Journal of Research in Sport Rehabilitation
Vol 12. No 23. Spring 2024
145-158

WWW.RSR.BASU.AC.IR

Prediction of Internal Risk Factors of Ankle Functional Instability in Gymnast Girls Aged 11-16 Years

Hassanzadeh, Sepideh[1*]; Alizadeh, Mohammad Hossein[2]; Minoonejad, Hooman[3]

1. MSc, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Professor, Health and Sport Medicine Department, Faculty of Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Department of Sports injury and biomechanics, Faculty of Sport Sciences and health, university of Tehran, Tehran, Iran

Received: November 2022; Accepted: April 2024

Keywords

Gymnastics

Internal risk factors

Functional ankle instability

Girls

Abstract

Background and Aim: The lower limb has been reported as the most common anatomical site for gymnastics injury, which mainly includes ankle sprains; Therefore, this study aimed to predict the internal risk factors of ankle functional instability in gymnast girls aged 11-16.

Methods: The current research was applied and descriptive. First, 35 female gymnasts aged 11-16 with ankle functional instability in jump-landing and landing skills and 35 healthy gymnasts were selected. The Cumberland Functional Instability Questionnaire was used to identify athletes with ankle functional instability. Dynamometer, goniometer and Y test were used to measure ankle strength, ankle range of motion and dynamic balance. SPSS23 software and logistic regression and Pearson correlation tests were used for data analysis.

Results: The results showed that there is a significant relationship between ankle range of motion and muscle strength (inversion and eversion) and dynamic balance in different directions with ankle functional instability. However, there is no significant relationship between plantar flexion and dorsiflexion muscle strength with ankle functional instability.

Conclusion: it seems that among the internal factors of ankle instability injury, the variables of evertor muscle strength, range of motion of dorsiflexion and plantarflexion, and balance in the external posterior direction have a significant contribution in the regression model, and the four variables of the strength of evertor muscles, range of motion of dorsiflexion and plantarflexion, and the Y test In the posters-external direction, they can predict the occurrence of ankle functional instability.

* Corresponding Author: Tel: 09144326135
✉ Email: sepidehhassanzadeh@yahoo.com
Orcid Code: 0009-0001-6155-3800

Extended Abstract

Introduction

Gymnastics, including artistic, rhythmic, and trampoline, is a popular sport with millions of participants worldwide. In artistic gymnastics, each performance ends with a landing. According to research, the ankle joint is one of the most vulnerable body joints in this sport that occurs during landing (3). According to the rules of the International Gymnastics Federation (closed-leg landing strategy), the landing of female gymnasts with closed legs increases the potential for lower extremity injury in female gymnasts (4).

Functional ankle instability can lead to re-injuries and other sports-related issues, affecting athletes' performance and imposing significant financial burdens. Several internal factors, such as a history of ankle injuries, muscle strength and range of motion asymmetry, and balance deficits, have been identified as risk factors for ankle sprains. Identifying these factors can help coaches design targeted training programs to prevent ankle injuries and ensure safe and pain-free gymnastics.

Method

The current research is in the applied field, and the research method is prospective. The statistical population included teenage gymnast girls aged 11-16 years in Tabriz city. Among them, 70 people were selected for purposeful and convenience sampling (35 gymnasts with ankle functional instability and 35 healthy gymnasts). To estimate the size of the research sample, based on the criteria for entering the research, 70 subjects were estimated by G * Power software (version 3.1.9.2). In this research, the criterion variable, ankle functional instability and predictor variables, range of motion (dorsiflexion and plantarflexion), strength (dorsiflexors, plantarflexors, invertors, and evertors), and dynamic balance are considered. The criteria for the inclusion of the subjects in the current study include: 1. The age range of the subjects was between 11 and 16 years old. 2: The subjects were all girls. 3: No history of injury to the lower limbs except for the ankle 4: Gymnasts who have been active for three years and train three sessions a week are considered for selection; Exclusion criteria from the present study include: 1: Suffering from balance disorders 2. Suffering from an obvious and recognizable abnormality.

Consent forms were obtained from the gymnasts' parents, followed by questionnaires on individual information, ankle instability, and voluntary participation. Height and weight were measured using digital scales and a height gauge. The obtained information was analyzed using SPSS 23 software. Descriptive statistics were used to obtain the mean and standard deviation. To check the normality of the data, the Shapiro-Wilk test was used; to predict, the logistic regression test was used, and to determine the relationship, the Pearson correlation test was used. In addition, the confidence level of the test is 95%, and the significance level for all statistical methods is $p \leq 0.05$, two-tailed.

Results

The results of the regression model showed that among the internal factors of ankle instability injury, evertor muscle strength variables, dorsiflexion and plantar flexion range of motion, and Y test results in the posterior-external direction have a significant contribution in the regression model. Examining the coefficients of significant variables in the logistic regression equation provides important information about the contribution or importance of each predictor variable (Table 1). Examining the coefficients of predictor variables shows that the Wald test for four variables of evertor muscle strength, dorsiflexion range of motion, plantarflexion range of motion, and Y test in the posterior-external direction is statistically significant, and these variables contribute significantly to the model's ability to predict and the incidence of ankle functional instability.

Table 1. Results of logistic regression model related to independent variables

Independent variable	β	S. E	Wald	Df	Sig	OR	95% confidence limits of the likelihood ratio	
							Down	Top
Strength of evertor muscles	-4.38	2.24	3.80	1	0.04	0.12	0.002	1.19
Range of motion of plantarflexion	-0.17	0.07	5.65	1	0.01	0.84	0.73	0.97
Range of motion of dorsiflexion	-0.23	0.09	6.27	1	0.01	0.79	0.65	0.95
Y test in the posterior-external direction	-0.24	0.08	8.98	1	0.003	0.78	0.66	0.91

Discussion

The findings of this study align with the statement that interventions in sports medicine often focus on treating symptoms rather than addressing the root causes of injuries. This study highlights the importance of addressing internal risk factors for ankle functional instability (AFI) in young female gymnasts. By identifying and targeting these factors, such as muscle imbalances, reduced range of motion, and impaired balance, coaches and physical therapists can implement more effective prevention and rehabilitation strategies. The results of the logistic regression analysis revealed that evertor muscle strength, dorsiflexion and plantarflexion range of motion, and external posterior balance were significant predictors of AFI in young female gymnasts. These findings underscore the importance of incorporating exercises and training programs that target these specific areas to reduce the risk of ankle injuries in this population. Furthermore, the study highlights the need for a more comprehensive approach to injury prevention and rehabilitation in gymnastics. By addressing the underlying causes of injuries and implementing targeted interventions, we can improve the overall health and performance of gymnasts. Future research may explore the effectiveness of specific training programs designed to address these risk factors and their long-term impact on injury prevention.

Clinical application

This study highlights the importance of targeted strength and flexibility training, regular ankle assessment, proper landing technique, and protective equipment to prevent functional ankle instability in young female gymnasts. Implementing these strategies can reduce the risk of injury and improve overall ankle health.

Compliance with ethical guidelines

Informed consent was obtained from the parents of the gymnasts. Also, the data of the participants were analyzed by maintaining their privacy and guaranteeing their anonymity. In addition, researchers took precautions to reduce physical and mental stress.

Funding

The authors received no financial support for the research and publication of this article.

Conflict of interest

All authors declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgments

This article is based on a master's thesis from Tehran University. The authors are grateful to all those who contributed to this study.

نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۱۲، شماره ۲۳، بهار ۱۴۰۳
۱۴۵-۱۵۸

WWW.RSR.BASU.AC.IR

پیش‌بینی عوامل خطر درونی بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در دختران ژیمناســـت ۱۶-۱۱ سال

سپیده حسن زاده*[۱]، محمد حسین علیزاده[۲]، هومن مینونژاد[۳]

۱- کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳ - دانشیار گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت: آذر ۱۴۰۱؛ پذیرش: فروردین ۱۴۰۳

واژگان کلیدی

ژیمناستیک

ریسک فاکتور درونی

بی‌ثباتی عملکردی مچ پا

دختران

چکیده

زمینه و هدف: اندام تحتانی به عنوان شایع‌ترین محل آناتومیکی برای آسیب رشته ژیمناستیک گزارش شده است که عمدتاً شامل پیچ خوردگی مچ پا می‌شود؛ بنابراین هدف از این مطالعه، پیش‌بینی عوامل خطر درونی بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در دختران ژیمناست ۱۶-۱۱سال بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر کاربردی و به صورت توصیفی انجام شد. ابتدا ۳۵ نفر از دختران نوجوان ۱۶-۱۱سال ژیمناست که در مهارت‌های پرش-فرود و فرود دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بودند و ۳۵ نفر ژیمناست سالم، انتخاب شدند. از پرسشنامه بی‌ثباتی عملکردی کامبرلند، برای شناسایی ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا استفاده شد. برای اندازه‌گیری قدرت مچ پا، دامنه حرکتی مچ پا و تعادل پویا از دستگاه دینامومتر، گونیامتر و آزمون Y استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم افزارSPSS23 و از آزمون رگرسیون لجستیک و همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد که رابطه معنی‌داری بین دامنه حرکتی مچ پا و قدرت عضلات (اینورژن و اورژن) و تعادل پویا در جهات مختلف با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد. اما ارتباط معنی‌داری بین قدرت عضلات پلانتار فلکشن و دورسی فلکشن با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود ندارد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد از عوامل درونی بروز آسیب بی‌ثباتی مچ پا متغیرهای قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن و پلانتارفلکشن و تعادل در جهت خلفی خارجی مشارکت معنی‌داری در مدل رگرسیونی دارند و چهار متغیر قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن و پلانتارفلکشن و آزمون Y در جهت خلفی خارجی توانایی پیش‌بینی بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را دارند.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۴۴۳۲۶۱۳۵
✉ پست الکترونیکی: sepidehhassanzadeh@yahoo.com
کد ارکید: 0009-0001-6155-3800

مقدمه

ژیمناستیک هنری، ریتمیک و ترامپولین یک گروه ورزشی بسیار محبوبی هستند که بیش از ۵۰ میلیون جوان و ورزشکار در تمام سنین در سراسر جهان شرکت می‌کنند (۱). ژیمناست‌های هنری نخبه تحت آموزش‌های سخت قرار می‌گیرند و مهارت‌های فنی بسیار چالش برانگیزی را اجرا می‌کنند به طوری‌که آن‌ها را مستعد آسیب ناشی از استفاده بیش از حد یا ضربه می‌کند (۲). در ژیمناستیک هنری، صرف نظر از حرکات مردان یا زنان، هر اجرا با یک فرود به پایان می‌رسد. طبق پژوهش‌های انجام شده، حدود ۷۰ درصد آسیب‌های ژیمناست‌ها در هنگام فرود اتفاق افتاده است و مفصل مچ پا یکی از آسیب پذیرترین مفاصل بدن در این رشته ورزشی است (۳). با توجه به قوانین فدراسیون بین‌المللی ژیمناستیک (استراتژی فرود با پاهای بسته)، فرود ژیمناست‌های زن با پاهای بسته پتانسیل آسیب اندام تحتانی را در زنان ژیمناست افزایش می‌دهد (۴). بنابراین آسیب‌های اندام تحتانی، شایع‌ترین آسیب‌ها در ژیمناستیک هستند (۵). یکی از شایع‌ترین آسیب‌های اسکلتی عضلانی پیچ خوردگی مچ پاست که افراد با سابقه‌ی پیچ خوردگی حاد مچ پا تقریباً ۳.۵ برابر بیشتر از افراد سالم در معرض خطر ابتلا به آسیب مجدد این ناحیه هستند (۶). پژوهش‌ها نشان داده است که، بیشترین میزان بروز این آسیب در زنان بین ۱۰ تا ۱۴ سال است؛ در حالی‌که اوج میزان بروز آسیب برای مردان بین سنین ۱۵ تا ۱۹ سال رخ داده است. همچنین کودکان نرخ بروز پیچ خوردگی مچ پای بالاتری نسبت به نوجوانان و بزرگسالان دارند؛ به طوری‌که سن پایین‌تر (<۲۴ سال) پیش‌بینی کننده مستقل پیچ خوردگی مجدد مچ پاست (۷).

افزایش فشار تمرینات در کودکان برای رسیدن به مرحله تخصصی و رقابت، میزان بالای آسیب‌های حاد را در این گروه افزایش می‌دهد (۸). بررسی‌ها نشان می‌دهد که دوره سنی ۱۱ تا ۱۵ سال برای وقوع آسیب‌های ژیمناستیک آکروباتیک دوره حساسی است. در نوجوانان در مرحله جهش رشد، با افزایش حجم تمرین احتمال آسیب افزایش می‌یابد (۹). همچنین ژیمناست‌های زن در سنین ۱۶ تا ۱۸ سالگی به اوج قهرمانی می‌رسند؛ در حالی که ژیمناست‌های مرد در اوایل ۲۰ سالگی به اوج می‌رسند (۱۰)؛ به همین دلیل، ژیمناستیک یکی از ورزش‌هایی است که بالاترین میزان شیوع آسیب را در بین دختران دارد (۱۱).

مرکل بیان می‌کند که میزان ترک ورزش در نوجوانان ۱۵ ساله بین ۷۰ تا ۸۰ درصد است و بیشترین میزان ترک ورزش در نوجوانی میانی (۱۴-۱۷سالگی) رخ می‌دهد. بنابراین، یکی از دلایل اصلی ترک ورزش، بروز آسیب‌ها است. لذا، بررسی عمیق برنامه‌های ورزش جوانان و نوجوانان برای ایمن‌تر کردن تمرینات ورزشی ضروری به نظر می‌رسد (۱۲). از این‌رو پژوهشگران با بهره‌گیری از تکنیک‌های آزمایشگاهی به دنبال شناخت مهم‌ترین عوامل بروز آسیب می‌باشند.

پژوهشگران در مطالعات خود برای پیچ خوردگی جانبی مچ پا به ریسک فاکتورهای مختلفی از قبیل سن، جنس، وزن، تعادل، ترکیب بدنی، سابقه آسیب قبلی، دامنه حرکتی، شلی رباط و شکل استخوان اشاره کرده‌اند (۷, ۱۳). به طوری‌که الکوواری و همکاران (۲۰۲۰) کاهش دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن فعال مچ پا را زیر ۱۶درجه نشان دادند که با پیچ خوردگی مکرر جانبی مچ پا همراه است (۱۴). دنورنها و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که ورزشکاران با دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن کاهش یافته (میانگین ۳۴ درجه) تقریباً پنج برابر بیشتر احتمال دارد که دچار آسیب پیچ خوردگی مچ پا شوند (۱۵). چاین و همکاران (۲۰۱۳) نیز طی پژوهشی کینماتیک مچپای افراد مبتلا به ناپایداری مزمن مچ پا را در حال راه رفتن و جاگینگ بر روی تردمیل بررسی کردند. گروه کنترل هیچ گونه سابقه پیچ خوردگی نداشتند ولی گروه آسیب دیده حداقل سابقه یک بار پیچ خوردگی را داشتند و به این نتیجه رسیدند که گروه آسیب دیده در صفحه ساجیتال دارای دورسی‌فلکشن کمتری نسبت به گروه کنترل بودند. علاوه بر این نشان دادند که در صفحه فرونتال تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل و آسیب دیده وجود ندارد (۱۶).

مطالعات مختلفی تغییر در مرکز ثقل ورزشکاران (تعادل) و ارتباط آن با خطر ابتلا به آسیب مچ پا مرتبط را دانسته‌اند. کربلایی و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود، به مقایسه تعادل تک پا بین ورزشکاران با بی‌ثباتی مزمن مچ پا، کوپر و سالم پرداختند. با توجه به نتایج این پژوهش، شاخص‌های تعادلی در سطوح پایدار و ناپایدار بین دو گروه سالم و کوپر تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی در گروه بی‌ثباتی مزمن مچ پا در هر دو سطح پایدار و ناپایدار

شـــاخص‌های تعادلی در جهت داخلی- خارجی و شـــاخص کلی به طور معنی‌داری از گروه سالم و در سطح ناپایدار در جهت داخلی-خارجی از گروه کوپر بالاتر بود. این نشـــان می‌دهد که گروه بی‌ثباتی مزمن مچ پا کمبودهای تعادلی بخصـــوص در جهت داخلی- خارجی دارند (۱۷). دنورنها و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند، افرادی که عملکرد بهتری در تســـت تعادل ســـتاره در جهت خلفی جانبی داشـــتند احتمال اینکه دچار پیچ خوردگی مچ پا شـــوند کمتر بود (۱۵). در همین راســـتا یلفانی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی نشان دادند که ورزشکاران دارای سابقهٔ اسپرین مچ پا حین مهارت‌های جهشی-پرشی و تغییر مسیر نسبت به ورزشکاران سالم تعادل کمتری دارند و خطر بیشتری برای ابتلا به اسپرین مجدد آنها را تهدید می‌کند. همچنین، افراد دارای ناپایداری مزمن مچ پا در ســـطح فرونتال، تعادل کمتری دارند و نتایج این تحقیق با تحقیق حاضـــر همســـو است (۱۸).

الکوواری و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعات خود نشـــان دادند که بازیکنان فوتبال با عدم تقارن قدرت ایزوکینتیک برونگرای عضلات دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن در مفصل مچ پا، ۸.۸ برابر بیشتر از ورزشکاران بدون عدم تقارن قدرت ایزوکینتیک برونگرای عضـــلات دورســـی فلکشـــن و پلانتار فلکشـــن در مفصـــل مچ پای مســـتعد پیچ خوردگی مچ پا هستند (۱۴). همچنین قدرت ناکافی عضلات مچ پا و مفصل ران ممکن است خطر ابتلا به پیچ خوردگی مچ پا را افزایش دهد (۷). شـــجاع‌للدین و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهش‌های خود نشـان دادند که ضـعف عضـلات اورتور می‌تواند یکی از عوامـل بی‌ثبـاتی مزمن مچ پـا بـاشـــد و تمرینـات قـدرتی پیش‌رونده می‌تواند باعث بهبود نسبت قدرت عضلات اورتور به اینورتور در مچ پای مستعد به بی‌ثباتی مزمن مچ پا شود (۱۹).

روش تحقیق

پژوهش حاضـر در حیطه کاربردی قرار می‌گیرد و روش تحقیق به صـــورت آینده‌نگر اســـت. جامعه آماری شـــامل دختران نوجوان ژیمناستیت ۱۱-۱۶ سـال شـهر تبریز بود؛ که از بین آنها ۷۰ نفر به صـــورت نمونه‌گیری هدفمند و در دسـترس (تعداد ۳۵ ژیمناسـت دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا و ۳۵ ژیمناسـت سـالم) انتخاب شـدند. برای برآورد حجم نمونه تحقیق، بر اساس معیارهای ورود به تحقیق به صورت هدفمند توســـط نرم افزار G * power (version 3.1.9.2) با اندازه اثر ۰/۵۵، آلفای ۰/۰۵ و با پاور ۰/۸۰، ۷۰ نفر آزمودنی برآورد شـــد (۲۰). در این تحقیق، متغیر ملاک، بی‌ثباتی عملکردی مچ پـا و متغیرهـای پیش‌بین، دامنـه حرکتی (دورسی‌فلکشن و پلانتارفلکشن)، قدرت (دورسی‌فلکسورها، پلانتارفلکســـورها، اینورتورها، اورتورها)، تعادل پویا در نظر گرفته شـده‌اند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به پژوهش حاضـر شـامل: ۱-دامنه سـنی آزمودنی‌ها بین ۱۶-۱۱سـال بود ۲_ آزمودنی‌ها همه دختر بودند ۳_عدم ســـابقه آســـیب‌دیدگی انـدام تحتـانی بـه غیر از مچ پـا ۴- تمـام آزمودنی‌هـا از ورزشکاران رشته ژیمناستیک که سه جلسه در هفته تمرین می‌کنند و ســـه ســـال از زمان فعالیت‌شـــان در این ورزش گذشـته باشـد، انتخاب شـدند؛ و معیارهای خروج از پژوهش حاضـــر شـــامل: ۱-ابتلا به اختلالات تعادلی ۲_ ابتلا به ناهنجاری آشکار وضعیتی قابل تشخیص بودند. ابتدا والدین آزمودنی‌ها فرم رضایت شرکت در تحقیق را پر کردند. سپس آزمودنی‌ها پرسـشـنامه‌های اطلاعات فردی و پرسـشـنامه‌ی بی‌ثباتی عملکردی کامبرلند و فرم شـــرکت در تحقیق به صـــورت داوطلبـانـه را، پر کردنـد. انـدازه‌گیری قـد و وزن آزمودنی‌ها با اسـتفاده از ترازوی دیجیتالی و قد سـنج فلزی انجام گرفت.

پرســشـــنامه بی‌ثباتی عملکردی کامبرلند (CAIT) برای شـناسـایی ورزشـکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پرسشنامه دارای ۹ سؤال می‌باشد. دامنه نمره ثبات عملکردی در این پرسـش نامه بین صـفر تا ۳۰ می‌باشد که در آن نمره ۲۷ تا ۳۰ نمایانگر سلامت مچ پا و نمره صـفر تا ۲۷ نماینگر بی‌ثباتی مچ پا می‌باشـد و شـدت بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را در هر دو پا مشـــخص می‌کنند. این پرسشنامه توسط حدادی و همکاران (۲۰۱۷) به فارسی ترجمه شـده اسـت که روایی آن (۰/۸) و پایایی آن (۰/۹۶) گزارش شده است (۲۱).

اندازه‌گیری قدرت مچ پا

برای اندازه‌گیری قدرت مچ پا از دســـتگاه دینامومتر دستی لافایت (ساخت کشور آمریکا؛ مدل ۰۱۱۶۳) استفاده شـد. این دسـتگاه به منظور اندازه‌گیری قدرت عضـلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. دامنه ارزیابی این دستگاه بین صفر تا ۱۳۶ کیلوگرم و حافظه ذخیره‌ســازی آن ۵۲ تســت اســت (۲۲). آزمودنی در حالی‌کـه دینـامومتر بین مچ پـای او قرار

می‌گیرد روی سکو می‌ایستد. نیروی اعمال شده به وسیله دستگاه دینامومتر دستی لافایت نشان داده می‌شود. هر یک از آزمودنی‌ها سه بار آزمون را اجرا کردند و پس از آن میانگین سه نوبت به عنوان مقدار قدرت بیشینه عضلات مچ پا در نظر گرفته شد. در آخر نیز با استفاده از وزن آزمودنی‌ها داده‌های قدرت بیشینه نرمال شدند (۲۳).

اندازه‌گیری دامنه حرکتی مچ پا

برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی مچ پا (دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن) از گونیامتر یونیورسال ساخت شرکت LTD کشور ژاپن استفاده شد (۲۴). این گونیامتر جهت اندازه‌گیری دامنه حرکتی مفاصل بدن مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس بازوی ثابت گونیا مترا روی اهرم ثابت مفصل و بازوی متحرک روی اهرم متحرک مفصل قرار داده شد و بازوی متحرک همراه با حرکت اهرم متحرک، حرکت داده شد. زاویه مورد نظر در صفحه نمایش ظاهر و ثبت شد. روش ارزیابی نیز سه مرتبه تکرار شد و میانگین این سه تکرار به عنوان دامنه حرکتی مچ پا (دورسی‌فلکشن و پلانتارفلکشن) مورد استفاده قرار گرفت (۲۵).

اندازه‌گیری تعادل پویا

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون Y استفاده شد. بدین منظور و به لحاظ اینکه این آزمون با طول پا رابطه معناداری دارد و به منظور اجرای این آزمون و نرمال کردن اطلاعات، قبل از شروع فرایند اندازه‌گیری، با استفاده از متر نواری طول واقعی پا از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی در حالت طاقباز در حالت خوابیده بر روی زمین اندازه‌گیری شد. این آزمون در سه جهت قدامی، خلفی- داخلی و خلفی- خارجی انجام می‌شود و آزمودنی روی یک پا در مرکز خط کش لندازه‌گیری Y قرار می‌گیرد و در حالی که دست ها بروی کمر قرار دارند سعی می‌کند با حفظ تعادل روی پای تکیه‌گاه، با پای دیگر عمل رسش را انجام دهد. آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین شده بدون خطا لمس می‌کند. فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله رسش می‌باشد که به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار با فاصله ۱۵ ثانیه استراحت، این آزمون را در هر یک از جهت‌های سه گانه تمرین کرد. بعد از ۵ دقیقه استراحت، آزمودنی آزمون اصلی را در جهت‌های اصلی انجام داد. در صورت بروز خطا، اگر پایی که در مرکز قرار دارد حرکت کند یا تعادل فرد دچار اختلال شود، از آزمودنی خواسته شد آزمون را دوباره تکرار کند. جهت بدست آوردن نمره تعادل در هر جهت به صورت جداگانه از فرمول زیر استفاده شد (۲۶).

$$\text{امتیاز} = 100 \times \frac{\text{فاصله رسش}}{\text{طول پا}}$$

همچنین جهت محاسبه نمره کلی نیز از فرمول زیر استفاده گردید:

$$\text{امتیاز کلی} = 100 \times \frac{(\text{دستیابی جهت قدامی} + \text{دستیابی خلفی} - \text{داخلی} + \text{دستیابی خلفی} - \text{خارجی})}{(\text{طول اندام} \times 3)}$$

اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم افزارSPSS23 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آمار توصیفی برای به دست آوردن میانگین و انحراف معیار استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک و به منظور پیش‌بینی از آزمون رگرسیون لجستیک و برای تعیین ارتباط از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. ضمناً سطح اطمینان آزمون ۹۵ درصد و میزان معناداری برای تمام روش‌های آماری $p\leq ۰/۰۵$ دو سویه در نظر گرفته شده است.

نتایج مطالعه

با استفاده از روش‌های آماری توصیفی، بخشی از داده‌های قابل توصیف با استفاده از جداول ارائه شده‌اند. در بخش دوم از روش‌های آمار استنباطی ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون لجستیک به‌منظور بررسی فرضیه‌های آماری استفاده شده است. برای محاسبات و تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری خام از نرم افزار spss 23 استفاده گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک و آمار توصیفی شرکت‌کنندگان مطالعه

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد
سن(سال)	۱۳/۷۷	۱/۳۴
وزن(کیلوگرم)	۴۹/۷۲	۵/۰۷
قد(متر)	۱۵۲/۸۸	۸/۸۰
BMI	۲۱/۳۱	۱/۹۲
کامبرلند	۲۳/۲۰	۶/۵۱

نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین دامنه حرکتی مچ پا (دورسی‌فلکشن و پلانتارفلکشن) با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد (P< ۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین قدرت عضلات اینورژن و اورژن با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد (P< ۰/۰۵). اما ارتباط معنی داری بین قدرت عضلات پلانتار فلکشن و دورسی فلکشن با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود ندارد (P>۰/۰۵). به‌علاوه نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین تعادل پویا در جهات مختلف با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد (P< ۰/۰۰۱).

جدول ۲- نتایج تحلیل کواریانس ترکیبی برای متغیرهای پژوهش

متغیر		R	R^2	P
میزان بی‌ثباتی عملکردی مچ پا	دامنه حرکتی دورسی فلکشن	۰/۵۳	۰/۲۸	۰/۰۰۱*
	دامنه حرکتی پلانتار فلکشن	۰/۶۰	۰/۳۶	۰/۰۰۱*
قدرت	قدرت عضلات پلانتار فلکشن	۰/۰۶۸	۰/۰۰۴	۰/۵۷۴
	قدرت عضلات دورسی فلکشن	۰/۱۱۹	۰/۰۱۴	۰/۳۲۶
	قدرت عضلات اینورژن	۰/۳۲۱	۰/۱۰۳	۰/۰۰۷*
	قدرت عضلات اورژن	۰/۲۱۳	۰/۰۴۴	۰/۰۴۷*
تعادل	تعادل در جهت قدامی	۰/۷۲۸	۰/۵۱۸	۰/۰۰۱*
	تعادل در جهت خلفی خارجی	۰/۷۲۷	۰/۵۱۸	۰/۰۰۱*
	تعادل در جهت خلفی داخلی	۰/۷۲۸	۰/۵۱۸	۰/۰۰۱*
	تعادل کلی	۰/۷۲۸	۰/۵۱۸	۰/۰۰۱*

* معناداری در سطح p≤۰/۰۵

طبق نتایج جدول۳، طبقه بندی خروجی رگرسیون، میزان حساسیت مدل (درصد ژیمناستهای دارای بی‌ثباتی مچ پا) به طور دقیق از طریق مثبت‌های واقعی در مدل شناخته شد و نتایج نشان داد مدل قادر است به طور صحیح ۸۸/۹٪ ژیمناستهای دارای بی‌ثباتی مچ پا را درست طبقه بندی کند. ویژگی مدل (درصد ژیمناستهای بدون بی‌ثباتی (با ثبات)) نیز به طور دقیق از طریق منفی‌های واقعی در مدل شناخته شد و نتایج نشان داد مدل قادر است ۹۱/۲ ٪ ژیمناستهای بدون بی‌ثباتی را نیز درست طبقه بندی کند. بطور کل دقت طبقه‌بندی افراد توسط مدل برابر با ۹۰/۰٪ بود.

جدول ۳- طبقه بندی خروجی رگرسیون لجستیک

مشاهده شده		بی‌ثبات	باثبات	درصد صحیح
گروه	بی‌ثبات	۳۲	۴	۸۸/۹
	باثبات	۳	۳۱	۹۱/۲
مجموع درصد				۹۰/۰

جدول ۴- نتایج مدل رگرسیون لجستیک مربوط به متغیرهای مستقل

متغیر مستقل	بتا (β)	S.E	Wald	Df	sig	OR	٪۹۵ حدود اطمینان نسبت احتمال	
							پایین	بالا
قدرت عضلات اورتور	-۴/۳۸	۲/۲۴	۳/۸۰	۱	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۰۰۲	۱/۱۹
دامنه حرکتی پلانتارفلکشن	-۰/۱۷	۰/۰۷	۵/۶۵	۱	۰/۰۱	۰/۸۴	۰/۷۳	۰/۹۷
دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن	-۰/۲۳	۰/۰۹	۶/۲۷	۱	۰/۰۱	۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۹۵
جهت خلفی خارجی آزمون Y	-۰/۲۴	۰/۰۸	۸/۹۸	۱	۰/۰۰۳	۰/۷۸	۰/۶۶	۰/۹۱

نتایج مدل رگرسیونی نشان داد که از عوامل درونی بروز آسیب بی‌ثباتی مچ پا متغیرهای قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن، دامنه حرکتی پلانتار فلکشن و نتایج آزمون Y در جهت خلفی خارجی مشارکت معنی‌داری در مدل رگرسیونی دارند. بررسی ضرایب متغیرهای معنادار در معادله رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا اطلاعات مهمی در مورد سهم یا اهمیت هر کدام از متغیرهای پیش‌بین فراهم می‌کند (جدول ۴).

بررسی ضرایب متغیرهای پیش‌بین نشان می‌دهد که آزمون والد برای چهار متغیر قدرت عضلات اورتور (p=۰/۰۴۱)، دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن (p=۰/۰۱۲)، دامنه حرکتی پلانتارفلکشن (p=۰/۰۱۷) و آزمون Y در جهت خلفی خارجی (p=۰/۰۰۳) از لحاظ آماری معنادار می‌باشد و این متغیرها به طور معنی‌داری در توانایی پیش‌بینی مدل و بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا سهم دارند.

بحث

هدف از این مطالعه، بررسی علل درونی (دامنه حرکتی، تعادل، قدرت) بروز آسیب بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در دختران ژیمناست بود. نتایج تحقیق بیانگر آن است که، رابطه معنی‌داری بین دامنه حرکتی مچ پا (دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن) و قدرت عضلات (اینورژن و اورژن) و تعادل پویا در جهات مختلف با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مشاهده شد. اما ارتباط معنی‌داری بین قدرت عضلات پلانتار فلکشن و دورسی‌فلکشن با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مشاهده نشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین دامنه حرکتی مچ پا (دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن) با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد. یعنی هرچه دامنه حرکتی مچ پا بالاتر رود نمره کامبرلند بالاتر می‌رود و میزان ثبات در مچ پا افزایش می‌یابد. (r=0.53، r2=0.28 ، p<0/05). نتایج این تحقیق با تحقیقات الکواری و همکاران (۲۰۲۰)، دنورنها و همکاران (۲۰۱۳)، چاین و همکاران(۲۰۱۳)، برادیک و همکاران(۲۰۱۲)، ویلمز و همکاران (۲۰۰۵)، همخوان بود و تحقیق ناهمخوانی یافت نشد (۱۵, ۱۶, ۲۷, ۲۸). ویلمز و همکاران (۲۰۰۵)، عوامل درونی بروز خطر را در زنان مورد بررسی قرار دادند و گزارش دادند که به ازای هر درجه کاهش دامنه حرکتی مفصل مچ پا احتمال بروز بی‌ثباتی مچ پا به مقدار ۳ درصد افزایش می‌یابد. نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر همسو می‌باشد (۲۸). تبریزی و همکاران (۲۰۰۰) محدودیت در دامنه حرکتی را در بروز اسپرین مچ پای دختران نوجوان مورد سنجش قرار دادند. آنها دامنه حرکتی غیر فعال دورسی فلکشن را در افراد دارای اسپرین مچ پا با گروه کنترل مورد مقایسه قرار دادند و نشان دادند که ارتباط قوی و معنی‌داری در محدودیت حرکتی دورسی فلکشن با احتمال بروز انکل اسپرین وجود دارد. نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر همسو می‌باشد (۲۹). در همین راستا دنورونها و همکاران (۲۰۰۶) دامنه حرکتی دورسی فلکشن را به عنوان عامل خطرزایی برای پیچیدگی جانبی مچ پا بررسی کردند. آنها گزارش کردند دامنه حرکتی کم دورسی فلکشن، خطر پیچیدگی پا را افزایش می‌دهد. همچنین آنها پیشنهاد می‌کنند افرادی که دامنه حرکتی دورسی فلکشن آن ها کم است، ممکن است مستعد خطر بیشتری برای پیچیدگی مچ پا باشند و نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر همسو می‌باشد (۳۰). به طوری‌که نتایج تحقیقات نشان داده است که دامنه نرمال دورسی فلکشن مچ پا بین ۸ تا ۲۶ درجه، از وضعیت خنثی می‌باشد. بسیاری از تحقیقاتی که در خصوص دامنه حرکتی مفصل مچ پا و انجام فعالیت‌های مختلف ورزشی انجام شده‌اند و از جمله آنها تبریزی و همکاران (۲۰۰۰)، دامنه حرکتی دورسی فلکشن ۲۰ تا ۳۰ درجه را برای ورزشکاران ضروری می‌دانند (۲۹). برادیک و همکاران (۲۰۱۲) بیان می‌کنند که خطر آسیب اسپرین مچ پا در افرادی که انعطاف پذیری مناسبی در عضلات و مفاصل مچ پای خود ندارند، تا پنج برابر بیشتر از سایرین است.

ژیمناست‌ها هنگام انجام حرکات مختلف به طور مکرر روی مچ پای خود فرود می‌آیند که عضلات مچ پا با انقباض برونگرای خود به جذب انرژی کمک می‌کنند تا احتمال بروز آسیب کاهش یابد. به نظر می‌رسد بی‌ثباتی عملکردی مچ پا باعث کاهش انعطاف‌پذیری عضلات مچ پا و سفتی این عضلات می‌شود که در نتیجه دامنه حرکتی مچ پا کاهش می‌یابد و در نتیجه جذب انرژی در افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به خوبی انجام نمی‌شود. بنابراین مقدار دامنه حرکتی مچ پا با نمره بی‌ثباتی عملکردی مچ پا رابطه مستقیمی دارد به طوری‌که کاهش دامنه حرکتی مچ پا باعث افزایش بی‌ثباتی عملکردی مچ پا می‌شود (۲۷).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین قدرت عضلات اینورژن و اورژن مچ پا با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد($p<0.05$). اما ارتباط معنی‌داری بین قدرت عضلات پلانتار فلکشن($p<0.574$،$r=0.068$، $r2=0.004$) و دورسی فلکشن مچ پا ($p<0.326$، $r2=0.014$،$r=0.119$) با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود ندارد ($p<0.05$). نتایج این تحقیق با تحقیقات الکوواری و همکاران (۲۰۲۰)، دلهانت و ریموس (۲۰۱۹)، هانسی و همکاران (۲۰۱۶)، فوسیکس و همکاران (۲۰۱۲)، شجاع الدین و همکاران (۱۳۸۵) همخوان بود (۷, ۱۴, ۱۹, ۳۱, ۳۲) ولی با تحقیقات درزی و همکاران(۱۳۸۸)، ناهمخوان بود (۳۳) که از دلایل احتمالی ناهمخوانی می‌توان به تفاوت در آزمودنی‌ها، جنس آزمودنی‌ها و تفاوت در ابزار جمع‌آوری داده‌ها اشاره کرد. طبق نتایج فوسیکس و همکاران (۲۰۱۲)، عدم تقارن در قدرت عضلات برون‌گرای مفصل مچ پا و افزایش شاخص توده بدنی و وزن بدن می‌تواند بازیکنان فوتبال را به حساسیت بیشتری نسبت به پیچ خوردگی غیرتماسی مچ پا برساند(۳۱). در همین راستا هانسی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که افراد دارای بی‌ثباتی مچ پا دارای قدرت عضلات اورتور و دورسی فلکشن کمتری نسبت به افراد سالم هستند (۳۲). همچنین درزی و همکاران (۱۳۸۸) طی پژوهشی با هدف بررسی حداکثر گشتاور اکسنتریک عضلات ران و مچ پا در ورزشکاران مبتلا به ناپایداری عملکردی مچ پا به این نتیجه رسیدند که تنها در مقدار حداکثر گشتاور اکسنتریک به وزن عضلات ابداکتور ران در ورزشکاران مبتلا به ناپایداری عملکردی مچ پا و ورزشکاران سالم تفاوت معنی‌داری وجود دارد با این حال در حداکثر گشتاور اکسنتریک به وزن عضلات اکتنسور ران، دورسی فلکسور و اورتور مچ پا بین دو گروه مبتلا و سالم تفاوتی مشاهده نشد (۳۳). بنابراین به نظر می‌رسد بی‌ثباتی عملکردی مچ پا که در صفحه فرونتال اتفاق می‌افتد، عملکرد عضلاتی که در صفحه فرونتال عمل می‌کنند را تحت تاثیر قرار می‌دهد و باعث کاهش قدرت عضلات اینورشن و اورشن می‌شود. با این حال در صفحه ساجیتال بی‌ثباتی عملکردی مچ پا باعث کاهش معنی‌داری در قدرت عضلات پلانتار فلکسورها و دورسی فلکسور نمی‌شود و به‌نظر می‌رسد بی‌ثباتی عملکردی مچ پا تاثیری در قدرت عضلاتی که در صفحه ساجیتال عمل می‌کنند، ندارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین آزمون تعادلY در جهات مختلف با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا وجود دارد ($p<0.001$،$r2=0.518$ ،$r=0.728$).($p<0.05$). نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات کربلایی و همکاران (۲۰۲۰)، اوکامورا و همکاران (۲۰۲۰)، دلهانت و ریموس (۲۰۱۹)، دنورنها و همکاران (۲۰۱۳)، نپ و همکاران (۲۰۱۱)، حلبچی و همکاران (۲۰۱۶)، یلفانی و همکاران (۱۳۹۵) همخوان بود (۷, ۱۵, ۱۷, ۱۸, ۳۴, ۳۵, ۳۶) و با نتایج بینون و همکاران (۲۰۰۱) ناهمخوان بود (۳۷). از دلایل احتمالی ناهمخوانی می‌توان به تفاوت در آزمودنی‌ها، نوع تست تعادل و ابزار جمع آوری داده‌ها اشاره کرد. مطالعه نپ و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که نوسانات مرکز فشار در جهات قدامی- خلفی و داخلی- خارجی در گروه با بی‌ثباتی مزمن مچ پا بیشتر از گروه کنترل است با استفاده از تست تعادل ستاره برای بررسی توانایی تعادل پویا، کاهش فاصله دستیابی در جهت خلفی جانبی و در جهت قدامی به عنوان عوامل خطر برای پیچ خوردگی مچ پا شناسایی شدند (۳۵). از آنجایی که حس عمقی ارتباط نزدیکی با توانایی تعادل دارد، کاهش حس عمقی ممکن است زمینه اختلال در توانایی تعادل را در گروه آسیب دیده مچ پا ایجاد کند. علاوه بر این، از آنجایی که قدرت خم کننده انگشت پا برای حفظ تعادل نیز مهم است، کاهش قدرت خم کننده انگشت در گروه آسیب دیدگی مچ پا ممکن است به اختلال در توانایی تعادل کمک کرده باشد (۳۶). بر اساس یافته‌های حلبچی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود با عنوان شیوع عوامل خطر ذاتی منتخب برای پیچ خوردگی مچ پا در بین بازیکنان نخبه فوتبال و بسکتبال ، هیچ ارتباطی بین تست تعادل ستاره و بی‌ثباتی عملکردی مچ پا یافت نشد (۳۴). بینون و همکاران (۲۰۰۱) عوامل بروز خطر در افراد

دارای بی‌ثباتی مچ پا را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افزایش جابه‌جایی مرکز فشار (کاهش تعادل) ارتباط معنی‌داری با بروز بی ثباتی مچ پا ندارد. نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر ناهمخوان است (۳۷).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد، عوامل درونی بروز بی‌ثباتی مچ پا (قدرت، دامنه حرکتی و تعادل) نقش پیش‌بین در بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را در دختران ژیمناست را دارند. نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات دنورونها و همکاران (۲۰۰۶)، یلفانی و همکاران (۱۳۹۵)، ویلمز و همکاران (۲۰۰۵) همخوان بود (۱۸, ۲۸, ۳۰) ولی با تحقیق بینون و همکاران (۲۰۰۱) نا همخوان بود (۳۷) که از دلایل احتمالی ناهمخوانی می‌توان به تفاوت در تست‌های گرفته شده و ابزار جمع آوری داده‌ها اشاره کرد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برازش مدل قابل قبول و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۰۱ معنی‌دار است و متغیرهای پیش‌بین با متغیر برآیند رابطه دارند و متغیرهای پیش‌بین می‌توانند ژیمناست‌هایی را که بی‌ثباتی مچ پا دارند را از ژیمناست‌های بدون بی ثباتی مچ پا، بطور معناداری از یکدیگر تفکیک کنند. این مدل بصورت کلی بین ۵۸/۶ ٪ (Cox and Snell R square) تا ۷۸/۱ ٪ (Nagelkerke R square) تغییرات بی‌ثباتی مچ پا را پیش‌بینی می‌کند و مدل قادر است به طور صحیح ۸۸/۹ ٪ ژیمناست‌های دارای بی‌ثباتی مچ پا را درست طبقه بندی کند. این مدل قادر بود ۹۱/۲ ٪ ژیمناست‌های بدون بی‌ثباتی را درست پیش‌بینی کند. بطور کل دقت طبقه‌بندی افراد توسط مدل برابر با ۹۰/۰ ٪ بود. از عوامل درونی بروز آسیب بی‌ثباتی مچ پا متغیرهای قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی فلکشن، دامنه حرکتی پلانتار فلکشن و نتایج آزمون Y در جهت خلفی خارجی مشارکت معنی‌داری در مدل رگرسیونی دارند. بررسی ضرایب متغیرهای پیش‌بین نشان می‌دهد که آزمون والد برای چهار متغیر قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی فلکشن، دامنه حرکتی پلانتار فلکشن و آزمون Y در جهت خلفی خارجی از لحاظ آماری معنادار می‌باشد و این متغیرها به طور معنی‌داری در توانایی پیش‌بینی مدل و بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا سهم دارند. دنورونها و همکاران (۲۰۰۶) در یک مدل رگرسیون برای پیش‌بینی انکل اسپرین با استفاده از متغیرهای قدرت، دامنه حرکتی، حس عمقی و قامت گزارش کردند که ساختار قامتی و حس عمقی ارتباط معنی‌داری با انکل اسپرین دارند و قادرند انکل اسپرین را پیش‌بینی کنند ولی دامنه حرکتی دورسی فلکشن قوی‌ترین متغیر برای پیش‌بینی انکل اسپرین است و نتیجه گرفتند، افرادی که دارای محدودیت در دامنه حرکتی دورسی فلکشن هستند احتمال بروز انکل اسپرین در این افراد بیشتر است. تاثیر دامنه حرکتی دورسی فلکشن بر احتمال بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نیز به صورت معکوس و منفی است و نسبت شانس یا OR[1] ژیمناست با دامنه حرکتی کم دورسی فلکشن به اینکه دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شود به میزان ۰/۷۹ بیشتر از ژیمناست با دامنه حرکتی بالای دورسی فلکشن می‌باشد(۳۰). این نتایج نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش در دامنه حرکتی دورسی فلکشن خطر وقوع بی‌ثباتی عملکردی ۱/۲۶ برابر کاهش می‌یابد. همچنین تاثیر دامنه حرکتی پلانتار فلکشن بر احتمال بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نیز به صورت معکوس و منفی است و نسبت شانس یا OR ژیمناست با دامنه حرکتی کم پلانتار فلکشن به اینکه دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شود به میزان ۰/۸۴ بیشتر از ژیمناست با دامنه حرکتی بالای پلانتار فلکشن می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش در دامنه حرکتی پلانتار فلکشن خطر وقوع بی‌ثباتی عملکردی ۱/۱۹ برابر کاهش می‌یابد. در رابطه با متغیر قدرت نیز نتایج نشان داد تاثیر قدرت عضلات اورتور بر احتمال بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به صورت معکوس و منفی است و نسبت شانس یا OR ژیمناست با قدرت پایین عضلات اورتور به اینکه دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شود به میزان ۰/۱۲ بیشتر از ژیمناست با قدرت بالای عضلات اورتور بالا می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش در قدرت عضلات اورتور خطر وقوع بی‌ثباتی عملکردی ۸/۳۳ برابر کاهش می‌یابد. علاوه بر این تاثیر نتایج آزمون Y در جهت خلفی خارجی بر احتمال بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا به صورت معکوس و منفی است و نسبت شانس یا OR ژیمناست با رسش کم در جهت خلفی خارجی آزمون Y به اینکه دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا شود به میزان ۰/۷۸ بیشتر از ژیمناست با رسش زیاد در جهت خلفی خارجی آزمون Y

[1] . Odds Ratio

می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد به ازای یک واحد افزایش در رسش جهت خلفی خارجی آزمون Y خطر وقوع بی‌ثباتی عملکردی ۱/۲۸ برابر کاهش می‌یابد.

محدودیت‌های تحقیق

محدودیت های این تحقیق تعداد کم دختران ژیمناست دارای شرایط حضور در تحقیق طبق معیارهای ورد و خروج تحقیق و عدم همکاری اولیاء بعضی از آزمودنی‌ها بود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق به نظر می‌رسد، از عوامل درونی بروز آسیب بی‌ثباتی مچ پا متغیرهای قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی فلکشن، دامنه حرکتی پلانتار فلکشن و نتایج آزمون Y در جهت خلفی خارجی مشارکت معنی‌داری در مدل رگرسیونی دارند و چهار متغیر قدرت عضلات اورتور، دامنه حرکتی دورسی فلکشن، دامنه حرکتی پلانتار فلکشن و آزمون Y در جهت خلفی خارجی توانایی پیش‌بینی بروز بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را دارند.

ملاحظات اخلاقی

رضایت آگاهانه از والدین ژیمناست‌ها اخذ شد. همچنین داده‌های شرکت‌کنندگان با حفظ حریم خصوصی و تضمین ناشناس بودن آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. علاوه بر این، محققان اقدامات احتیاطی را برای کاهش استرس فیزیکی و روانی انجام دادند.

حمایت مالی

نویسندگان پژوهش حاضر هیچ گونه حمایت مالی برای تحقیق و انتشار این مقاله دریافت نکردند.

قدردانی

این مقاله بر اساس پایان نامه کارشناسی‌ارشد از دانشگاه تهران مستخرج شده است. نویسندگان از همه کسانی که در این مطالعه مشارکت داشته‌اند تشکر و قدر دانی می‌کنند.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

References

1. Tayne S, Bejarano-Pineda L, Hutchinson MR. Gymnastics (Artistic, Rhythmic, Trampoline). Specific Sports-Related Injuries. 2021:65-79.
2. Eckers F, Fischer L, Tscholl PM. Gymnastics. Injury and Health Risk Management in Sports: A Guide to Decision Making. 2020:733-40.
3. Xiao X, Xiao W, Li X, Wan B, Shan G. The influence of landing mat composition on ankle injury risk during a gymnastic landing: a biomechanical quantification. Acta of bioengineering and biomechanics. 2017;19(1):105--13.
4. Straker R, Exell TA, Farana R, Hamill J, Irwin G. Biomechanical responses to landing strategies of female artistic gymnasts. European journal of sport science. 2022;22(11):1678-85.
5. Caldemeyer LE, Brown SM, Mulcahey MK. Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. The Physician and Sportsmedicine. 2020;48(4):363-9.
6. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability. Journal of athletic training. 2019;54(6):603-10.
7. Delahunt E, Remus A. Risk factors for lateral ankle sprains and chronic ankle instability. Journal of athletic training. 2019;54(6):611-6.
8. Albright JA, Meghani O, Lemme NJ, Owens BD, Tabaddor R. Characterization of Musculoskeletal Injuries in Gymnastics Participants From 2013 to 2020. Sports Health. 2023;15(3):443-51.
9. Purnell M, Shirley D, Nicholson L, Adams R. Acrobatic gymnastics injury: Occurrence, site and training risk factors. Physical Therapy in Sport. 2010;11(2):40-6.
10. Westermann RW, Giblin M, Vaske A, Grosso K, Wolf BR. Evaluation of men's and women's gymnastics injuries: a 10-year observational study. Sports health. 2015;7(2):161-5.
11. Wolf SF, LaBella CR. Epidemiology of gymnastics injuries. Gymnastics Medicine:

Evaluation, Management and Rehabilitation. 2020:15-25.
12. Prieto-González P, Martínez-Castillo JL, Fernández-Galván LM, Casado A, Soporki S, Sánchez-Infante J. Epidemiology of sports-related injuries and associated risk factors in adolescent athletes: An injury surveillance. International journal of environmental research and public health. 2021;18(9):4857.
13. Vuurberg G, Altink N, Rajai M, Blankevoort L, Kerkhoffs GM. Weight, BMI and stability are risk factors associated with lateral ankle sprains and chronic ankle instability: a meta-analysis. Journal of ISAKOS. 2019;4(6):313-27.
14. Alkuwari HI, Alnaemi MH, Almarri SS, Balista SMS. Intrinsic predictive factors for acute and recurrent lateral ankle sprain in active and athlete population: A systematic review. Middle East Journal of Family Medicine. 2020;7(10):228.
15. de Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes G. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2013;23(5):541-7.
16. Chinn L, Dicharry J, Hertel J. Ankle kinematics of individuals with chronic ankle instability while walking and jogging on a treadmill in shoes. Physical Therapy in Sport. 2013;14(4):232-9.
17. Karbalaeimahdi M, Alizadeh M, Minoonejad H. Comparison of Single-Leg Balance Test in Healthy Athletes with Chronic Ankle Instability (Noncoper) and Coper. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2020;9(3):51-61.
18. Yalfani A, Gandomi F. The Prediction of Elite Athletes' Chronic Ankle Instability Based on Postural Sway's Risk Factors in Jump-Landing and Lateral Hopping Tasks. Research in Sport Medicine and Technology. 2016;14(11):63-75.
19. Shojaedin SS, Sadeghi H, Torkmani H. The effect of performing a strength training course on the ratio of evertor to invertor muscle strength in football players with chronic wrist instability. Research in sports management and movement behavior. 2006;10(6):55-75.
20. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang A-G. G* Power (Version 3.1. 9.2). Germany: University of Kiel. 2014.
21. Hadadi M, Ebrahimi Takamjani I, Ebrahim Mosavi M, Aminian G, Fardipour S, Abbasi F. Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the Persian version of the Cumberland Ankle Instability Tool. Disability and rehabilitation. 2017;39(16):1644-9.
22. Sisto SA, Dyson-Hudson T. Dynamometry testing in spinal cord injury. Journal of Rehabilitation Research & Development. 2007;44(1).
23. Heydari S, Saki F, Yalfani A. Intrinsic risk factors for lateral ankle sprain in athletes: A longitudinal study. Research in Medicine: Journal of Research in Medical Sciences. 2021;45(2).
24. Qeitasi M, Alizadeh M, Rajabi R. Is Q-angle a predictor of knee ligament and meniscus injury in elite wrestlers? Movement. 2009;39(39):5-20.
25. Hoch MC, Staton GS, McKeon JMM, Mattacola CG, McKeon PO. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. Journal of Science and Medicine in Sport. 2012;15(6):574-9.
26. Sahebozamani M, Mohammad ali nasab firouzjah b, Daneshmandi H. Effect of Core Stability Training on the Trunk Endurance of Indoor Soccer Players. Studies in Sport Medicine. 2014;6(15):15-28.
27. Bradić J, Kovačević E, Bradić1 A. Dorsiflexion range of motion does not significantly influence balance in physically active young women. Homo Sporticus. 2012;2:19-22.
28. Willems TM, Witvrouw E, Delbaere K, Philippaerts R, De Bourdeaudhuij I, De Clercq D. Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in females–a prospective study. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2005;15(5):336-45.
29. Tabrizi P, McIntyre W. Limited dorsiflexion predisposes to injuries of the ankle in children. The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume. 2000;82(8):1103-6.
30. de Noronha M, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL. Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural

sway predict occurrence of lateral ankle sprain? British journal of sports medicine. 2006;40(10):824-8.
31. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. The American journal of sports medicine. 2012;40(8):1842-50.
32. Hanci E, Sekir U, Gur H, Akova B. Eccentric training improves ankle evertor and dorsiflexor strength and proprioception in functionally unstable ankles. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2016;95(6):448-58.
33. Darzi Z, Alizadeh MH, Jamshidi AA. A comparison between hip and ankle eccentric torque in female athletes with functional ankle instability. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2012;8(2):272-8.
34. Halabchi F, Angoorani H, Mirshahi M, Shahi . MHP, Mansournia MA. The prevalence of selected intrinsic risk factors for ankle sprain among elite football and basketball players. Asian journal of sports medicine. 2016;7(3).
35. Knapp D, Lee SY, Chinn L, Saliba SA, Hertel J. Differential ability of selected postural-control measures in the prediction of chronic ankle instability status. Journal of athletic training. 2011;46(3):257-62.
36. Okamura K, Hasegawa M, Egawa K, Fukuda K, Oki S, Tanaka S, et al. Intrinsic Risk Factors for Ankle Sprains in Female Soccer Players: Examination of Japanese Top League Players with History of Ankle Sprain. Football Science. 2020;17:108-14.
37. Beynnon BD, Renström PA, Alosa DM, Baumhauer JF, Vacek PM. Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. Journal of orthopaedic research. 2001;19(2):213-20.