

## Research Paper

## The Effect of a Course of Up-cholugi and Yup-chagi Exercises on the Kinematic Indices of the Knee and the Incidence of Bow-leggedness (Genu Varum) in Professional Taekwondo Practitioners

Taher Kashefi<sup>1</sup>, \*Abdolrasoul Daneshjoo<sup>1</sup>, Seyed Kazem Mousavi Sadati<sup>1</sup>

1. Department of Physical Education and Sport Science, Faculty of Humanities, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.



**Citation:** Kashefi T, Daneshjoo A, Mousavi Sadati SK. [The Effect of a Course of Up-cholugi and Yup-chagi Exercises on the Kinematic Indices of the Knee and the Incidence of Bow-leggedness (Genu Varum) in Professional Taekwondo Practitioners (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 6(4):214-225. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.3.1>

**doi** <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.3.1>



## Article Info:

Received: 06 Aug 2020

Accepted: 10 Nov 2020

Available Online: 01 Mar 2021

## Keywords:

Ap-cholugi technique, Yup-chagi technique, Taekwondo, Genu varum

## ABSTRACT

**Objective** Knee brace is one of the lower limb abnormalities. This study aimed to investigate the effect of knee kinematical parameters on the development of knee Genu Varum.

**Methods** This study's statistical sample was 32 taekwondo practitioners with red and black belts of sports clubs in the northeast of Tehran, determined using G-Power software and in two groups of 16 people in terms of gender, age, and membership in the field. The 8-week training intervention, which included 3 session of 1-hour training sessions emphasizing performing the techniques of up-cholugi and yup-chaggi, was performed for the experimental group. The control group did not have any specific activity during this period. Knee kinematic indices include naval drop size tests, tibial torsion, Q angle, androgen enterogen, internal and external hip rotation, and knee hyperextension in the two groups of healthy and injured in pre and posttest was evaluated. The data were statistically analyzed using descriptive analysis using t-test and SPSS V. 23 software.

**Results** According to the study results, a significant positive relationship was observed between the variables of the selected technique of up-chology and the technique of up-chugi on the incidence of knee Genu Varum. Also, there was a significant difference between the indices of naval drop ( $P=0.003$ ), torsion ( $P=0.006$ ), Q angle ( $P=0.005$ ) and knee hyperextension ( $P=0.001$ ) in pre-test to post-test results.

**Conclusion** The selected exercises have increased the distance between the knees and functional disorders. Because the braced knee may play a role in influencing athletes' negative performance and injury in training and competition, it is necessary to consider it in studies related to the prevention of potential injuries.

## Extended Abstract

## 1. Introduction

Improper distribution of forces may cause abnormal movement, resulting in additional load on the foot tissues. It causes soft tissue damage and muscle dysfunction [1]. As the most modern martial art, Taekwondo combines the

most accurate, scientific, most assertive, and fastest techniques among the traditional martial arts [2]. Excessive use of Yup-Chagi and Ap-Chagi kicks, asymmetric footwork, weight transfer on one leg (mainly on the non-dominant leg, such as left foot in individuals with only one dominant leg), and using this posture during exercise and on the contest area exacerbate the risk of developing a bow-leggedness complication [6].

## \* Corresponding Author:

Abdolrasoul Daneshjoo, PhD.

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

Tel: +98 (21) 33585909

E-mail: phdanesh@yahoo.com

Adi et al. (2016) stated that Dollyo Chagi and Ap-Chulugi exercises significantly improve the functional status of the bow-leggedness and functional instability of the lower limb among females taekwondo practitioners [7]. Malek-oghloo et al. (2019) acknowledged a high correlation between the incidence of bow-leggedness complication and the amount of participation in exercises with weight transfer on one leg and along and deviation of the knee from its normal position [8].

Studying and recognizing the ambiguous biomechanical aspects of performing movements and diagnosing the causes of injuries can, in addition to preventing their occurrence, help to improve the professional performance of taekwondo practitioners [12]. On the other hand, due to the limited studies on lower limb injuries and their relationship with knee kinematic parameters in professional taekwondo practitioners, the exact effect of taekwondo training on the incidence of bow-leggedness is still unknown. Therefore, this study tried to investigate the effect of eight weeks of Ap-Chulugi and Yup-Chagi exercises on the prevalence of bow-leggedness and changes in the knee's kinematic parameters in professional males taekwondo practitioners.

## 2. Methods

A total of 32 taekwondo practitioners from different sports clubs in the northeastern part of Tehran city were selected as a statistical sample using G\*Power software and were divided into "experimental" (16 people) and "control" (16 people) groups. According to gender, age, and membership in a homogeneous sport, these individuals were selected as subjects of this study. The experimental group performed predetermined exercises for eight weeks (3 one-hour sessions per week). At the end of eight weeks of exercise, the bow-leggedness incidence in the subjects was measured again. The control group did not perform any training dur-

ing these eight weeks; only in the pretest and posttest, after warming up under instructors' supervision, they were asked to perform the movements.

The training protocol of the experimental group consisted of eight weeks of Ap-chulugi and Yup-chagi exercises. The subjects practiced these two basic taekwondo techniques three times a week for 50 minutes. In each training session, 15 minutes were devoted to warming up and 5 minutes to cooling down. The control group did not have any specific activity during this period. Knee kinematic indices, including Navicular Drop Test (NDT), tibial torsion, Q angle, entrogen, internal and external hip rotation, and knee hyperextension, were tested in experimental and control groups in pretest and posttest. After descriptive analysis, the data were statistically analyzed using an independent t-test and SPSS V. 23 software.

## 3. Results

The results of the Kolmogorov-Smirnov test indicated the normal distribution of research data (Table 1).

## 4. Discussion and Conclusion

Analysis of the data in this study indicated that eight weeks of exercise in selective techniques of Ap-Chulugi and Yup-Chagi had a significant effect on the incidence of bow-leggedness in professional male taekwondo practitioners (Table 1). The results of comparing the data obtained from pretest to posttest regarding the effect of a period of Ap-Chulugi exercises on the development of bow-leggedness complication in taekwondo practitioners confirmed that the result of this study was consistent with the research of Adi et al. (2016), which revealed that six weeks of Ap-Chulugi training had a significant effect on the incidence of bow-leggedness complication.

**Table 1.** Independent t-test results and knee kinematic indices

Variables	Mean±SD		T-test	Sig.
	Experimental Group	Control Group		
Navicular drop (cm)	11.86±2.68	9.93±2.03	2.854	0.003*
Tibial torsion (degrees)	13.22±4.11	16.11±6.72	-3.410	0.671
Q angle (degrees)	15.65±3.31	15.96±3.42	-6.210	0.041*
Entrogen angle (degrees)	16.29±3.98	14.32±4.47	0.780	0.512
Internal and external hip rotation (degrees)	31.24±4.41	29.40±3.62	0.952	0.005*
Knee hyperextension (degrees)	9.54±2.93	8.49±3.06	1.421	0.032*

\*P<0.05.

In their study, Yu et al. (2016) examined 12 weeks of Bandae-Dollyo-Chagi and Yup-Chagi exercises on the prevalence of bow-leggedness complications in taekwondo practitioners and concluded that Yup-Chagi exercises had a significant effect on the development of bow-leggedness complication on taekwondo practitioners. The results of their research were consistent with this research. The results of this study revealed that eight weeks of practicing the selected technique of Yup-Chagi also had a significant effect on the incidence of bow-leggedness complications in professional male taekwondo practitioners. The results of this study were consistent with the research of Adi et al. (2016), Schultz et al. (2008), and Yu et al. (2016), who reported that Bandae-Dollyo-Chagi and Yup-Chagi exercises were effective in causing bow-leggedness complication in taekwondo practitioners.

In general, the results of this study confirmed that bow-leggedness complication as an essential variable might be practical on the negative performance of athletes and their injuries during exercise and competitions. Therefore, it seems necessary to pay attention to this issue in studies related to preventing possible injuries.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are 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 and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

### Funding

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

### Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

# تأثیر یک دوره تمرینات آپ چولوگی و یوپ چاگی بر شاخص‌های کینماتیکی زانو و بروز زانوی پرنانزی در تکواندوکاران حرفه‌ای

طاهر کاشفی<sup>۱</sup>، عبدالرسول دانشجو<sup>۱</sup>، سید کاظم موسوی ساداتی<sup>۱</sup>

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاداسلامی، تهران، ایران.

## حکیده

**هدف:** زانوی پرنانزی یکی از ناهنجاری‌های اندام تحتانی است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر یک دوره تمرینات تکواندو بر شاخص‌های کینماتیک زانو و ایجاد عارضه زانوی پرنانزی بود.

**روش‌ها:** نمونه آماری این پژوهش ۳۲ نفر از تکواندوکاران دارای کمربند قرمز و مشکی شمال شرق تهران بودند که به کمک نرم‌افزار جی پاور در قالب دو گروه شانزده نفری از نظر جنسیت، سن و عضو در رشته ورزشی همگن شدند و به عنوان آزمودنی‌های این پژوهش انتخاب شدند. مداخله هشت‌هفته‌ای تمرینات که شامل سه جلسه تمرین یک‌ساعته با تأکید بر اجرای تکنیک‌های آپ چولوگی و یوپ چاگی بود برای گروه آزمایش اجرا شد، گروه کنترل فعالیت خاصی در این مدت نداشتند. شاخص‌های کینماتیک زانو شامل آزمون‌های اندازه افت ناوی، پیچش درشت‌نی، زاویه Q، زاویه آنتروژن، چرخش داخلی و خارجی ران و هایپراکستنشن زانوی آزمودنی‌ها در دو گروه آزمایش و کنترل در قالب پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارزیابی شد. داده‌ها پس از بررسی توصیفی با استفاده از آزمون تی مستقل و از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل آماری شد.

**یافته‌ها:** با توجه به نتایج پژوهش، ارتباط معناداری بین هشت هفته تمرینات تکنیک انتخابی آپ چولوگی و همچنین تکنیک یوپ چاگی بر ایجاد عارضه زانوی پرنانزی مشاهده شد. همچنین برای شاخص‌های افت ناوی ( $P=0/003$ )، پیچش درشت‌نی ( $P=0/006$ )، زاویه Q ( $P=0/005$ ) و هایپراکستنشن زانو ( $P=0/001$ ) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نتایج تفاوت معناداری را نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** می‌توان گفت که تمرینات منتخب باعث افزایش فاصله بین زانوها و اختلالات عملکردی شده است. از آنجا که زانوی پرنانزی ممکن است متغیر اثرگذار روی عملکرد منفی ورزشکاران و آسیب‌دیدگی آنان در تمرینات و مسابقات باشد، در نظر قرار دادن مطالعات مرتبط با پیشگیری از آسیب‌های احتمالی ضروری به نظر می‌رسد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۶ مرداد ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۲۰ آبان ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۱ اسفند ۱۳۹۹

## کلیدواژه‌ها:

تکنیک آپ چولوگی،  
تکنیک یوپ چاگی،  
تکواندو، زانوی پرنانزی

## مقدمه

(یوپ چاگی) و ضربه با سینه پا (آپ چاگی) سه حرکت اساسی و مادر در هنرهای رزمی و به‌خصوص تکواندو هستند. در این میان یوپ چاگی به دلیل تجمع قدرت، سرعت، دقت و نیز زیبایی اجرا به عنوان سمبل تکواندو مطرح است و اجرای صحیح آن نشانه میزان مهارت فرد بر هنر رزمی تکواندو است [۴، ۳]. از سوی دیگر ورزش تکواندو با حدود ۷۷ میلیون ورزشکار در بیش از ۱۴۰ کشور جزو یکی از پرطرفدارترین رشته‌های ورزشی در سراسر جهان است؛ در عین حال با تخمین ۱۳۹/۵-۲۰/۶ درصد آسیب در هر هزار ورزشکار در معرض خطر برای ورزشکاران مرد نخبه و ۱۰۵/۵-۲۵/۳ درصد آسیب در هر هزار ورزشکار در معرض خطر برای ورزشکاران زن نخبه، از پراسیب‌ترین رشته‌های ورزشی به شمار می‌رود [۵]. استفاده زیاد از ضربات یوپ چاگی و آپ چالاگی، همچنین رقص پای نامتقارن و انداختن وزن روی یک پا (عمدتاً پای غیرغالب و مثلاً پای چپ در افراد تک پا) و استفاده از

با نقطه انتهایی زنجیره حرکتی انسان در حین حرکات انتقالی است. از منظر بیومکانیکی، اندام تحتانی باید نیروهای خمشی، پیچشی و فشاری را در فاز استانس راه رفتن به‌خوبی توزیع کند. توزیع نامناسب این نیروها ممکن است سبب حرکت غیرطبیعی و در نتیجه وارد آمدن بار اضافی بر بافت‌های پا شود، این امر موجب آسیب بافت‌های نرم و ناکارایی عضلات می‌شود [۱]. آسیب‌دیدگی یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌های مربیان و ورزشکاران است. آسیب‌دیدگی باعث کاهش عملکرد بدنی و اتلاف وقت شده و هزینه‌های سرسام‌آور درمان را بر ورزشکاران تحمیل می‌کند. تکواندو به منزله مدرن‌ترین هنر رزمی، ترکیبی از صحیح‌ترین، علمی‌ترین، قوی و سریع‌ترین تکنیک‌ها در میان هنرهای رزمی سنتی است [۲]. ضربه با پشت پا (دیت چاگی)، ضربه با پهلو پای

\* نویسنده مسئول:

دکتر عبدالرسول دانشجو

نشانی: تهران، دانشگاه آزاداسلامی، واحد تهران شرق، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۳۳۵۸۵۹۰۹ (۲۱) ۰۹۸+

پست الکترونیکی: phdanesh@yahoo.com

این تحقیق اعلام کردند. اطلاعات لازم در خصوص هدف و نحوه اجرای آزمون‌ها به صورت کتبی و شفاهی در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت.

آزمودنی‌ها از میان دارندگان کمربندهای قرمز و مشکی انتخاب شدند تا از تسلط کامل آن‌ها بر شیوه صحیح اجرای حرکات اطمینان حاصل شود. در ادامه پس از یک جلسه توجیهی در مورد نحوه انجام صحیح حرکات آزمون‌ها و پس از دقایقی گرم کردن، تمرین‌های از پیش تعیین شده توسط آزمودنی‌های گروه آزمایش برای هشت هفته، هر هفته سه جلسه به مدت یک ساعت انجام گرفت. در پایان هشت هفته تمرین، میزان ابتلای هر کدام از آزمودنی‌ها به عارضه زانوی پرانتری مجدداً اندازه‌گیری شد. گروه کنترل در مدت هشت هفته هیچ‌گونه تمرین خاصی نداشتند و تنها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بعد از گرم کردن زیر نظر مربیان برای اجرای حرکات فراخوانده شدند.

پروتکل تمرینی گروه آزمایش شامل هشت هفته تمرین ضربات آپ چولوگی<sup>۲</sup> و ضربات یوپ چاگی<sup>۳</sup> بود؛ به طوری که آزمودنی‌ها سه جلسه در هفته و به مدت پنجاه دقیقه صرفاً به تمرین این دو تکنیک اساسی تکواندو پرداختند. در هر جلسه تمرین ۱۵ دقیقه به گرم کردن و ۵ دقیقه به سرد کردن اختصاص یافت.

#### آزمون‌های مربوط به شاخص‌های کینماتیک زانو

اندازه‌گیری افت ناوی: در این آزمون در حالی که آزمودنی راحت روی صندلی نشسته بود (پاهای در حال استراحت روی زمین، بدون تحمل هیچ‌گونه وزن)، برای پیدا کردن ستیج استخوان ناوی وی لبه داخلی پاها لمس شد. این نقطه برجسته‌ترین نشانه استخوانی است که در قسمت تحتانی و تا حدی قدامی قوزک داخلی یافت می‌شود. با استفاده از مازیک روی نقطه برجسته ناوی هر دو پا علامت زده شد؛ سپس، در حالی که فرد راحت روی صندلی نشسته بود و پاهایش در وضعیت برهنه و بدون تحمل وزن روی زمین قرار داشت، کارتی به صورت عمودی در کنار لبه داخلی هر دو پا قرار داده شد. فاصله بین ستیج ناوی و سطح زمین روی این کارت علامت‌گذاری شد. در مرحله بعد، از فرد خواسته شد روی پاهایش بایستد، به نحوی که وزن بدن کاملاً برابر روی هر دو پا توزیع شده باشد و در این حالت، مجدداً فاصله بین ستیج ناوی و سطح زمین در هر دو پا روی کارت علامت زده شد. در نهایت، اختلاف بین دو نقطه علامت‌دار روی کارت به منزله افت استخوان ناوی جداگانه برای هر دو پا محاسبه و بر حسب میلی‌متر ثبت شد [۱۳].

۲. این ضربه معمولاً به عنوان یک ضربه مسابقه‌ای و نمایشی شناخته می‌شود. این تکنیک می‌تواند بسیار قوی باشد، اما باعث می‌شود که زنده ضربه نسبت به ضدمحله حریف به کشاله ران و درون پا آسیب‌پذیر باشد. اهداف معمول این ضربه عبارتند از سر، استخوان شانه و به میزان کمتری قفسه سینه حریف.

۳. این ضربه یکی از سه ضربه کلاسیک در هنرهای رزمی است. این ضربه به طور گسترده‌ای در باشگاه‌های هنرهای رزمی به خصوص تکواندو آموزش داده می‌شود. این ضربه در خود، دقت آپ چاگی و قدرت دیت چاگی را همزمان داراست و همزمان ضربه‌ای بسیار دقیق و قدرتمند به شمار می‌رود.

این پاسچر در تمرین و زمین مسابقه، زمینه تشدید ابتلا به عارضه زانوی پرانتری را فراهم می‌کند. دلیل این امر چرخش نیمه و (نه کامل) پای تکیه‌گاه به سمت عقب و در نتیجه افزایش سهم مؤلفه عرضی انتقال وزن بدن در محور زانو و به تبع آن کاهش مؤلفه وزن اعمال شده در راستای محور استخوان درشت‌نی است [۶].

ادی و همکاران بیان کردند که تمرینات دولیو چاگی و آپ چولوگی بر بهبود وضعیت عملکرد زانوی پرانتری و بی‌ثباتی عملکردی اندام تحتانی در بین تکواندوکاران زن تأثیر معناداری دارد [۷]. ملک‌اقلو و همکاران اذعان کردند که بین ابتلا به عارضه زانوی پرانتری و میزان مشارکت در تمرینات، همراه با اعمال وزن بر روی پا و راستا و انحراف زانو از حالت طبیعی خود، هماهنگی وجود دارد [۸]. لی و همکاران اثر مثبت تمرینات تنش‌زدایی یا رهاسازی مایوفاشیال<sup>۱</sup>، تمرین‌های کششی و تمرین با باندپیچی را بر فاصله بین زانوها و نیز مؤلفه‌های خرامش هنگام راه رفتن بر پارامترهای خرامش (سرعت، آهنگ) را گزارش کردند [۹]. کیم بیان کرد که یک دوره تمرینات آپ چولوگی می‌تواند به منزله یک حرکت اصلاحی بر وضعیت بدنی ورزشکاران تأثیر گذاشته و روند بهبود مثبتی را بر عارضه زانوی پرانتری تکواندوکاران پدید آورد [۱۰].

یو و همکاران گزارش کردند که بین انجام حرکات باندائه دولیو چاگی و یوپ چاگی و ایجاد عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران رابطه معناداری وجود دارد [۱۱]. بررسی و شناخت جنبه‌های مبهم بیومکانیک اجرای حرکات و تشخیص علل وقوع آسیب‌دیدگی می‌تواند علاوه بر پیشگیری از وقوع آن‌ها به بهبود عملکرد حرفه‌ای تکواندوکاران کمک بسزایی کند [۱۲]. از سوی دیگر به دلیل محدود بودن مطالعات در خصوص آسیب‌های اندام تحتانی و ارتباط آن با شاخص‌های کینماتیک زانو در تکواندوکاران حرفه‌ای اطلاع دقیقی از تأثیر تمرینات تکواندو بر بروز زانوی پرانتری در دست نیست، از این رو تحقیق حاضر سعی می‌کند تأثیر هشت هفته تمرینات آپ چولوگی و یوپ چاگی بر شیوع زانوی پرانتری و تغییرات برخی از شاخص‌های کینماتیک زانو را در تکواندوکاران مرد حرفه‌ای بررسی کند.

#### روش‌شناسی

باتوجه به هدف و محتوای مقاله حاضر این تحقیق یک مطالعه کاربردی از نوع علی‌مقایسه‌ای است که از نظر کنترل متغیر هائیمه تجربی به حساب می‌آید نمونه آماری این پژوهش ۳۲ نفر از تکواندوکاران باشگاه‌های ورزشی شمال شرق تهران است که به کمک نرم‌افزار جی‌پاور تعیین و در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند بدین ترتیب شانزده نفر در (گروه آزمایش) و شانزده نفر در (گروه کنترل) به عنوان آزمودنی‌های این پژوهش انتخاب شدند که از نظر جنسیت، سن و عضویت در رشته ورزشی همگن هستند. آزمودنی‌ها با تکمیل فرم رضایت‌نامه آمادگی خود را برای شرکت در

1. Self Myofascial Release (SMR)



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۲. آزمون ارزیابی پیچش درشتنی در آزمودنی‌ها

### زاویه آنتروژن

برای اندازه‌گیری آنتروژن ران از تست گریز استفاده شد. بدین منظور از آزمودنی خواسته شد در وضعیت خوابیده به شکم قرار گیرد. در حالی که زانوی او در وضعیت فلکشن نود درجه قرار داشت. پژوهشگر بخش خلفی‌تر و کانتربزرگ ران آزمودنی را لمس کرد. سپس به صورت پاسیو ران آزمودنی را چرخش داد تا زمانی که برجسته‌ترین بخش تروکانتر بزرگ با میز معاینه موازی شود. زاویه بین خط عمود و شفت درشتنی، زاویه آنتروژن در پای چپ و راست آزمودنی اندازه‌گیری شد [۱۳]. از گونیامتر یونیورسال برای اندازه‌گیری آنتروژن استفاده شده است.

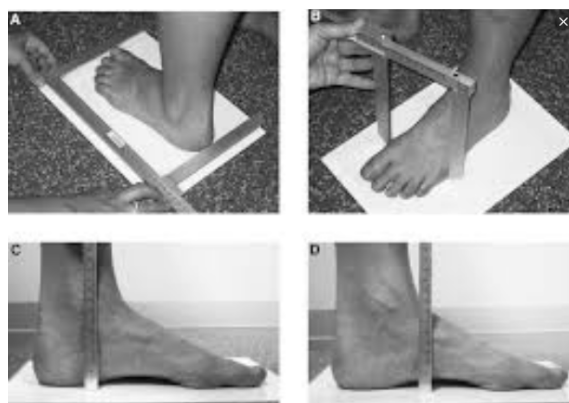
### چرخش داخلی و خارجی ران

دامنه حرکتی چرخش‌های ران نیز در این پژوهش با گونیامتر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری چرخش خارجی از آزمودنی خواسته شد لبه میز معاینه بنشیند، در حالی که زانو در وضعیت فلکشن ۹۰ درجه و ران در ابداکشن و آداکشن صفر درجه و فلکشن ۹۰ درجه قرار داشت. پژوهشگر یک دست را در بخش دیستال ران و دست دیگر را در بخش دیستال درشتنی قرار داد و پای آزمودنی را به داخل چرخاند و نحوه حرکت را به آزمودنی آموزش داد. سپس از آزمودنی خواست به صورت فعال چرخش



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۴. آزمون ارزیابی زاویه آنتروژن در آزمودنی‌ها



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۱. آزمون ارزیابی افت ناوی در آزمودنی‌ها

### پیچش درشتنی

برای اندازه‌گیری پیچش درشتنی از آزمون اصلاح‌شده تابرگ و همکاران استفاده شد. ابتدا در وضعیت خوابیده به پشت، در حالی که زانو در وضعیت اکستنشن قرار داشت، از آزمودنی خواسته شد پای خود را بچرخاند تا زمانی که خط بین کندیل‌های ران با میز معاینه موازی شود. سپس محور بین قوزکی از برجسته‌ترین نقطه قوزک خارجی به برجسته‌ترین نقطه قوزک داخلی در پا ترسیم شد. آنگاه زاویه بین خط عمود بر محور قوزکی و خطی که محور بین قوزکی را در راستای انگشت شصت نصف می‌کرد، چرخش درشتنی ثبت شد. برای اندازه‌گیری این زاویه از گونیامتر یونیورسال استفاده شد [۱۳].

### زاویه Q

اندازه‌گیری و ارزیابی زاویه Q آزمودنی‌ها در وضعیت ایستاده در حالی که زانو و لگن آزمودنی در وضعیت طبیعی و اکستنشن قرار داشت، با گونیامتر انجام شد. ابتدا خطی از خار خارصه قدامی فوقانی به مرکز کشکک رسم شد. سپس خط دیگری از برجستگی درشتنی به مرکز کشکک ترسیم شد. سرانجام زاویه‌ای که با این دو خط ایجاد می‌شود، با گونیامتر اندازه‌گیری شده و به عنوان زاویه Q ثبت شد [۱۳].



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۳. آزمون ارزیابی زاویه Q در آزمودنی‌ها

بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، برای مقایسه بین نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرها از آزمون تی مستقل استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج شاخص‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها شامل میانگین و انحراف معیار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای دو گروه آزمایش و کنترل ارائه شده است (جدول شماره ۱).

به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های مربوط به تحقیق از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد که نتایج حاکی از توزیع نرمال داده‌های تحقیق بود.

نتایج آزمون تی مستقل مقایسه متغیرهای شاخص‌های کینماتیک زانو را بین دو گروه نشان می‌دهد (جدول شماره ۲). طبق جدول نتایج، شاخص‌های افت ناوی ( $P=0/003$ )، پیچش درشت‌نی ( $P=0/006$ )، زاویه Q ( $P=0/005$ ) و هایپراکستنشن زانو ( $P=0/001$ ) اختلاف معناداری را بین دو گروه آزمایش و کنترل نشان می‌دهد، اما در شاخص‌های زاویه آنتروژن ( $P=0/652$ )، زاویه Q ( $P=0/245$ ) و چرخش داخلی و خارجی ران ( $P=0/721$ ) تفاوت معنادار نبود.

نتایج آزمون تی نشان داد بین میزان ابتلا به عارضه زانوی پرانتری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معناداری وجود دارد. این در حالی است که در گروه کنترل اختلاف معناداری وجود نداشت. می‌توان گفت که یک دوره تمرین ترکیبی تکنیک انتخابی آپ چولوگی و یوپ چاگی بر ابتلا به عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران مرد حرفه‌ای اثر معناداری داشته است.

## بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها در این پژوهش نشان داد هشت هفته تمرینات تکنیک‌های انتخابی آپ چولوگی و یوپ چاگی بر ابتلا



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۵. آزمون ارزیابی هایپراکستنشن زانو در آزمودنی‌ها

داخلی را انجام دهد. مرکز گونیامتر بالای بخش قدامی کشکک، بازوی ثابت در امتداد خط وسط پا و بازوی متحرک به صورت عمود به زمین قرار گرفت [۱۳].

## هایپراکستنشن زانو

هایپراکستنشن زانو به روش اکتیو در حالت درازکش به کمک گونیامتر و تصاویر دیجیتال توسط نرم‌افزار اتوکد اندازه‌گیری شد و بین افراد دو گروه و همین‌طور بین زوایای مختلف مقایسه انجام گرفت [۱].

## مرحله پس‌آزمون

در پایان دوره و پس از هشت هفته تمرین مجدداً از ۳۲ نفر در دو گروه آزمایش و کنترل آزمون گرفته شد. در این مرحله میزان عارضه پرانتری زانو و شاخص‌های کینماتیک زانو دو گروه با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

## نتایج

برای توصیف داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی (میانگین، انحراف استاندارد، رسم جداول) استفاده شد. برای تعیین نرمال



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۶. اندازه‌گیری میزان عارضه زانو پرانتری در مرحله پس‌آزمون

جدول ۱. آمار توصیفی شاخص‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

شاخص	مرحله	گروه	تعداد	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
سن (سال)		کنترل	۱۶	۲۲/۱ $\pm$ ۲/۲۸
		آزمایش	۱۶	۲۲/۸ $\pm$ ۱/۹۳
قد (سانتی‌متر)		کنترل	۱۶	۱۷۴/۹ $\pm$ ۶/۶۹
		آزمایش	۱۶	۱۷۶/۴ $\pm$ ۶/۰۷
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	کنترل	۱۶	۶۹/۲۷ $\pm$ ۸/۷۳
		آزمایش	۱۶	۷۰/۴ $\pm$ ۵/۲۶
	پس‌آزمون	کنترل	۱۶	۶۹/۶ $\pm$ ۵/۳۹
		آزمایش	۱۶	۶۹/۹ $\pm$ ۴۷/۶۸
نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	کنترل	۱۶	۲۲/۵ $\pm$ ۲/۰۲
		آزمایش	۱۶	۲۲/۵ $\pm$ ۱/۶۶
	پس‌آزمون	کنترل	۱۶	۲۲/۶ $\pm$ ۵/۱/۹۲
		آزمایش	۱۶	۲۲/۳ $\pm$ ۱/۵۸

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۲. نتایج آزمون تی مستقل، شاخص‌های کینماتیک زانو

متغیر	آزمایش	کنترل	t	سطح معناداری
افت ناوی (سانتی‌متر)	۱۱/۸۶ $\pm$ ۲/۶۸	۹/۹۳ $\pm$ ۲/۰۳	۲/۸۵۴	۰/۰۰۳*
پیش‌درشتنی (درجه)	۱۳/۲۲ $\pm$ ۴/۱۱	۱۶/۱۱ $\pm$ ۶/۷۲	-۳/۴۱۰	۰/۶۷۱
زاویه Q (درجه)	۱۵/۶۵ $\pm$ ۳/۳۱	۱۵/۹۶ $\pm$ ۳/۴۲	-۶/۲۱۰	۰/۰۴۱*
زاویه آنتروژن (درجه)	۱۶/۲۹ $\pm$ ۳/۹۸	۱۴/۳۲ $\pm$ ۴/۴۷	۰/۷۸۰	۰/۵۱۲
چرخش داخلی و خارجی ران (درجه)	۳۱/۲۴ $\pm$ ۴/۴۱	۲۹/۴۰ $\pm$ ۳/۶۲	۰/۹۵۲	۰/۰۰۵*
هایپر اکستنشن زانو (درجه)	۹/۵۴ $\pm$ ۲/۹۳	۸/۴۹ $\pm$ ۳/۰۶	۱/۴۲۱	۰/۰۳۳*

مجله بیومکانیک ورزشی

P &gt; ۰/۰۵\*



جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل برای تکنیک آب چولوگی و یوپ چاگی

متغیر	گروه‌ها	آزمون	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	t	معناداری
آب چولوگی	آزمایش	پیش آزمون	۱/۱۶	۴/۲۱	۱۲/۲۱	۰/۰۰۱*
		پس آزمون	۱/۴۲	۴/۳۳		
	کنترل	پیش آزمون	۱/۰۹	۳/۵۱	۱۲/۳۵	۰/۱۱۲
		پس آزمون	۱/۱۲	۴/۰۲		
یوپ چاگی	آزمایش	پیش آزمون	۲/۳۲	۰/۶۸	۱۲/۱۹	۰/۰۰۱*
		پس آزمون	۲/۳۰	۰/۶۹		
	کنترل	پیش آزمون	۲/۸۶	۱/۱۲	۱۲/۲۲	۰/۱۳۹
		پس آزمون	۱/۹۸	۰/۸۶		

\* تفاوت معنی دار بین تغییرات پیش آزمون تا پس آزمون.

مجله بیومکانیک ورزشی

وضعیت‌های بدنی نظیر داشتن پای پرانتری می‌تواند بر اجرای یک تکنیک نظیر آب چولوگی تأثیر بگذارد، هر چند که نمی‌توان تنها با تکیه بر تحقیق حاضر تأثیرات متنوع وضعیت‌های بدنی بر اجراهای متفاوت در ورزش‌هایی نظیر تکواندو را تشریح کرد [۷، ۱۱، ۱۳]. از دیگر نتایج این تحقیق تأثیر تمرین ترکیبی تکنیک انتخابی آب چولوگی بر ابتلا به عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران مرد حرفه‌ای بود. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات ییلدیز، کیم، لی و هیوم و ملک‌اقلو و همکاران با نتایج این تحقیق همسو نیست [۸، ۱۰، ۱۴]. این تحقیقات ابتلا به زانوی پرانتری به دلیل اجرای تکنیک انتخابی یوپ چاگی و آب چولوگی را در تکواندوکاران مرد گزارش نکردند. این در حالی است که نتایج این پژوهش با تحقیقات یو و همکاران، بایک و همکاران و نیز با نتایج جعفری و همکاران همسوست [۱۱، ۱۵، ۱۶]. نتایج این تحقیق اثر تمرین تکنیک‌های منتخب تکواندو بر شکل قوس‌های ستون فقرات و تغییرات معنادار در شاخص‌هایی همچون افت ناوی و میزان هاپیراکستنشن زانو که محققان قبلی نیز گزارش کرده‌اند را تأیید می‌کند [۷، ۱۰]. از سوی دیگر اتخاذ وضعیت‌های نامناسب در طولانی‌مدت و انحراف از وضعیت بدنی ایده‌آل طی تمرینات تخصصی تکواندو تأیید شده است [۴].

مشخص شده است که تمرینات اختصاصی ورزش‌های رزمی می‌توانند سبب تغییرات وضعیتی تنه، متناسب با رشته ورزشی، به‌ویژه در ورزشکاران نوجوان و جوان شوند [۵]. با توجه به اینکه بیشتر ضربه‌های پای تکواندو شامل فلکشن ران و اکستنشن زانو هستند، در نتیجه استفاده مداوم از عضلات چهارسر و همچنین سوزن خاصه‌ای در این حرکات به افزایش قدرت در این عضلات منجر می‌شود که می‌تواند از دلایل احتمالی بروز ناهم‌راستایی اندام تحتانی در تکواندوکاران حرفه‌ای باشد. اسدی و همکاران

به عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران مرد حرفه‌ای تأثیر معناداری دارد. نتایج حاصل از مقایسه داده‌های به‌دست‌آمده از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون پس از یک دوره تمرینات آب چولوگی نشان داد عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران ایجاد می‌شود. نتایج این تحقیق با تحقیقات ادی و همکاران که نشان دادند ۶ هفته تمرینات آب چولوگی در ابتلا به عارضه زانوی پرانتری تأثیر معناداری دارد، هم‌خوانی داشت. همچنین با تحقیقات یو و همکاران که تأثیر دوازده هفته تمرینات حرکات باندائه دولیو چاگی و یوپ چاگی در شیوع عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران را بررسی کردند، در یک راستاست. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که حرکات یوپ چاگی بر ایجاد عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران تأثیر معناداری دارد.

زانوی پرانتری یکی از ناهنجاری‌های اندام تحتانی است. مطالعات قبلی اثرات برنامه‌های تمرینی با مقدار معین بر بروز اختلالات اسکلتی عضلانی را نشان داده‌اند [۷، ۱۱]. درمان عارضه زانوی پرانتری احتمالاً در فهم بیشتر در مورد چگونگی بهبود عوامل خطرزای بیومکانیک مرتبط با آسیب زانو کمک می‌کند. نتایج تحقیقات نشان داده که ورزش تکواندو به علت نوع تمرینات و فعالیت‌های رایج در آن می‌تواند بر وضعیت بدنی ورزشکاران تأثیر بگذارد. به طور کلی می‌توان گفت که شیوه‌های تمرینی می‌تواند ناهم‌راستایی اندام تحتانی از جمله پای پرانتری را در تکواندوکاران ایجاد کند. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین تکنیک انتخابی یوپ چاگی نیز بر ابتلا به عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران مرد حرفه‌ای تأثیر معناداری دارد. نتایج این تحقیق با پژوهش‌های ادی و همکاران، شولتز و همکاران و یو و همکاران که گزارش کردند حرکات باندائه دولیو چاگی و یوپ چاگی بر ایجاد عارضه زانوی پرانتری در تکواندوکاران مؤثر است، هم‌راستاست (جدول شماره ۳).

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تماماً 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 تحقیق هیچ گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

### مشارکت نویسندگان

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

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

نشان دادند در فوتبالیست‌ها افزایش قدرت عضلات فلکسور ران می‌تواند نیروی لازم را برای چرخش قدامی بیش از حد لگن فراهم کند که باعث افزایش لوردوز کمری در این گروه از ورزشکاران می‌شود.

به طور کلی، تکواندوکاران تأکید زیادی بر افزایش قدرت عضلات ران دارند که احتمالاً می‌تواند یکی از دلایل بروز ناهم‌راستایی اندام تحتانی باشد. وارد شدن فشارهای نامتقارن و تکراری بر ستون فقرات در نتیجه حرکات ورزشی مختلف به‌ویژه در ورزشکاران قبل از سن بلوغ یکی از دلایل اصلی بروز اسکولیوز است [۲] و از آنجایی که ورزشکاران برای رسیدن به سطوح بالای عملکردی غالباً فعالیت ورزشی خود را از سن پایین و قبل از بلوغ آغاز می‌کنند، این موضوع می‌تواند تعیین‌کننده باشد [۱]. بنابراین، به نظر محققان، تفاوت انحنای جانبی (اسکولیوز) بین تکواندوکاران و افراد غیرورزشکار در تحقیق حاضر احتمالاً مربوط به توزیع نامتقارن وزن بین دوپاست؛ زیرا این ورزشکاران تمایل دارند به هنگام حمله و همچنین دفاع برای جلوگیری از برخورد ضربه حریف با یک پا وزن خود را تحمل کنند.

تکواندوکاران غالباً برای اجرای تکنیک‌های این رشته از پا و دست برتر خود استفاده می‌کنند [۱]. استفاده مکرر و یک‌طرفه از اندام‌های بدن حین تمرین و مسابقه نیز می‌تواند از دلایل احتمالی افزایش اسکولیوز در این گروه از ورزشکاران باشد. تکرار بسیار زیاد ضربات پا در تکواندو احتمالاً می‌تواند باعث عدم تعادل عضلانی بین عضلات چرخش‌دهنده داخلی و اداکتورهای ران با عضلات چرخش‌دهنده خارجی و اداکتورهای ران شود. عدم تعادل عضلانی بین عضلات چرخش‌دهنده داخلی و اداکتورهای ران با عضلات چرخش‌دهنده خارجی و اداکتورهای ران مهم‌ترین علت بروز ناهنجاری زانوی پرانتزی است.

## نتیجه‌گیری نهایی

در یک جمع‌بندی کلی از نتایج تحقیق می‌توان گفت از آنجا که زانوی پرانتزی ممکن است به‌عنوان متغیر اثرگذار روی عملکرد منفی ورزشکاران و آسیب‌دیدگی آنان در تمرینات و مسابقات نقش داشته باشد، در نظر قرار دادن آن در مطالعات مرتبط با پیشگیری از آسیب‌های احتمالی مهم به‌نظر می‌رسد. مطالعات قبلی اثرات مثبتی از برنامه‌های تمرینی با مقدار مناسب برای بهبود اختلالات اسکلتی عضلانی رانشان داده‌اند، هر چند جزئیات و نوع تأثیر بر اجرای انواع حرکات پایه برای مانا شناخته است. از این رو به نظر می‌رسد میان تکواندوکاران است در طراحی پروتکل‌های تمرینی خود چگونگی و اجرای فرسایشی تکنیک‌های آپ‌چولوگی و یوپ‌چاگی که منجر به عارضه زانوی پرانتزی می‌شوند را مد نظر قرار دهند.

## References

- [1] Silvernail JF, Milner C, Thompson D, Zhang S, Zhao X. The influence of body mass index and velocity on knee biomechanics during walking. *Gait & Posture*. 2013; 37(4):575-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.09.016] [PMID]
- [2] Petroski EL. [Desempenho humano (Português)]. *Revista Brasileira de Cineantropometria*. 2010.
- [3] Górski M, Orysiak J. Differences between anthropometric indicators and the impact force of taekwondo kicks performed with the dominant and non-dominant limb. *Biomed Hum Kinet*. 2019; 11(1):193-7. [DOI:10.2478/bhk-2019-0027]
- [4] Jung DY, Koh EK, Kwon OY. Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2011; 24(4):225-31. [DOI:10.3233/BMR-2011-0299] [PMID]
- [5] MacDonald GZ, Penney MD, Mullaley ME, Cuconato AL, Drake CD, Behm DG, et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *J Strength Cond Res*. 2013; 27(3):812-21. [DOI:10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1] [PMID]
- [6] Barnamehei H, Kharazi M, Safaei M. Kinematics comparison of two common different guard in taekwondo Ap Dollio Chagi. *ISBS Proceedings Archive*. 35<sup>th</sup> Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, 14-18 June 2017; Cologne, Germany. <https://commons.nmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.com/&httpsredir=1&article=1022&context=isbs>
- [7] Adi NH. [Analysis of the ap chagi kick movement on taekwondo junior putra, east lombok regency (analysis of the ap chagi kick movement on taekwondo junior putra, east lombok regency) (Indonesian)]. *J Phys Educ Sport*. 2016; 3(2):73-82. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpehs> [DOI:10.15294/jpehs.v3i2.6466]
- [8] Melekoğlu T, Işın A. The relationship between football participation level and lower leg alignment in youth males: Genu varum. *J Educ Train Stud*. 2019; 7(2):137-41. [DOI:10.11114/jets.v7i2.3955]
- [9] Lee HI, Lim BO. Effects of self myofascial release, elastic band, and stretching exercises on lower extremity alignment and gait in female genu varum. *Korean J Sport Biomech (KJSB)*. 2018; 28(4):207-11. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201825258775028.pdf>
- [10] Kim TW, Lee SC, Kil SK, Kang SC, Lim YT, Kim KT, et al. Kicking modality during erratic-dynamic and static condition effects the muscular co-activation of attacker. *J Sports Sci*. 2017; 35(9):835-41. [DOI:10.1080/0264014.2016.1192672] [PMID]
- [11] Yu BK, Kim EH. The effects of the correction exercise program combined with stretching and elastic band exercise on femoral intercondylar distance, Q-angle, plantar pressure in undergraduate with genu varum. *J Korea Acad Industr Coop Soc*. 2015; 16(3):2064-72. [DOI:10.5762/KAIS.2015.16.3.2064]
- [12] Mailapalli DR, Benton J, Woodward TW. Biomechanics of the taekwondo axe kick: A review. *J Hum Sport Exerc*. 2015; 10(1):141-9. [DOI:10.14198/jhse.2015.101.12]
- [13] Daneshjoo A, Raeisi S. [The effect of eight weeks plyometric training on kinematical parameters, agility, linear jump and BMI of elite Parkour athletes (Persian)]. *J Sport Biomech*. 2020; 6(1):54-65. <http://biomechanics.iauh.ac.ir/article-1-217-fa.html>
- [14] Yildiz A. A combined study of selective technique; some kick and combat techniques in creating parenteral knee complication in professional male taekwondo. *Exp Brain Res*. 2019:336-41.
- [15] Ahmed AR, Abd-Elkader SM, Al-Obathani KS. Effect of a 6-week rehabilitation program on gait parameters after total knee arthroplasty. *Saudi Med J*. 2010; 31(9):1032-5. [PMID]
- [16] Jafari HS, Noori S, Nabavi N. [The effect of corrective exercises on parenteral knee and functional muscle disorders in athletes (Persian)]. *J Sport Rehabil*. 2012; 1(2):65.

