, with a 30-second interval between each round. After each kick, participants provided feedback on their performance, and the best kick according to each participant was recorded after three attempts. To analyze and record the kicks, the laboratory utilized eight motion analysis cameras, calibrated to zero error before capturing the kicks. Following environment calibration, markers were affixed to the subjects' bodies, and all kicking movements were recorded by attaching a light marker to each participant's body. The motion analyzer device was used as the primary tool in this study, exhibiting acceptable validity, stability, and suitability for movement analysis. After data collection via cameras, the best kick from each participant was subjected to analysis, and paired t-tests were conducted to compare kinematic variables between Taekwondo and Wushu athletes. Statistical analysis was performed using SPSS version 21 software with a significance level set at 0.05 (10).

3. Results

Table 1 presents a paired t comparison of the maximum rotational kicking speed of skilled Taekwondo and Wushu (Sanda) athletes. The results of the paired t-test for the maximum rotational kicking speed of skilled Taekwondo and Wushu (Sanda) athletes showed that there was no significant difference in the variables of kick duration, maximum foot speed until the moment of impact, foot speed at the moment of impact, and knee angle at the moment of impact between Wushu (Sanda) and Taekwondo. However, significant differences were found in the variables of maximum knee angle in the flexion, hip flexion angle at the moment of impact, lateral angle (y and z) of the thigh at the moment of impact, amount of internal rotation of the pelvis (in terms of angle), amount of lateral rotation of the pelvis, maximum amount of internal angular changes of the thigh over time, and maximum amount of lateral angular changes of the pelvis over time.

4. Conclusion

The primary reason for the difference in kicks between Wushu and Taekwondo players stems from the specific type of kick required in each discipline. For instance, the higher speed of kicks in Taekwondo

leads to a shorter duration of the kick (back and forth leg) among Taekwondo players (11). Additionally, Taekwondo athletes exhibit higher foot speeds up to the moment of collision compared to Wushu athletes (11). Concerning the lateral angle (z and y) of the thigh at the moment of impact, Wushu athletes tend to hit with greater force to score points, resulting in a smaller angle at the moment of impact and increased leg pressure for a stronger impact (12). Regarding the internal and external rotation of the pelvis (in terms of angle), Wushu athletes demonstrate higher levels of internal rotation due to the requirement for greater impact power (13). Conversely, Taekwondo athletes, not needing to hit as forcefully, exhibit less internal rotation and more external rotation (19). In terms of the maximum amount of internal thigh and lateral hip angular changes over time, the intensity of blows in Wushu compared to Taekwondo, and the higher speed of blows in Taekwondo compared to Wushu, are justified (14). Furthermore, concerning the maximum knee angle in the vertical axis, Wushu athletes typically need to bend their legs more for a stronger impact. As for the knee angle at the moment of impact, which was not significant in this study, it appears that both Taekwondo and Wushu athletes attempt to bend their legs fully at the moment of impact. However, regarding the hip flexion angle at the moment of impact, the potential difference may be attributed to the tendency of Taekwondo players to target higher on the opponent's body (for more points), compared to the lack of emphasis on leg kicks in Taekwondo compared to Wushu (17, 18).

Table 1. Results of the comparison of rotational kicking speed of skilled taekwondo and wushu athletes

		Mean	SD	Levene's test		T test		
				f	Sig.	t	df	Sig.
Duration of the Kicking (leg return)	Wushu	0.98	0.10	1.975	0.19	0.872	10	0.404
	Taekwondo	0.88	0.26					
Maximum speed of the foot until the moment of Kicking	Wushu	12.12	0.92	0.823	0.386	-2.165	10	0.056
	Taekwondo	14.16	2.11					
Speed of the foot at the moment of strike	Wushu	6.52	1.02	3.009	0.113	-0.486	10	0.637
	Taekwondo	6.95	1.88					
Maximum knee angle in the flexion axis	Wushu	96.95	7.17	3.423	0.094	3.083	10	0.012
	Taekwondo	87.02	3.28					
Knee angle at the moment of strike	Wushu	11.97	3.07	1.974	0.19	0.393	10	0.703
	Taekwondo	10.37	2.18					
Hip flexion angle at the moment of strike	Wushu	25.73	2.51	0.029	0.868	-4.768	10	0.001
	Taekwondo	32.55	2.45					
Thigh lateral angle (Y&Z) at the moment of strike	Wushu	25.6	2.55	0.351	0.567	-5.395	10	0.001
	Taekwondo	33.09	2.24					
Hip internal rotation	Wushu	35.47	1.67	4.04	0.072	6.019	10	0.001
	Taekwondo	25.33	3.76					
Hip lateral rotation	Wushu	6.08	0.41	3.95	0.075	4.134	10	0.001
	Taekwondo	11.02	3					
Maximum amount of thigh internal angular changes in terms of time	Wushu	176.36	9.12	1.074	0.324	8.03	10	0.001
	Taekwondo	139.04	6.8					
Maximum amount of hip lateral angular changes in terms of time	Wushu	280.52	11.26	0.035	0.855	5.065	10	0.001
	Taekwondo	247.28	11.46					

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

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

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

مقایسه الگوی بیومکانیکی تکنیک لگدزدن چرخشی هنرجویان ماهر رزمی در رشته‌های تکواندو و ووشو (ساندا)

میثم رضایی[۱]، *مهدی نجفیان رضوی[۱]

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۴ دی ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۲ بهمن ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۲۲ بهمن ۱۴۰۲

کلید واژه‌ها:
الگوی بیومکانیکی، لگدزدن چرخشی، تکواندو، ووشو

چکیده

هدف شرکت در ورزش‌های رزمی مانند کاراته، تکواندو، کونگ فو و ووشو اخیراً افزایش یافته و شاید بتوان با تعیین تفاوت ضربات مختلف در ورزشکاران ماهر، به مربیان و ورزشکاران مبتدی برای عملکرد بهینه و همچنین پیشگیری از آسیب کمک شایانی نمود.

روش‌ها تعداد ۱۲ نفر ورزشکار در ۲ رشته تکواندو و ووشو در گروه‌های ۶ نفره تقسیم شدند. از دستگاه آنالیز حرکت کوالیسیس ۵۰۰ برای اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیک ضربه زدن چرخشی با پا استفاده شد. از آزمون تی زوجی برای تحلیل داده‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ برای تحلیل آماری استفاده شد.

یافته‌ها نتایج تفاوت معنی‌داری بین مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا)، حداکثر سرعت پا تا لحظه برخورد، سرعت پا در لحظه برخورد، زاویه زانو در لحظه برخورد و زاویه چرخش داخلی ران نشان نداد ($p> ۰/۰۵$)، اما تفاوت معنی‌داری در متغیرهای حداکثر زاویه زانو در محور فلکشن، زاویه فلکشن ران در لحظه برخورد، زاویه جانبی (z و y) ران در لحظه برخورد، مقدار چرخش داخلی لگن برحسب زاویه، مقدار چرخش جانبی به بیرون لگن، حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای داخلی ران برحسب زمان و حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای جانبی لگن برحسب زمان نشان داد ($p<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد بین برخی متغیرهای کینماتیکی ضربه زدن چرخشی در رشته‌های تکواندو و ووشو تفاوت وجود دارد که علت این امر احتمالاً به علت نوع ضربات در تکواندو و ووشو باشد، زیرا در هر یک از این ورزش‌ها، احتمالاً ضربات متفاوتی مورد نیاز است.

*نویسنده مسئول:
مهدی نجفیان رضوی
آدرس: گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.
تلفن: ۴۴۸۱۱۹۲ (۹۳۵) ۹۸+
ایمیل: mnajafian44@yahoo.com

مقدمه

رشته‌های هنرهای رزمی مثل تکواندو و ووشو در انزوای نسبی تکامل یافتند و ریشه‌های تکاملی آن‌ها به ترتیب از کره و چین سرچشمه می‌گیرد. هر دو رشته از اصول اساسی مبارزه و دفاع شخصی پیروی می‌کنند. رزمی‌کاران این رشته‌ها معمولاً تفاوت‌های فنی را علت تمایز رشته‌های خود می‌بینند (۱). تکنیک لگدزدن رایج در هر دو این رشته رزمی از نوع لگدزدن چرخشی است این ضربه پیچیده بوده و همچنین پرمصرف‌ترین ضربه در مسابقات است (۲, ۳) و بنابراین ابزاری عالی برای کشف تفاوت‌ها یا شباهت‌های کلیدی بین این دو رشته محبوب هنرهای رزمی فراهم می‌کند. ویژگی مهم دیگر تکنیک لگدزدن چرخشی این است که بسیار سازگار است و تمرین کنندگان را قادر می‌سازد تا تغییرات نسبتاً جزئی در تکنیک ضربه زدن برای هدف قرار دادن ران، بالاتنه و سر در فواصل مختلف را فراهم آورد (۳). از طرفی داشتن سبک زندگی سالم در تمامی گروه‌های سنی ضروری است (۴, ۵). افراد بنا به دلایل مختلف در برنامه‌های ورزشی شرکت می‌کنند. علاقه و شرکت در ورزش‌های هنری و ورزش‌های رزمی مانند کاراته، تکواندو، کونگ‌فو، ووشو در سال‌های گذشته به میزان زیادی افزایش یافته است. برای مثال بیرر[1](۱۹۹۶) عنوان می‌کند بیش از ۷۵ میلیون نفر در رده نوجوانان در سرتاسر جهان، حداقل در یکی از ورزش‌های رزمی حضور فعّال دارند (۵).

ووشو به مجموعه هنرهای رزمی چینی گفته می‌شود که امروزه با نام‌های سی‌ام‌ای نیز شناخته می‌شود و به‌عنوان یکی از گسترده‌ترین رشته‌های رزمی شناخته می‌شود. ووشو به معنای هنر جنگیدن یا هنر رزم و مهارت می‌باشد. قدمت ووشو در کشور چین به زمان‌های بسیار دور و در حدود ۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰ سال پیش بازمی‌گردد و به‌عنوان کهن‌ترین رشته رزمی جهان شناخته می‌شود. ایران از سال ۱۳۷۱ عضو رسمی فدراسیون ووشو می‌باشد و در حال حاضر افراد زیادی به این رشته رزمی علاقه نشان داده‌اند و در این رشته فعالیت می‌کنند.

تکواندو نیز از جمله رشته‌های ورزشی است که در ۱۴۰ کشور جهان به‌صورت حرفه‌ای دنبال می‌شود و ۱۲۰ کشور به‌صورت رسمی در فدراسیون جهانی تکواندو عضو هستند (۶). تکواندو با حدود ۱۲۰– ۷۵ میلیون ورزشکار در بیش از ۱۴۰ کشور، جزء یکی از پرطرفدارترین رشته‌های ورزشی در سراسر جهان است، درعین‌حال با تخمین حدود ۲ تا ۱۴ درصد آسیب برای ورزشکاران مرد نخبه و ۱۰ تا ۲۵ درصد آسیب برای ورزشکاران زن نخبه، از پرآسیب‌ترین رشته‌های ورزشی به شمار می‌رود (۷) که علت اصلی آن شیوه مبارزه آزاد و به‌گونه‌ای است که از دست‌ها و پاهای غیرمسلح برای ضربه زدن و دفاع در برابر حریف استفاده می‌شود. در این ورزش ضربه به سروصورت حریف آزاد است (۱). به علت طبیعت برخوردی بودن ورزش تکواندو و استفاده زیاد از حرکاتی مانند ضربه زدن (بیش از ۸۰ درصد تکنیک‌های مورد استفاده در مسابقات تکواندو از نوع ضربه است)، ساق به ساق شدن و افتادن، میزان شیوع آسیب در این رشتهٔ ورزشی در سطح بالایی است (۶). از شرایط کسب امتیاز در این‌گونه مهارت‌های رزمی، برخورد قسمتی از بدن ورزشکار با بدن فردی دیگر می‌باشد، مانند اصابت ضربات پا و دست به بدن حریف در ورزش‌های رزمی (۸, ۹)؛ اما هر برخوردی در این رشته‌های ورزشی منجر به کسب امتیاز نمی‌شود، هر ضربه با توجه به قانونی که در آن رشته حاکم است و اجرای صحیح آن مهارت، قابلیت کسب امتیاز را خواهد داشت، لذا نحوه صحیح انجام حرکت ضروری است. همچنین به دلیل ماهیت برخوردی (۱۰) این ورزش‌ها شیوع آسیب‌های سطحی و جدی در بین ورزشکاران آن‌ها بالا می‌باشد و این نکته ضرورت بررسی یادگیری صحیح فنون این حوزه را از دیدگاه بیومکانیکی مشخص‌تر می‌کند (۱۰, ۱۱) بنابراین شناسایی فاکتورهای مؤثر در این مهارت‌ها، برای مربیان این رشته‌ها و متخصصان علوم ورزشی حائز اهمیت می‌باشد.

1. Birrer

از طرفی فرض بر این است که هنرجویان رزمی در این رشته‌های مختلف تفاوت‌های تکنیکی دارند که در رشته‌های مربوطه تشخیص داده می‌شود؛ اما این مفهوم در ادبیات علمی مورد بررسی قرار نگرفته است. به‌طور مثال تکنیک لگدزدن به حریف در هر دو رشته تکواندو و ووشو، نوعی لگد چرخشی است که اغلب لگد چرخشی یا پیچشی نامیده می‌شود. این تکنیک لگدزدن پیچیده اغلب برای ضربه زدن در مسابقه مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین ابزاری عالی برای کشف تفاوت‌های اصلی و یا شباهت‌های بین این رشته‌های هنرهای رزمی محبوب محسوب می‌شود (۱۲). ویژگی مهم دیگر تکنیک لگدزدن چرخشی این است که بسیار انطباق‌پذیر است و تمرین کنندگان را قادر می‌سازد که تغییرات نسبتاً جزئی در هدف‌گیری ران، لگن و سر در فاصله‌های مختلف را به وجود بیاورند و یکی از حرکات اصلی این رشته‌ها می‌باشد و سنجیدن نوع تفاوت در حرکت چرخشی پا در افراد مبتدی و ماهر در رشته‌های مختلف می‌تواند در بهبود و پیشرفت افراد در این رشته‌ها مؤثر بوده و از بروز برخی آسیب‌های ناخواسته جلوگیری کند (۱۲).

در سال‌های اخیر با توجّه به پیشرفت‌های علمی در جنبه‌های مختلف ورزشی، توسعه و بهبود سریعی در استانداردهای اجراهای ورزشی و همچنین عملکرد ورزشکاران رخ داده است. از این‌رو بسیاری از کارشناسان و محققان علوم ورزشی را بر آن داشته تا در جستجوی راه‌ها و روش‌هایی برای اصلاح و بهبود تکنیک مهارت‌های ورزشی باشند (۱۳). بیومکانیست‌های ورزشی می‌توانند تأثیر به سزایی در رسیدن به اوج عملکرد ورزشکاران از طریق تجزیه‌وتحلیل حرکتی آنان داشته باشند (۱۴). دستیابی به اوج عملکرد متأثر از عوامل متعددی از جمله ژنتیک، ساختار بدنی، عوامل بیومکانیکی، وضعیت روانی ورزشکاران، شرایط تمرینی و غیره است. هرکدام از این عوامل به‌نوبه خود در دستیابی به این هدف نقش مهمی ایفا کنند. حال با توجّه به عوامل ذکر شده به نظر می‌رسد تعیین تفاوت انجام ضربات پا در ورزشکاران ماهر بتواند کمک شایانی به مربیان و ورزشکاران مبتدی برای عملکرد بهتر و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی کند (۱۵) و همچنین مقایسه ضربات و تکنیک‌ها بتواند در بهبود عملکرد ورزشکاران مؤثر باشد و آن‌ها را به اوج عملکرد در رشته‌های مختلف برساند و به فهم بیشتر تفاوت‌های تکنیکی موجود در بین رشته‌ها کمک کند، در این راستا یکی از راه‌های سنجیدن بهتر حرکات استفاده از دستگاه تجزیه‌وتحلیل حرکتی می‌باشد (۱۶)، لذا با توجّه به توضیحات فوق محقق در مطالعه حاضر بر آن است که تفاوت در عملکرد افراد ماهر در تکنیک لگدزدن چرخشی رزمی‌کاران تکواندو و ووشو تا چه اندازه است؟

روش شناسی

روش تحقیق حاضر از نوع علی- مقایسه‌ای بوده که به‌صورت میدانی انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل ورزشکاران پسر ماهر تکواندو و ووشو استان خراسان رضوی بودند که به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند که شامل ۱۲ نفر ورزشکار در ۲ رشته تکواندو و ووشو بود که در گروه‌های ۶ نفره برای هر رشته جهت شرکت در این تحقیق موافقت کردند (۱۷). معیار ورود به پژوهش این بود که ورزشکاران ماهر باید حداقل ۵ سال آموزش منظم دیده باشند و در سطح بالایی در رتبه‌بندی رشته خود در سطح کشور قرار داشته باشند و در رده سنی بالای ۱۸ سال باشند و معیار خروج داشتن هرگونه نقص یا بیماری یا مشکلی که منجر شود در روز آزمایش فرد نتواند به‌درستی تکنیک لگدزدن چرخشی را اجرا کند و یا در محل مورد آزمایش حضور نیافتن، بود. روش نمونه‌گیری تحقیق حاضر در دسترس و از حیث هدف کاربردی می‌باشد.

در پژوهش حاضر پس از اینکه آزمودنی‌ها با توجّه به رشته ورزشی به ۲ گروه تکواندو و ووشو تقسیم‌بندی شدند، در ۳ تکرار آزمایشی از آنان خواسته شد تا به آدمک ضربه چرخشی پا بزنند تا با چگونگی موقعیّت آشنایی پیدا کنند و برای آزمایش اصلی، در نهایت ۳ ضربه اصلی را به آدمک زدند و در بین هر ضربه ۳۰ ثانیه استراحت کردند. آزمودنی‌های پس از هر ضربه حس خود را نسبت به چگونگی ضربه خود اعلام کرده و در نهایت پس از ۳ ضربه، بهترین ضربه از نظر آزمودنی ثبت شد (۱۲).

برای آنالیز و ثبت ضربات، آزمایشگاه آنالیز حرکت تربیت‌بدنی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد دارای ۸ دوربین آنالیز حرکت بود که قبل از انجام ضربه باید خطای آن‌ها صفر می‌شد (کالیبره کردن دوربین‌ها برای شروع ضربه)، پس از کالیبره کردن محیط، مارکرها روی بدن آزمودنی‌ها نصب می‌شدند. با نصب مارکر نوری به بدن آزمودنی در قسمت پیشانی، شانه‌ها، آرنج، مچ دست، بالا و پایین جناغ سینه، مهره C5، مفصل بالائی ران پا، میانه استخوان ران (داخل و خارج)، مفصل زانو (داخل و خارج)، میانه استخوان ساق پا (داخل و خارج)، قوزک خارجی و داخلی پا، پاشنه و انگشت شصت پا و انگشت کوچک پا تمامی حرکات ضربه زدن را ثبت کرده (۱۷) و با استفاده از داده‌های نرم‌افزاری به تجزیه‌وتحلیل پرداختیم. ابزار این مطالعه دستگاه موشن آنالایزر (هشت دوربینه مدل کوالیسیس ۵۰۰ ساخت کشور سوئد) که همزمان با اتصال به رایانه حرکت‌ها را با دقت بسیار بالایی تجزیه‌وتحلیل می‌کرد، استفاده شد. قابل‌ذکر است که این دستگاه دارای روایی و ثبات قابل‌قبول و مناسب برای آنالیز حرکات بود. پس از جمع‌آوری اطلاعات به‌وسیله دوربین‌ها، به‌وسیله نرم‌افزار QTM که نرم‌افزار تخصصی تجزیه‌وتحلیل در کامپیوتر می‌باشد، بهترین ضربه برای هر فرد جهت تجزیه‌وتحلیل استفاده شد و از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای نرمال بودن داده‌ها و آزمون تی زوجی برای مقایسه کمیت‌های کینماتیکی بین دو نوع ورزشکاران در رشته‌های تکواندو و ووشو استفاده شد. از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ در سطح معناداری ۰/۰۵ برای بررسی و تحلیل داده‌ها استفاده شد (۱۸). پیش از اجرای آزمون، شرکت‌کنندگان برگه رضایت شرکت در پژوهش را تکمیل کردند و به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شده که نام و کلیه اطلاعاتی که از آن‌ها گرفته شده محرمانه باقی خواهد ماند و پس از توضیح کامل تست برای افراد شرکت‌کننده، به آنان این اجازه داده شد که در هر مرحله از پژوهش آزادانه بتواند از مطالعه خارج شوند.

نتایج

در جدول ۱ مشخصات فردی افراد شرکت‌کننده در این مطالعه شامل قد و وزن و شاخص توده بدنی نشان داده شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار قد و وزن و BMI شرکت‌کنندگان رشته تکواندو و ووشو

رشته ورزشی شرکت‌کنندگان	قد (سانتیمتر) انحراف استاندارد± میانگین	وزن (کیلوگرم) انحراف استاندارد± میانگین	BMI (وزن (کیلوگرم)/ قد^{۲} (متر)) میانگین±انحراف استاندارد
تکواندو	۱۷۶/۱۲±۴/۶	۷۱/۹۷±۳/۸۴	۲۳/۲۰±۱/۸۹
ووشو	۱۷۵/۸۱±۵/۰۵	۷۳/۰۲±۴/۰۹	۲۳/۶۲±۲/۰۳

در جدول ۲ نتایج آزمون t مستقل برای حداکثر سرعت لگدزدن چرخشی ورزشکاران ماهر تکواندو و ووشو (ساندا) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در متغیرهای مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا)، حداکثر سرعت پا تا لحظه برخورد، سرعت پا در لحظه برخورد و زاویه زانو در لحظه برخورد در رشته‌های ووشو (ساندا) و تکواندو وجود ندارد اما تفاوت معنی‌داری در متغیرهای حداکثر زاویه زانو در فلکشن، زاویه فلکشن ران در لحظه برخورد، زاویه جانبی (y و z) ران در لحظه برخورد، مقدار چرخش داخلی لگن) برحسب زاویه، مقدار چرخش جانبی به بیرون لگن، حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای داخلی ران برحسب زمان و حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای جانبی لگن برحسب زمان وجود دارد.

1. Qalysis Trackers Manager

جدول ۲. نتایج مقایسه سرعت لگدزدن چرخشی ورزشکاران ماهر رشته‌های تکواندو و ووشو

		میانگین	انحراف معیار	آزمون لون		آزمون t		
				ارزش f	Sig.	ارزش t	df	Sig.
مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا)	ووشو	۰/۹۸	۰/۱۰	۱/۹۷۵	۰/۱۹	۰/۸۷۲	۱۰	۰/۴۰۴
	تکواندو	۰/۸۸	۰/۲۶					
حداکثر سرعت پا تا لحظه برخورد	ووشو	۱۲/۱۲	۰/۹۲	۰/۸۲۳	۰/۳۸۶	-۲/۱۶۵	۱۰	۰/۰۵۶
	تکواندو	۱۴/۱۶	۲/۱۱					
سرعت پا در لحظه برخورد	ووشو	۶/۵۲	۱/۰۲	۳/۰۰۹	۰/۱۱۳	-۰/۴۸۶	۱۰	۰/۶۳۷
	تکواندو	۶/۹۵	۱/۸۸					
حداکثر زاویه زانو در محور عمودی	ووشو	۹۶/۹۵	۷/۱۷	۳/۴۲۳	۰/۰۹۴	۳/۰۸۳	۱۰	۰/۰۱۲
	تکواندو	۸۷/۰۲	۳/۲۸					
زاویه زانو در لحظه برخورد	ووشو	۱۱/۹۷	۳/۰۷	۱/۹۷۴	۰/۱۹	۰/۳۹۳	۱۰	۰/۷۰۳
	تکواندو	۱۰/۳۷	۲/۱۸					
زاویه فلکشن ران در لحظه برخورد	ووشو	۲۵/۷۳	۲/۵۱	۰/۰۲۹	۰/۸۶۸	-۴/۷۶۸	۱۰	۰/۰۰۱
	تکواندو	۳۲/۵۵	۲/۴۵					
زاویه جانبی (y و z) ران در لحظه برخورد	ووشو	۲۵/۶	۲/۵۵	۰/۳۵۱	۰/۵۶۷	-۵/۳۹۵	۱۰	۰/۰۰۱
	تکواندو	۳۳/۰۹	۲/۲۴					
مقدار چرخش داخلی لگن برحسب زاویه	ووشو	۳۵/۴۷	۱/۶۷	۴/۰۴	۰/۰۷۲	۶/۰۱۹	۱۰	۰/۰۰۱
	تکواندو	۲۵/۳۳	۳/۷۶					
مقدار چرخش جانبی به بیرون لگن	ووشو	۶/۰۸	۰/۴۱	۳/۹۵	۰/۰۷۵	۴/۱۳۴	۱۰	۰/۰۰۱
	تکواندو	۱۱/۰۲	۳					
حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای داخلی ران برحسب زمان	ووشو	۱۷۶/۳۶	۹/۱۲	۱/۰۷۴	۰/۳۲۴	۸/۰۳	۱۰	۰/۰۰۱
	تکواندو	۱۳۹/۰۴	۶/۸					
حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای جانبی لگن برحسب زمان	ووشو	۲۸۰/۵۲	۱۱/۲۶	۰/۰۳۵	۰/۸۵۵	۵/۰۶۵	۱۰	۰/۰۰۱
	تکواندو	۲۴۷/۲۸	۱۱/۴۶					

بحث

هدف از مطالعه حاضر مقایسه الگوی بیومکانیکی تکنیک لگدزدن چرخشی هنرجویان ماهر رزمی در رشته‌های تکواندو و ووشو (ساندا) بود که نتایج مطالعه تفاوت معنی‌داری در متغیرهای مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا)، حداکثر سرعت پا تا لحظه برخورد، سرعت پا در لحظه برخورد، زاویه زانو در لحظه برخورد و زاویه چرخش داخلی ران در رشته‌های ووشو (ساندا) و تکواندو نشان نداد، اما تفاوت معنی‌داری در متغیرهای حداکثر زاویه زانو در محور فلکشن، زاویه فلکشن ران در لحظه برخورد، زاویه جانبی (y و z) ران در لحظه برخورد، مقدار چرخش داخلی لگن (برحسب زاویه)، مقدار چرخش جانبی به بیرون لگن، حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای داخلی ران برحسب زمان و حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای جانبی لگن برحسب زمان را نشان داد.

در خصوص متغیرهای مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا)، حداکثر سرعت پا تا لحظه برخورد و سرعت پا در لحظه برخورد (سه متغیر اول در جدول) علی‌رغم اینکه این سه متغیر به لحاظ مقایسه آماری معنی‌دار نشده‌اند اما با نگاهی به جدول و مقایسه این سه متغیر در دو رشته تکواندو و ووشو متوجه می‌شویم که مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا) در ووشو (ساندا) نسبت به تکواندو اندکی بیشتر

است که علت این امر را می‌توان احتمالاً در متغیر حداکثر زاویه زانو در محور عمودی است جستجو کرد، زیرا همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود قبل از ضربه ووشوکاران پای خود را بیشتر از مفصل زانو نسبت به تکواندوکاران خم می‌کنند که این امر طبیعتاً موجب زمان طولانی‌تری در مدت‌زمان ضربه (رفت‌وبرگشت پا) می‌شود (۱۹)، از طرفی دیگر در متغیر حداکثر سرعت پا تا لحظه برخورد با توجه به عدم معنی‌داری، نشان‌دهنده سرعت پای بیشتر در تکواندوکاران است زیرا زمان ضربه کمتری نسبت به ووشوکاران در جدول دارند زیرا همان‌طور که قبلاً هم بیان شد قبل از ضربه پا را کمتر خم می‌کنند که موجب طی مسافت کمتر و زمان رفت‌وبرگشت کوتاه‌تر و طبیعتاً سرعت بیشتر می‌شود (۱۹). در متغیر سرعت پا در لحظه برخورد نیز بااینکه تفاوت معنی‌دار نیست اما تفاوت به مقدار کمی به نفع تکواندوکاران است که احتمالاً به‌این‌علت است که پا را کمتر باز می‌کنند و فقط نیاز به ضربات سریع دارند، لذا در لحظه برخورد پای آن‌ها سرعت بیشتری نسبت به ووشوکاران دارد (۱۲)، زیرا در ووشوکاران فاکتور قدرت در ضربه مهم است و اگر ضربه قدرت کمی داشته باشد، امتیاز کسب نمی‌کنند (۱۵).

در خصوص متغیر حداکثر زاویه زانو در محور عمودی به نظر می‌رسد با توجه به اینکه در ووشو ضربات باید با برخورد محکم و صدای بیشتر منجر به امتیاز شود لذا احتمالاً هنگام فلکشن زانو در ووشو بایستی پا بیشتر خم شود تا بتواند تولید نیروی بیشتری کند و ضربه محکم‌تری زده شود، درصورتی‌که در تکواندو نیاز به ضربه خیلی شدید برای کسب امتیاز نمی‌باشد و فقط باید به منطقه خاصی از بدن حریف برای کسب امتیاز ضربه زده شود (۳)، همچنین در خصوص زاویه زانو در لحظه برخورد غیر معنی‌دار بودن نتایج احتمالاً ممکن است به دلیل این باشد که در هر دو رشته تکواندو و ووشو ورزشکاران هنگام ضربه سعی می‌کنند پا (زانو) را تا آخر باز کنند تا به حریف برخورد کند (۳)، لذا به نظر می‌رسد که علت عدم تفاوت همین باشد. در مورد زاویه فلکشن ران در لحظه برخورد با توجه به اینکه در ووشو (ساندا) ضربات به بالای زانو امتیاز دارد ولی در تکواندو ضربات کمر به بالا امتیاز دارد و هرچه ضربه به قسمت‌های بالاتر (سر) برخورد کند امتیاز بیشتری دارد (۲۰, ۲۱)، لذا به نظر می‌رسد که تکواندوکاران تمایل بیشتری به ضربه زدن به نواحی بالاتر بدن نسبت به ووشوکاران دارند (۱۳, ۲۲)، بنابراین تکواندوکاران تمایل به باز کردن بیشتر پا برای ضربه زدن به نقاط بالاتر در بدن حریف دارند که این نتایج با نتایج مطالعه لی و همکاران (۲۰۰۵) نیز همخوان است.

در مورد زاویه جانبی (y و z) ران در لحظه برخورد نیز تفاوت معنی‌داری وجود دارد که این نتایج با نتایج مطالعه گاواگان و سایرز[1] (۲۰۱۷) هم‌خوان است و علت تفاوت نیز به نظر می‌رسد با توجه به اینکه این زاویه در ساناداکاران کمتر است احتمالاً به علت نیاز به‌شدت ضربه بیشتر در ووشوکاران نسبت به تکواندوکاران برای کسب امتیاز باشد (۱۲).

در خصوص مقدار چرخش داخلی لگن (برحسب زاویه) و مقدار چرخش جانبی به بیرون لگن باید در نظر داشت که چرخش داخلی بیشتر لگن در ووشوکاران نسبت به تکواندوکاران احتمالاً به علت نیاز به قدرت بیشتر در ضربه زدن برای کسب امتیاز باشد که این نتایج با نتایج مطالعه گراها و پنگستو[2](۲۰۲۳) همخوان است (۱۵)، درحالی‌که تکواندوکاران به علت عدم نیاز به‌شدت بسیار زیاد ضربه چرخش داخلی کمتری به لگن خود هنگام ضربه دارند (۱۲) و از طرف دیگر قبل از ضربه و هنگام چرخش به بیرون به‌صورت طبیعی چرخش به بیرون لگن در ووشوکاران کمتر است (چون چرخش به داخل در آن‌ها بیشتر است و میزان چرخش لگن محدود است) و تکواندوکاران چون چرخش به داخل کمتری دارند، لذا احتمالاً چرخش به خارج آن‌ها بیشتر است (۱۷).

1. Gavagan, and Sayers
2. Pangestu and Graha

در متغیر حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای داخلی ران برحسب زمان، همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد تکواندوکاران بیشتر باید ضربات سریع بزنند ولی نیاز به ضربات با شدت برخورد زیاد با حریف ندارند (۲۳) ولی در ساندا با توجه به اینکه برای کسب امتیاز حتماً باید ضربه شدت نسبتاً زیادی داشته باشد، لذا احتمالاً تکواندوکاران سعی می‌کنند هنگام ضربه پا را سریع‌تر به حریف برسانند (۱۲)، ولی در عوض ووشوکاران کمی سرعتشان کمتر است و روی قدرت بیشتر در ضربه برای کسب امتیاز تمرکز می‌کنند (۱۵) و در حداکثر میزان تغییرات زاویه‌ای جانبی لگن برحسب زمان با توجه به ضربات قوی‌تر در ووشو نسبت به تکواندو (۱۵) جهت کسب قطعی امتیاز، نیاز است تا ووشوکاران قبل از ضربه پا را به عقب‌تر ببرند (دورخیز بیشتر پا برای ضربه محکم‌تر) تا بتوانند ضربه شدیدتری به حریف برای کسب امتیاز بزنند، یعنی هم ران را قبل از ضربه به عقب‌تر می‌برند و هم زانو را نسبت به تکواندوکاران بیشتر خم می‌کنند (۳).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت در اکثر متغیرهای کینماتیکی ضربه لگدزدن چرخشی بین دو رشته تکواندو و ووشو تفاوت وجود دارد که این تفاوت احتمالاً به علت نوع ضربات در تکواندو و ووشو باشد، زیرا احتمالاً ضربات متفاوتی در هر یک از رشته‌های بررسی شده مورد نیاز است. در ووشو نیاز به ضربات با قدرت بیشتر جهت کسب امتیاز است درصورتی‌که در تکواندو فقط نیاز به ضربات سریع جهت برخورد به نقاط خاصی از لباس حریف که دارای سنسورهای حساس به ضربه برای کسب امتیاز است و نیازی به ضربات با شدت خیلی زیاد مثل ضربات ووشو نیست.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی به‌طور کامل در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند در صورت تمایل از پژوهش خارج شوند همچنین همه شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند و اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Zetaruk M. Injuries in martial arts: a comparison of five sty. 2005. [DOI:10.1136/bjsm.2003.010322] [PMID]

2. Boey LW, Xie W, editors. Experimental investigation of turning kick performance of Singapore National Taekwondo players. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2016.

3. Falco C, Alvarez O, Castillo I, Estevan I, Martos J, Mugarra F, et al. Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. 2009;42(3):242-8. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2008.10.041] [PMID]

4. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. 1995;273(5):402-7. [DOI:10.1001/jama.1995.03520290054029] [PMID]

5. Birrer RBJTAJoSM. Trauma epidemiology in the martial arts: the results of an eighteen-year international survey. 1996;24(6_suppl):S72-S9. [DOI:10.1177/036354659602406S21]

6. Kazemi M, Waalen J, Morgan C, White ARJJoss, medicine. A profile of Olympic taekwondo competitors. 2006;5(CSSI):114.

7. Altarriba-Bartes A, Drobnic F, Til L, Malliaropoulos N, Montoro JB, Irurtia AJBo. Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: two Olympic periods cross-sectional retrospective study. 2014;4(2):e004605. [DOI:10.1136/bmjopen-2013-004605] [PMID]

8. Pędzich W, Mastalerz A, Urbanik CJAoB, Biomechanics. The comparison of the dynamics of selected leg strokes in taekwondo WTF. 2006;8(1):83-90.

9. Nunome H, Georgakis A, Shinkai H, Suito H, Tsujimoto N, Ikegami YJJoB. Impact phase kinematics of side-foot and instep soccer kick. 2007;40(2):S214. [DOI:10.1016/S0021-9290(07)70210-5]

10. Boroushak N, Anbarian MJJoPS, Rehabilitation. A Comparison of Time to Peak Torque and Acceleration Time in Elite Karate Athletes. 2015;4(2):69-75.

11. Rahimi M, Halabchi F, GHasemi G, Zolaktaf VJS, Sciences-JAUMS RJoAUoM. Prevalence of Karate injuries in professional karate ka in Isfahan. 2009;7(3):201-7.

12. Gavagan CJ, Sayers MGJPo. A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. 2017;12(8):e0182645. [DOI:10.1371/journal.pone.0182645] [PMID]

13. O'Sullivan D, Chung C, Lee K, Kim E, Kang S, Kim T, et al. Measurement and comparison of Taekwondo and Yongmudo turning kick impact force for two target heights. 2009;8(CSSI3):13.

14. Razavi MN. The Comparison of Gait Kinematics in Over-Weight and Normal-Weight People across Age Groups. 2022;10;8(3):214-30.

15. Pangestu SD, Graha AS. Risk Factors of Roundhouse Kick Wushu Injury: Systematic Review and Meta-Analysis.

16. Miziara IM, da Silva BG, Marques IA, de Sá AAR, Oliveira IM, Pereira AA, et al. Analysis of the biomechanical parameters of high-performance of the roundhouse kicks in Taekwondo athletes. 2019;35:193-201. [DOI:10.1007/s42600-019-00022-1]

17. Chang W-G, Lin K-Y, Chu M-Y, Chow T-HJJoSS, Medicine. Differences in Pivot Leg Kinematics and Electromyography Activation in Various Round House Kicking Heights. 2021;20(3):457. [DOI:10.52082/jssm.2021.457] [PMID]

18. Kejonen P, Kauranen KJP. Reliability and validity of standing balance measurements with a motion analysis system. 2002;88(1):25-32. [DOI:10.1016/S0031-9406(05)60526-3]

19. Kim YK, Kim YH, Im SJJJoss, medicine. Inter-joint coordination in producing kicking velocity of Taekwondo kicks. 2011;10(1):31.

20. Li Y, Yan F, Zeng Y, Wang G, editors. Biomechanical analysis on roundhouse kick in taekwondo. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2005.

21. Lee K, editor The effect of target height on kinematics of round kick in taekwondo and hapkido. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2001.

22. Estevan I, Alvarez O, Falco C, Molina-García J, Castillo IJTJoS, Research C. Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in taekwondo. 2011;25(10):2851-6. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318207ef72] [PMID]

23. Hsieh A, Huang C-F, Huang CC, editors. The biomechanical analysis of roundhouse kick in taekwondo. ISBS-Conference Proceedings Archive; 2012.