

Research Paper

The Relationship of Sports Injuries With Knee Isokinetic Strength, Anaerobic Power, and Balance in Iranian Paralympic Athletes



*Amir Hossein Barati¹ , Morteza Barzegar Bafrouei¹ , Mojtaba Rouhi¹

1. Department of Health and Sports Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences and Health Promotion, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.



Citation Hossein Barati A, Barzegar Bafrouei M, Rouhi M [The Relationship of Sports Injuries With Knee Isokinetic Strength, Anaerobic Power, and Balance in Iranian Paralympic Athletes (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(4):592-605. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3352>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3352>

ABSTRACT

Background and Aims Paralympic athletes are at increased risk of overuse injuries due to their unique physical conditions, which may impair their performance. This study aimed to investigate the relationship of sports injuries with physiological and functional indicators (knee isokinetic strength, anaerobic power, and balance) in Iranian Paralympic athletes.

Methods This descriptive-analytical study was conducted on 76 elite male and female Iranian athletes with physical and motor disabilities (Mean age: 32±2.99 years) from 11 sports disciplines competing in the Paris 2024 Paralympic Games. The knee isokinetic strength was measured by the Biodex system. The anaerobic power was calculated using the Wingate test. Also, static and dynamic balances were measured using the Stork test and the Y-balance test, respectively. To assess sports injuries, the Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC) questionnaire was used. Based on its score, athletes were classified into three groups: non-injured, moderately injured, and severely injured.

Results Regarding the OSTRC questionnaire components, the injured group showed significantly higher mean scores than the non-injured group in participation ($P=0.001$), performance ($P=0.001$), pain ($P=0.001$), training volume ($P=0.027$), and total score ($P=0.001$). However, the t-test results revealed no statistically significant differences between non-injured and injured groups in right knee strength ($P=0.945$), left knee strength ($P=0.354$), peak anaerobic power ($P=0.498$), mean anaerobic power ($P=0.352$), static balance ($P=0.373$), or dynamic balance ($P=0.326$). Pearson's correlation test results indicated a non-significant relationship between injury and physiological/functional indicators ($P>0.05$).

Conclusion The results emphasize the importance of integrating both subjective and objective evaluation methods in analyzing the performance of Paralympic athletes. The findings can be useful in the design of training, rehabilitation, and injury prevention programs for these athletes.

Keywords Sports injury, Athletic performance, Paralympic athlete, Isokinetic indicators, Oslo questionnaire

Received: 10 Apr 2025

Accepted: 30 Apr 2025

Available Online: 23 Sep 2025

* Corresponding Author:

Amir Hossein Barati, Associate Professor.

Address: Department of Health and Sports Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences and Health Promotion, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 1930811

E-Mail: ah_barati@sbu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Paralympic games are the largest and most prominent sporting event for athletes with disabilities. By classifying athletes based on the type and severity of their disability, the games ensure fair competition. However, participation in Paralympic sports is associated with a high risk of injury. Unique physiological profiles, altered biomechanics, and the use of wheelchairs or prosthetics contribute to injury susceptibility.

The most commonly affected areas in Paralympic athletes include major joints, including the knee and ankle, as well as core muscles, which directly impact isokinetic strength and balance. Isokinetic strength, particularly in the knee joint, plays a critical role in both performance quality and injury prevention. Similarly, static and dynamic balance are essential for movement control, and their impairment may predispose athletes to secondary injuries. Aerobic and anaerobic capacities are other fundamental factors influencing performance and are negatively affected by chronic injuries. Declines in these capacities not only hinder sports performance but may also impact psychological well-being and quality of life. Despite the importance of injury prevention and performance optimization, few studies have comprehensively investigated the effects of injuries on functional and physiological indicators in Iranian Paralympic athletes. Therefore, this study aimed to examine the effects of overuse injuries on knee isokinetic strength, anaerobic power, and balance of Iranian Paralympic athletes.

Methods

This is a descriptive-analytical study. Participants were 76 elite Iranian athletes with physical and motor disabilities attending official national training camps who were going to participate in the Paris 2024 Paralympic Games. They were purposefully selected. Inclusion criteria were at least three years of professional sports experience, Paralympic national team membership, stable general health, and informed consent. Knee flexion and extension strength was measured using the Biodex System 4 at 60°/sec. Adjustments were made for athletes using wheelchairs or prosthetics. For assessing the anaerobic power, Wingate tests were performed using an adapted ergometer for upper and lower limbs, recording peak power, mean power, and fatigue index. Static balance was assessed using the single-leg stance test, and dynamic balance was evaluated using the Y-Balance test in three directions (anterior, posteromedial, posterolateral). All tests were adapted to individual impairments. The Oslo sports trauma research center (OSTRC) questionnaire was used to evaluate overuse injury incidence and impact on participation, performance, pain, and training volume. Using the final score of the Oslo questionnaire, the injuries were categorized into mild, moderate, and severe.

Data were analyzed in SPSS software, version 26. Descriptive statistics (mean, standard deviation, range), independent t-test (to examine the differences between injured and non-injured athletes), Pearson correlation test (to examine the relationship between injury severity and indicators), and one-way ANOVA (to examine the differences across sports disciplines) were conducted. Significance level was set at 0.05.

Table 1. Results of the independent t-test

Index	Mean±SD		t	p
	Non-injured	Injured		
Right knee strength (Nm/kg)	174.56±15.18	174.28±13.38	0.069	0.945
Left knee strength (Nm/kg)	167.26±17.50	171.70±15.57	-0.944	0.354
Peak anaerobic power (Watt)	472.28±32.01	466.28±31.01	0.686	0.498
Mean anaerobic power (Watt)	387.51±27.03	380.58±24.91	0.947	0.352
Static balance (Seconds)	83.59±4.91	84.93±6.87	-0.903	0.373
Dynamic balance (cm)	80.68±5.58	79.13±5.80	1.100	0.326

Table 2. Results of ANOVA for the differences in physiological and functional indicators between different Paralympic disciplines

Index	Mean±SD	F	P
Right knee strength (Nm/kg)	174.34±13.69	0.63	0.783
Left knee strength (Nm/kg)	170.72±16.00	0.399	0.943
Peak anaerobic power (Watt)	467.61±31.12	1.045	0.417
Mean anaerobic power (Watt)	382.11±25.38	0.776	0.651
Static balance (Seconds)	84.64±6.49	1.418	0.193
Dynamic balance (cm)	79.47±5.76	0.648	0.767

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Results

Participants consisted of 76 athletes from 11 sports. The highest injury rates were observed in goalball, judo, shooting, and swimming (100%) athletes, while paracanoe athletes showed the lowest injury rate (33.3%). Shoulder injury was the most common injury (20.5%), followed by hand/finger (17%) and knee (13.6%) injuries. Independent t-test results revealed significant differences in all four OSTRC domains between injured and non-injured athletes ($P<0.05$), with the injured group reporting higher scores.

However, physiological and functional indicators, including knee isokinetic strength, anaerobic power, and balance, did not show significant differences between the two groups (Table 1). The ANOVA results (Table 2) showed no significant differences across different sports disciplines. Pearson correlation test results indicated weak, non-significant relationships between injury status and physiological indicators (knee strength, anaerobic power, and balance).

Conclusion

Although injured Paralympic athletes demonstrated lower scores in several physiological and functional factors compared to their non-injured peers, these differences were not statistically significant in most cases. In contrast, subjective evaluation using the OSTRC questionnaire revealed higher levels of pain, training volume, and reduced performance among the injured group. These results underscore the need for multidimensional assessment strategies that combine objective and subjective tests to provide a more accurate and holistic understanding of Paralympic athletes' functional status. The results of this study can be helpful for coaches, sports team physicians, physiotherapists, and rehabilitation experts. Training, rehabilitation, and injury prevention programs tailored to individual

needs (based on both clinical evidence and athletic outcomes) may significantly enhance performance, reduce injury risk, and improve overall quality of life for Paralympic athletes.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All participants signed an informed consent form before the study. Their information was kept confidential, and full anonymization was ensured.

Funding

This article was extracted from the research project of Amir Hossein Barati, funded by the [National Paralympic Committee of the Islamic Republic of Iran](#).

Authors' contributions

Conceptualization, data collection, and statistical analysis: Amir Hossein Barati; Methodology and data interpretation: Morteza Barzegar Bafrouei; writing, editing & review: Mojtaba Rouhi. Final approval: All authors.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all the athletes, coaches, and team managers of the participating teams for their cooperation in this study.



مقاله پژوهشی

ارتباط آسیب‌های ورزشی با شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکردی در ورزشکاران پارالمپیک شرکت‌کننده در بازی‌های تابستانی ۲۰۲۴ پاریس

*امیر حسین براتی^۱، مرتضی برزگر بفرودی^۱، مجتبی روحی^۱

۱. گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.



Citation Hossein Barati A, Barzegar Bafrouei M, Rouhi M [The Relationship of Sports Injuries With Knee Isokinetic Strength, Anaerobic Power, and Balance in Iranian Paralympic Athletes (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(4):592-605. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3352>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3352>

چکیده

مقدمه و اهداف ورزشکاران پارالمپیک به دلیل شرایط جسمانی خاص در معرض آسیب‌اند که ممکن است عملکردشان را کاهش دهد. هدف از این پژوهش بررسی ارتباط آسیب‌های ورزشی با شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکردی در پارالمپیک ۲۰۲۴ پاریس است.

مواد و روش‌ها این مطالعه به روش توصیفی تحلیلی و با مشارکت ۷۶ ورزشکار مرد و زن از ۱۱ رشته ورزشی شرکت‌کننده در المپیک پارالمپیک ۲۰۲۴ پاریس، با میانگین سنی $32 \pm 2/99$ سال انجام شد. داده‌ها از طریق آزمون‌های قدرت ایزوکینتیک (دستگاه Biodex)، توان بی‌هوازی (آزمون وینگیت)، تعادل ایستا (آزمون استروک) و تعادل پویا (آزمون وای) جمع‌آوری شد. برای سنجش آسیب‌های ورزشی از پرسش‌نامه استاندارد و معتبر اسلو شامل ۴ مؤلفه اصلی استفاده شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد تفاوت میانگین امتیاز مؤلفه‌های پرسش‌نامه اسلو بین گروه‌های سالم و آسیب‌دیده از نظر آماری معنادار بود ($P < 0/05$) که نشان می‌دهد آسیب‌های ورزشی به‌طور واقعی و قابل‌اطمینان با افزایش درد، افت عملکرد و کاهش کیفیت تمرین مرتبط هستند. مشارکت ($P = 0/001$)، عملکرد ورزشی ($P = 0/001$)، احساس درد ($P = 0/001$)، اختلال در تمرین ($P = 0/027$) و امتیاز کل ($P = 0/001$) در مقابل مقایسه میانگین شاخص‌های فیزیولوژیک بین ۲ گروه سالم و آسیب‌دیده نشان داد این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبودند. به‌طور مشخص، مقادیر به‌دست‌آمده از آزمون تی برای قدرت زانو راست ($P = 0/945$)، قدرت زانو چپ ($P = 0/354$)، توان اوج بی‌هوازی ($P = 0/498$)، توان متوسط بی‌هوازی ($P = 0/352$)، تعادل ایستا ($P = 0/373$) و تعادل پویا ($P = 0/326$) بیانگر نبود اختلاف معنادار بین ۲ گروه بودند.

نتیجه‌گیری یافته‌ها بر ضرورت بهره‌گیری هم‌زمان از ارزیابی‌های ذهنی و عینی در تحلیل عملکرد ورزشکاران پارالمپیک تأکید دارند و می‌توانند راهنمای طراحی برنامه‌های تمرینی، بازتوانی و پیشگیری از آسیب در این گروه باشند.

کلیدواژه‌ها آسیب ورزشی، عملکرد ورزشی، ورزشکار پارالمپیک، شاخص‌های ایزوکینتیک، پرسش‌نامه اسلو

تاریخ دریافت: ۲۱ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر امیرحسین براتی

نشانی: تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، گروه تندرستی و بازتوانی ورزشی.

تلفن: ۹۸ (۹۱۲) ۱۹۳۰۸۱۱

رایانامه: ah_barati@sbu.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

تمرین یا مسابقه را ثبت می‌کنند، تمامی شکایات جسمانی را بدون در نظر گرفتن شدت و زمان ازدست‌رفته ثبت می‌کند و از این رو دیدی جامع‌تر نسبت به وضعیت سلامت ورزشکار ارائه می‌دهد [۱۰]. این پرسش‌نامه شامل ۴ سؤال اصلی در زمینه مشارکت ورزشی، سطح تمرین، عملکرد و وجود مشکل جسمانی در هفته گذشته است. استفاده از پرسش‌نامه اسلو، به‌ویژه در جمعیت ورزشکاران پارالمپیک می‌تواند ابزار مؤثری برای شناسایی زود هنگام آسیب‌ها و طراحی مداخلات هدفمند باشد.

علاوه بر ارزیابی آسیب، بررسی اثرات آن بر متغیرهای عملکردی و فیزیولوژیکی نیز اهمیت بالایی دارد. قدرت ایزو کینتیک زانو یکی از شاخص‌های کلیدی عملکرد عضلانی است که نقش مهمی در ثبات مفصل، پیشگیری از آسیب‌های مجدد و ارزیابی بازتوانی دارد. ضعف در عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو می‌تواند منجر به عدم تعادل عضلانی و افزایش خطر آسیب در مفاصل تحتانی شود. آزمون‌های ایزو کینتیک با فراهم کردن شرایط کنترل‌شده، امکان سنجش دقیق حداکثر گشتاور عضلانی در دامنه حرکتی مشخص را فراهم می‌کنند [۱۱]. توان بی‌هوازی نیز شاخص دیگری است که نقش تعیین‌کننده‌ای در فعالیت‌های شدید و کوتاه‌مدت دارد. در ورزشکاران پارالمپیک، ظرفیت بی‌هوازی ارتباط مستقیمی با عملکرد در بسیاری از رشته‌ها دارد و افت در این توان ممکن است منجر به افزایش خستگی، کاهش توان ضربه‌ای و افت عملکرد کلی شود. اندازه‌گیری توان بی‌هوازی از طریق آزمون‌هایی نظیر وینگیت، می‌تواند اطلاعات کاربردی در خصوص وضعیت متابولیکی ورزشکار ارائه دهد [۱۲].

تعادل ایستا و پویا نیز از دیگر مؤلفه‌های حیاتی عملکردی است که هم در پیشگیری از آسیب و هم در اجرای موفق مهارت‌های حرکتی نقش دارد. تعادل ضعیف می‌تواند منجر به اختلال در اجرای مهارت‌های پایه و افزایش خطر زمین‌خوردن و آسیب‌های ناشی از آن شود. در ورزشکاران پارالمپیک، بررسی تعادل می‌تواند معیاری مهم برای ارزیابی آمادگی عملکردی و طراحی تمرینات اصلاحی محسوب شود [۱۳].

با وجود شواهد پراکنده، در پژوهش‌های داخلی مطالعه‌ای جامع که به‌طور هم‌زمان اثر آسیب‌های حاد و مزمن را بر متغیرهای عملکردی، فیزیولوژیکی و روانی ورزشکاران پارالمپیک بررسی کند، وجود ندارد. این خلأ پژوهشی باعث شده است برنامه‌های توان‌بخشی و تمرینی، بدون توجه به روابط پیچیده میان این شاخص‌ها طراحی شوند. براین اساس پژوهش حاضر باهدف بررسی ارتباط بین آسیب‌های حاد و مزمن با قدرت ایزو کینتیک زانو، توان بی‌هوازی، تعادل ایستا و پویا و وضعیت روان‌شناختی ورزشکاران ملی پارالمپیک شرکت‌کننده در بازی‌های تابستانی ۲۰۲۴ پاریس طراحی و اجرا شده است. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به طراحی مداخلات دقیق‌تر، بازتوانی هدفمند، و ارتقای عملکرد ورزشی و کیفیت زندگی این ورزشکاران کمک کند.

ورزش‌های پارالمپیک به‌عنوان بستری منحصر به فرد، زمینه‌ساز فرصت‌های ارزنده‌ای برای افراد دارای معلولیت شده‌اند تا بتوانند در بالاترین سطوح رقابتی شرکت کنند و از مزایای جسمانی، روانی و اجتماعی ورزش بهره‌مند گردند [۱]. بازی‌های پارالمپیک، بزرگ‌ترین و شناخته‌شده‌ترین رویداد ورزشی معلولین در جهان، علاوه بر ترویج فعالیت بدنی و ارتقای سلامت جسمی و روانی، نقشی اساسی در افزایش اعتماد به نفس و توانمندسازی اجتماعی ورزشکاران دارای معلولیت ایفا می‌کند [۲]. این رویداد مهم، ورزشکاران را براساس نوع و شدت معلولیت آن‌ها دسته‌بندی می‌کند تا اصل برابری و عدالت در رقابت‌ها رعایت شود [۳، ۴]. با وجود مزایای متعدد ورزش‌های پارالمپیک، مشارکت در این رویدادها و تمرینات آماده‌سازی مرتبط، با ریسک بالایی از آسیب‌های ورزشی همراه است [۵].

تفاوت در الگوهای حرکتی، شرایط آناتومیکی خاص، استفاده از وسایل کمکی و شدت تمرینات باعث شده است میزان آسیب‌های حاد و مزمن در این گروه بالاتر از جمعیت عمومی ورزشکاران باشد [۶]. براساس گزارش‌های اخیر، شایع‌ترین آسیب‌ها در این گروه شامل کشیدگی‌ها، اسپرین مفاصل، ناپایداری عملکردی مچ پا، آرتروز زانو و کمردرد مزمن هستند که مستقیماً می‌توانند بر عملکرد و بازگشت به ورزش تأثیرگذار باشند [۷].

با وجود مزایای متعدد ورزش‌های پارالمپیک، مشارکت در این رویدادها و تمرینات آماده‌سازی مرتبط، با ریسک بالایی از آسیب‌های ورزشی همراه است [۸]. مطالعات اپیدمیولوژیک انجام‌شده در بازی‌های پارالمپیک توکیو ۲۰۲۰ نشان می‌دهند علی‌رغم کاهش میزان بروز آسیب نسبت به دوره‌های پیشین، آسیب‌های ورزشی همچنان یکی از چالش‌های مهم سلامت ورزشکاران پارالمپیک محسوب می‌شوند. براساس یافته‌های درمن و همکاران (۲۰۲۳)، از میان ۴۴۰۳ ورزشکار شرکت‌کننده در این بازی‌ها، ۸ درصد از ورزشکاران حداقل ۱ آسیب را تجربه کردند و میزان بروز آسیب‌ها برابر با ۵/۸ آسیب در هر ۱۰۰۰ روز - ورزشکار گزارش شد. این آسیب‌ها عمدتاً از نوع حاد (سریع‌الوقوع) بوده‌اند و بیشترین درگیری آن‌ها مربوط به نواحی شانه، دست و انگشتان، زانو و ساق پا بوده است. همچنین در رشته‌هایی مانند فوتبال پنج‌نفره، تکواندو، جودو و بدمینتون، بروز آسیب‌ها به‌طور معناداری بالاتر از سایر رشته‌ها گزارش شد که نشان‌دهنده نیاز فوری به طراحی و اجرای مداخلات پیشگیرانه در این حوزه‌هاست [۹].

یکی از ابزارهای نوین و معتبر در ثبت و پایش آسیب‌های ورزشی، پرسش‌نامه مرکز تحقیقات ترومای ورزشی اسلو^۱ است که توسط کلارسن و همکاران طراحی شده است. این ابزار برخلاف سیستم‌های سنتی گزارش‌دهی که تنها آسیب‌های منجر به قطع

1. Oslo Sports Trauma Research Center Questionnaire (OSTRC)

مواد و روش‌ها

ابزار

قدرت ایزو کینتیک مفصل زانو (چپ و راست)

از دینامومتر ایزو کینتیک Biodex System 4 Pro استفاده شد تا قدرت فلکشن و اکستنشن عضلات چهارسر و همسترینگ در مفاصل زانو در زاویه ۶۰ درجه / ثانیه بررسی شود. آزمون ایزو کینتیک دارای پایایی آزمون - بازآزمون در حد خوب تا عالی برای اندازه‌گیری قدرت ایزو کینتیک مفاصل اندام تحتانی (مج، زانو و لگن) است. ضریب همبستگی برای مقادیر گشتاور اوج و میانگین در دامنه‌ای از ۰/۸۶ تا ۰/۹۵ گزارش شده که بیانگر پایایی بالا در کاربردهای بالینی و پژوهشی است [۱۴].

توان بی‌هوازی

آزمون وینگیت با استفاده از دوچرخه ارگومتر مجهز به نرم‌افزار اختصاصی برای ورزشکاران معلول اجرا شد. پارامترهایی از جمله توان اوج^۳، توان میانگین^۴ و شاخص خستگی^۵ استخراج شد. این آزمون برای اندام تحتانی و اندام فوقانی اجرا شد. آزمون وینگیت در شرایط استاندارد برای ورزشکاران دارای معلولیت دارای روایی بالایی بین ۰/۷۹ تا ۰/۹۰ گزارش شد [۱۵].

تعادل ایستا و پویا

تحقیقات انجام‌شده روایی و پایایی آزمون ایستادن روی یک پا^۶ برای ارزیابی تعادل ایستا بررسی کرده است. نتایج نشان داد پایایی آزمون بازآزمون با استفاده از شاخص سرعت مرکز فشار^۷ در شرایط استفاده از بهترین تلاش، بین ۸۷/۰ تا ۹۷/۰ گزارش شد که بیانگر پایایی بسیار خوب تا عالی است. همچنین استفاده از بهترین تلاش به جای میانگین تلاش‌ها باعث کاهش خطای اندازه‌گیری شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد آزمون مذکور دارای روایی محتوایی و کاربردی قابل قبول بوده و ابزار معتبری برای ارزیابی تعادل ایستا در جمعیت‌های بالینی و ورزشی محسوب می‌شود [۱۶]. پایایی بین ارزیاب آزمون وای بالانس^۸ برای ارزیابی تعادل پویا بسیار بالا گزارش شده است، به طوری که ضریب همبستگی درون کلاسی بین ۰/۹۹ تا ۱/۰۰ در تمامی جهات فضایی (قدامی، خلفی داخلی، خلفی خارجی) گزارش شده است. همچنین تفاوت معنادار نتایج بین افراد سالم و دارای کمردرد مزمن در این آزمون، روایی ساختاری و تشخیصی آن را تأیید می‌کند. بنابراین آزمون وای بالانس ابزاری دارای روایی بالا و پایایی عالی برای سنجش تعادل پویا در شرایط بالینی و ورزشی است [۱۷]. تمامی آزمون‌ها با تطبیق برای ناتوانی‌های اندام تحتانی اجرا شدند و به صورت سه مرحله‌ای تکرار شدند.

این پژوهش با رویکردی توصیفی تحلیلی و از نوع کاربردی طراحی و اجرا شد. جامعه آماری شامل کلیه ورزشکاران پارالمپیک اعزامی به بازی‌های پارالمپیک پاریس ۲۰۲۴ و دارای ناتوانی‌های جسمی حرکتی عضو تیم‌های ملی جمهوری اسلامی ایران در سال اجرای پژوهش بود که در اردوهای رسمی آماده‌سازی پیش از اعزام به رقابت‌های بین‌المللی حضور داشتند. این ورزشکاران در رشته‌های مختلف پارالمپیک فعالیت داشتند و در چارچوب برنامه‌های رسمی فدراسیون ورزش‌های جانبازان و معلولین ایران انتخاب و ساماندهی شده بودند.

در راستای تحقق اهداف پژوهش، نمونه آماری شامل ۷۶ ورزشکار مرد و زن با میانگین سنی $32 \pm 2/99$ سال از ۱۱ رشته ورزشی منتخب بود که از میان جامعه مذکور و براساس روش نمونه‌گیری هدفمند^۲ انتخاب شدند. در این روش، پژوهشگران باتوجه به ویژگی‌های خاص جامعه آماری و ضرورت انطباق کامل نمونه با ویژگی‌های پژوهش، تمامی افراد واجد شرایط را به عنوان نمونه در نظر گرفتند. درواقع، به دلیل محدود بودن جامعه هدف و تخصصی بودن ویژگی‌های افراد، نمونه آماری منطبق بر جامعه آماری در دسترس بود.

معیارهای ورود به مطالعه: داشتن سابقه حداقل ۳ سال فعالیت حرفه‌ای ورزشی در سطح ملی یا بین‌المللی، عضویت رسمی در تیم ملی پارالمپیک مرتبط با رشته ورزشی، برخورداری از سلامت عمومی پایدار به تأیید پزشک تیم و ارائه رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه جهت شرکت در پژوهش. با در نظر گرفتن محدودیت حجم جامعه و بر پایه معیارهای علمی تعیین حجم نمونه برای مطالعات همبستگی و تحلیل‌های پارامتریک، حجم نمونه ۷۶ نفری انتخاب‌شده، از کفایت آماری لازم برخوردار بود. این حجم، ضمن تأمین توان آماری مورد نیاز برای تحلیل‌های پیش‌بینی‌شده، نماینده‌ای جامع از ورزشکاران حرفه‌ای پارالمپیک کشور در زمان انجام پژوهش به شمار می‌رود.

گردآوری داده‌ها با استفاده از ترکیبی از آزمون‌های میدانی و آزمایشگاهی معتبر انجام گرفت. این آزمون‌ها متناسب با ویژگی‌های عملکردی و فیزیولوژیکی ورزشکاران پارالمپیک انتخاب شده و تحت نظارت تیمی متشکل از متخصصین فیزیولوژی ورزشی، پزشکی ورزشی، تمرینات اصلاحی و کارشناسان ارشد ورزش معلولین اجرا شدند. ابزارها و متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در ادامه ذکر شده‌اند.

3. Peak Power (PP)
4. Mean Power (MP)
5. Fatigue Index (FI)
6. Stork Stand Test
7. CP-Speed
8. Y-Balance

2. Purposeful Sampling

پرسش‌نامه مسائل سلامتی مرکز تحقیقات ترومای ورزشی اسلو

یافته‌ها

پژوهش حاضر بر روی ۷۶ ورزشکار پارالمپیک ایران از ۱۱ رشته ورزشی انجام شد. از این تعداد، ۶۱ نفر مرد و ۱۵ نفر زن بودند. شرکت‌کنندگان براساس وضعیت آسیب‌دیدگی به ۳ گروه «سالم»، «دارای آسیب متوسط (مزمن)» و «دارای آسیب شدید (حاد)» تقسیم شدند. **جدول شماره ۱** توزیع فراوانی آسیب‌دیدگی را به تفکیک رشته‌های ورزشی نمایش می‌دهد.

بالاترین نرخ آسیب‌دیدگی در رشته‌های گلبال، جودو، تیراندازی و شنا (صددرصد) گزارش شد. در مقابل، رشته پاراکانو با ۳۳/۳۳ درصد، کمترین میزان آسیب را به خود اختصاص داد.

برای بررسی وضعیت سلامت ورزشی شرکت‌کنندگان، از پرسش‌نامه اسلو استفاده شد. این پرسش‌نامه شامل ۴ مؤلفه اصلی است: مشارکت، عملکرد ورزشی، احساس درد و اختلال در تمرین. **جدول شماره ۲** شاخص‌های توصیفی مربوط به هر مؤلفه را نمایش می‌دهد.

نتایج نشان داد امتیاز کل پرسش‌نامه نسبتاً بالا است و به‌طور میانگین، ورزشکاران درجاتی از اختلال عملکرد و درد را تجربه می‌کردند.

به‌منظور بررسی تفاوت در امتیازات پرسش‌نامه اسلو بین ۲ گروه سالم و آسیب‌دیده، از آزمون تی مستقل استفاده شد. نتایج در **جدول شماره ۳** ارائه شده است.

این پرسش‌نامه برای ارزیابی میزان بروز و شیوع آسیب‌های حاد و مزمن در ورزشکاران پارالمپیک استفاده شد. اطلاعات حاصل از این پرسش‌نامه به تحلیل تأثیر آسیب‌ها بر توانمندی‌های ورزشی و تعیین اولویت‌های درمانی و پیشگیری کمک کرد و روایی و پایایی آن با ضریب آلفای کرونباخ بین ۰/۹۶ تا ۰/۹۷ در مطالعات بین‌المللی تأیید شده است. این پرسش‌نامه شامل ۴ سؤال اصلی در خصوص میزان مشارکت ورزشکار در تمرین یا مسابقه، تأثیر مشکل بر عملکرد، شدت علائم و میزان اختلال کلی در ورزش است. هریک از سؤالات دارای ۴ گزینه ترتیبی با ارزش عددی صفر تا ۲۵ است و نمره نهایی از مجموع امتیازات این ۴ سؤال محاسبه می‌شود که عددی بین صفر تا ۱۰۰ خواهد بود. براین‌اساس شدت آسیب در ۵ سطح طبقه‌بندی می‌شود: بدون مشکل (صفر)، خفیف (۱ تا ۲۰)، متوسط (۲۱ تا ۴۰)، نسبتاً شدید (۴۱ تا ۶۰) و شدید (بیش از ۶۰). این روش نمره‌گذاری علاوه بر شناسایی وجود آسیب، امکان سنجش شدت اختلال عملکردی ناشی از آن را نیز فراهم می‌کند و به همین دلیل، ابزاری معتبر برای استفاده در مطالعات اپیدمیولوژیک و کاربردی در ورزشکاران حرفه‌ای محسوب می‌شود. شرکت‌کنندگان در این پژوهش براساس وضعیت آسیب‌دیدگی و با استفاده از نمره نهایی پرسش‌نامه اسلو، به ۳ گروه «سالم»، «دارای آسیب متوسط (مزمن)» و «دارای آسیب شدید (حاد)» طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی مبتنی بر نمره کل حاصل از ۴ مؤلفه اصلی پرسش‌نامه (میزان مشارکت، اختلال عملکردی، شدت درد و محدودیت کلی) بود که در مجموع نمره‌ای بین صفر تا ۱۰۰ ایجاد می‌کند [۱].

جدول ۱. توزیع آسیب‌دیدگی به تفکیک رشته ورزشی

رشته	تعداد ورزشکار	تعداد سالم	آسیب متوسط	آسیب شدید	درصد آسیب‌دیده
دو و میدانی	۱۸	۴	۱۳	۱	۷۸/۷۷
والیبال نشسته	۱۶	۳	۱۲	۱	۲۵/۸۱
تیرکمان	۹	۵	۳	۱	۴۴/۴۴
گلبال	۷	۰	۵	۲	۱۰۰/۰۰
وزنه‌برداری	۶	۱	۴	۱	۳۳/۸۳
جودو	۳	۰	۳	۰	۱۰۰/۰۰
تکواندو	۵	۲	۲	۱	۰۰/۶۰
تیراندازی	۴	۰	۴	۰	۱۰۰/۰۰
پاراکانو	۳	۲	۱	۰	۳۳/۳۳
دو و میدانی نابینایان	۳	۱	۲	۰	۶۷/۶۶
شنا	۲	۰	۱	۱	۱۰۰/۰۰

جدول ۲. آمار توصیفی مؤلفه‌های اسلو

مؤلفه	میانگین $\pm$ انحراف معیار
مشارکت	۱۳/۰۴ $\pm$ ۷/۴۶
عملکرد ورزشی	۱۱/۷۸ $\pm$ ۷/۶۰
احساس درد	۱۲/۱۳ $\pm$ ۷/۶۰
اختلال در تمرین	۱۲/۹۶ $\pm$ ۶/۹۱
امتیاز کل اسلو	۴۹/۹۱ $\pm$ ۱۵/۱۷

طب توانبخش

آسیب‌های نواحی ران، ساق و مچ پا به ترتیب با ۹، ۱۰ و ۷ مورد، سهم قابل توجهی از آسیب‌های اندام تحتانی را شامل شدند.

علاوه بر آن ۸ مورد آسیب به ناحیه ستون فقرات کمری (۱۰۵/۳ در هزار) گزارش شد که نشان‌دهنده اهمیت توجه به وضعیت تنه و پایداری مرکزی در فعالیت‌های ورزشی پارالمپیک است. سایر آسیب‌ها شامل گردن (۳ مورد)، سروسورت (۲ مورد)، و نواحی متفرقه (۴ مورد) بودند که مجموعاً کمتر از ۱۰ درصد کل آسیب‌ها را شامل می‌شدند.

این توزیع نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از آسیب‌ها در نواحی فوقانی بدن، به‌ویژه شانه و اندام‌های حرکتی فوقانی رخ داده‌اند. از این رو برنامه‌ریزی برای مداخلات پیشگیرانه تخصصی نظیر تمرینات تقویتی عضلات شانه، اصلاح تکنیک و کنترل فشارهای مکرر ضروری به نظر می‌رسد.

شاخص‌های آمار توصیفی مربوط به متغیرهای فیزیولوژیکی، عملکردی و ترکیب بدن در **جدول شماره ۴** گزارش شده است.

به‌منظور بررسی پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. نتایج نشان داد تمامی متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند ($P > 0.05$)؛ بنابراین استفاده از آزمون‌های آماری پارامتریک مجاز بود.

نتایج نشان داد در تمام مؤلفه‌ها، تفاوت بین ۲ گروه معنادار بود ($P < 0.05$). به‌طوری‌که ورزشکاران آسیب‌دیده امتیاز بالاتری را کسب کردند. این موضوع بیانگر سطح بالاتر درد، محدودیت عملکرد و اختلال تمرینی در گروه آسیب‌دیده است. برای طبقه‌بندی شدت اختلال عملکرد، از امتیاز کل پرسش‌نامه اسلو استفاده شد. براین اساس، سطوح زیر تعریف شدند که در **تصویر شماره ۱** گزارش شده است.

برای تعیین شدت آسیب، امتیاز کل پرسش‌نامه اسلو به ۳ سطح خفیف، متوسط و شدید تقسیم شد.

بیشترین تعداد ورزشکاران (۵۲/۶۰ درصد) در دسته آسیب متوسط قرار گرفتند. باین حال نسبت قابل توجهی از ورزشکاران (۶۳/۲۷ درصد) نیز دچار آسیب خفیف و شدید بودند.

در مجموع، در بین ۷۶ ورزشکار پارالمپیک مورد مطالعه، ۸۸ مورد آسیب ثبت شد در ۱۰ ناحیه آناتومیک دسته‌بندی شدند (تصویر شماره ۱). شایع‌ترین ناحیه آسیب‌دیده، شانه بود که ۱۸ مورد آسیب (۲۰/۵ درصد از کل آسیب‌ها) را به خود اختصاص داد و نرخ بروز آن معادل ۲۳۶/۸ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار بود. این میزان، شانه را به آسیب‌پذیرترین ناحیه در این گروه تبدیل کرده است. در ادامه، دست و انگشتان با ۱۵ مورد آسیب (۱۷/۰ درصد؛ ۱۹۷/۴ در هزار) و زانو با ۱۲ مورد آسیب (۱۳/۶ درصد؛ ۱۵۷/۹ در هزار) در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند.

جدول ۳. مقایسه مؤلفه‌های اسلو بین ۲ گروه سالم و آسیب‌دیده

مؤلفه	آماره تی	P
مشارکت	-۴/۱۴۹	۰/۰۰۱**
عملکرد ورزشی	-۳/۷۹۸	۰/۰۰۱**
احساس درد	-۵/۸۹۱	۰/۰۰۱**
اختلال در تمرین	-۲/۳۴۴	۰/۰۲۳**
امتیاز کل اسلو	-۱۳/۲۷۱	۰/۰۰۱**

طب توانبخش

$P < 0.05^{**}$

جدول ۴. آمار توصیفی متغیرها

شاخص	میانگین $\pm$ انحراف معیار
قدرت زانوی راست (نیوتن / کیلوگرم)	۱۷۴/۳۴ $\pm$ ۱۳/۶۹
قدرت زانوی چپ (نیوتن / کیلوگرم)	۱۷۰/۷۲ $\pm$ ۱۶/۰۰
توان اوج بی‌هوازی (وات)	۴۶۷/۶۱ $\pm$ ۳۱/۱۲
توان متوسط بی‌هوازی (وات)	۳۸۲/۱۱ $\pm$ ۲۵/۳۷
تعادل ایستا (نمره)	۸۴/۶۴ $\pm$ ۶/۴۹
تعادل پویا (نمره)	۴۷/۷۹ $\pm$ ۷/۵

طب توانبخشی

مصرفی تفاوت نسبی بیشتری داشت، اما این تفاوت نیز از نظر آماری معنادار گزارش نشد.

برای بررسی تفاوت شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی میان رشته‌های مختلف پارالمپیک، از آزمون آنوای یک‌طرفه استفاده شد. نتایج نشان داد هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معناداری بین

برای بررسی تفاوت در متغیرهای عملکردی بین گروه‌های سالم و آسیب‌دیده، از آزمون تی مستقل استفاده شد. نتایج حاصل در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

هیچ‌یک از تفاوت‌های مشاهده‌شده بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار نبودند ($P > 0.05$). اگرچه شاخص حداکثر اکسیژن

جدول ۵. نتایج آزمون تی مستقل بین گروه‌های سالم و آسیب‌دیده

P	آماره تی	میانگین $\pm$ انحراف معیار		شاخص
		سالم	آسیب‌دیده	
۰/۹۴۵	۰/۰۶۹	۱۷۴/۵۶ $\pm$ ۱۵/۱۸	۱۷۴/۲۸ $\pm$ ۱۳/۳۸	قدرت زانوی راست (نیوتن / کیلوگرم)
۰/۳۵۴	۰/۰۹۳۴	۱۶۷/۲۶ $\pm$ ۱۷/۵۰	۱۷۱/۷۰ $\pm$ ۱۵/۵۷	قدرت زانوی چپ (نیوتن / کیلوگرم)
۰/۴۹۸	۰/۰۶۸۶	۴۷۲/۲۸ $\pm$ ۳۲/۰۱	۴۶۶/۲۸ $\pm$ ۳۱/۰۱	توان اوج بی‌هوازی (وات)
۰/۳۵۲	۰/۰۹۴۷	۳۸۷/۵۱ $\pm$ ۲۷/۰۳	۳۸۰/۵۸ $\pm$ ۲۴/۹۱	توان متوسط بی‌هوازی (وات)
۰/۳۷۳	۰/۰۹۰۳	۸۳/۵۹ $\pm$ ۴/۹۱	۸۴/۹۳ $\pm$ ۶/۸۷	تعادل ایستا (ثانیه)
۰/۳۳۶	۱/۰۰۱	۸۰/۶۸ $\pm$ ۵/۵۸	۷۹/۱۳ $\pm$ ۵/۸۰	تعادل پویا (سانتی‌متر)

طب توانبخشی

جدول ۶. بررسی تفاوت شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی میان رشته‌های مختلف پارالمپیک

P	F	میانگین $\pm$ انحراف معیار	شاخص
		رشته‌ها	
۰/۷۸۳	۰/۰۶۳	۱۷۴/۳۴ $\pm$ ۱۳/۶۹	قدرت زانوی راست (نیوتن / کیلوگرم)
۹۴۳/۰	۳۹۹/۰	۱۷۰/۷۲ $\pm$ ۱۶/۰۰	قدرت زانوی چپ (نیوتن / کیلوگرم)
۰/۴۱۷	۱/۰۴۵	۴۶۷/۶۱ $\pm$ ۳۱/۱۲	توان اوج بی‌هوازی (وات)
۰/۶۵۱	۰/۰۷۷۶	۳۸۲/۱۱ $\pm$ ۲۵/۳۸	توان متوسط بی‌هوازی (وات)
۰/۱۹۳	۱/۴۱۸	۸۴/۶۴ $\pm$ ۶/۴۹	تعادل ایستا (ثانیه)
۰/۷۶۷	۰/۰۶۴۸	۷۹/۴۷ $\pm$ ۵/۷۶	تعادل پویا (سانتی‌متر)

طب توانبخشی

جدول ۷. ضریب همبستگی بین آسیب‌دیدگی و شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی

شاخص	ضریب همبستگی (r)	P
قدرت زانوی راست (نیوتن/کیلوگرم)	-۰/۰۰۹	۰/۹۴۱
قدرت زانوی چپ (نیوتن/کیلوگرم)	۰/۱۱۶	۰/۳۱۶
توان اوج بی‌هوازی (وات)	-۰/۰۸۰	۰/۴۸۷
توان متوسط بی‌هوازی (وات)	-۰/۱۱۴	۰/۳۳۴
تعادل ایستا (نمره)	-۰/۰۴۶	۰/۶۷۱
تعادل پویا (نمره)	-۰/۰۵۰	۰/۶۴۶

طب توانبخشی

نتایج نشان داد هیچ‌یک از شاخص‌های موردبررسی دارای همبستگی معنادار با وضعیت آسیب‌دیدگی ورزشکاران نبودند ($P > ۰/۰۵$) بالاترین همبستگی مثبت مربوط به حداکثر اکسیژن مصرفی ($r = ۰/۱۷۲$) و بالاترین همبستگی منفی مربوط به توان متوسط بی‌هوازی ($r = ۰/۱۱۴$) بود که هیچ‌کدام از نظر آماری معنادار نبودند.

بحث

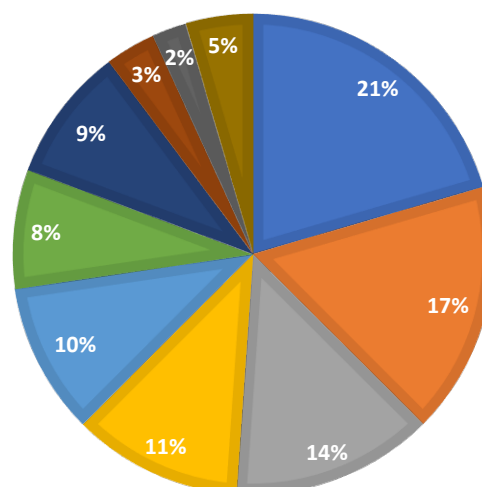
یافته‌های این پژوهش بیانگر آن است که آسیب‌های ورزشی، اگرچه در برخی از شاخص‌های عملکردی و فیزیولوژیکی باعث افت نسبی در عملکرد ورزشکاران پارالمپیک شده‌اند، اما تفاوت آماری معناداری میان ورزشکاران سالم و آسیب‌دیده در اکثر متغیرها مشاهده نشد. این مسئله نشان می‌دهد تأثیر آسیب‌های ورزشی در این گروه ممکن است پیچیده‌تر و چندبعدی‌تر از آن باشد که تنها با ارزیابی‌های سنتی قابل تشخیص باشد [۱۸]. ارزیابی‌های سنتی مانند سنجش ایزوله توان عضلانی یا آزمون‌های آزمایشگاهی تک‌زمانی، گرچه پرکاربرد و ساده‌اند، اما ممکن است

رشته‌ها نداشتند ($P > ۰/۰۵$). این موضوع می‌تواند بیانگر همگنی نسبی ویژگی‌های بدنی در میان ورزشکاران یا تأثیر بیشتر عوامل فردی و تمرینی نسبت به نوع رشته باشد.

برای بررسی تفاوت شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی میان رشته‌های مختلف پارالمپیک، از آزمون آنوای^۹ یک‌طرفه استفاده شد. نتایج نشان داد هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معناداری بین رشته‌ها نداشتند ($P > ۰/۰۵$) که در **جدول شماره ۶** ارائه شده است. این موضوع می‌تواند بیانگر همگنی نسبی ویژگی‌های بدنی در میان ورزشکاران یا تأثیر بیشتر عوامل فردی و تمرینی نسبت به نوع رشته باشد.

به‌منظور بررسی ارتباط بین وضعیت آسیب‌دیدگی ورزشکاران (کدگذاری شده به‌صورت صفر برای افراد سالم و ۱ برای افراد آسیب‌دیده) و شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی منتخب، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاصل در **جدول شماره ۷** ارائه شده است.

9. ANOVA



تصویر ۱. درصد تفکیک آسیب‌ها براساس نواحی مختلف بدن

طب توانبخشی

یا بهره‌گیری از تمرینات هدفمند موجب حفظ سطح عملکرد عضلانی شده باشد [۲۷]. این موضوع همچنین نشان می‌دهد سنجش براساس یافته‌های ایزوکینتیک، به‌تنهایی نمی‌تواند تفاوت‌های عملکردی ظریف را به‌ویژه در افراد با محدودیت‌های عصبی عضلانی نشان دهد [۲۸]. نکته حائز اهمیت دیگر، شیوع بالای آسیب در برخی رشته‌ها نظیر جودو، گلبال و تیراندازی است که با یافته‌های فاگر و همکاران و توآکلی و همکاران هم‌راستا است. این یافته، اهمیت اقدامات پیشگیرانه اختصاصی برای هر رشته را برجسته می‌کند [۲۹، ۳۰].

بر همین اساس، برنامه‌ریزی برای مداخلات پیشگیرانه تخصصی، از جمله تمرینات تقویتی عضلات شانه، اصلاح تکنیک‌های حرکتی و کنترل بارهای تمرینی تکرارشونده، به‌ویژه در رشته‌هایی با نرخ آسیب بالا، ضروری و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد.

درمجموع، یافته‌های این تحقیق اهمیت استفاده از رویکردهای چندبعدی در تحلیل آسیب و عملکرد را تأیید می‌کند. تحلیل‌های صرفاً آماری ممکن است نتوانند واقعیت پیچیده عملکرد انسانی در ورزشکاران پارالمپیک را به‌درستی بازتاب دهند، بنابراین ترکیب داده‌های کمی با ارزیابی‌های کیفی، ابزارهای خوداظهاری و تحلیل‌های تخصصی مورد تأکید قرار می‌گیرد [۳۱-۳۳].

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد گرچه ورزشکاران پارالمپیک آسیب‌دیده در برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی، مانند قدرت عضلانی، تعادل و توان بی‌هوازی عملکردی پایین‌تر از همتایان سالم خود داشتند، اما این اختلافات در اکثر موارد از نظر آماری معنادار نبود. در نقطه مقابل، پرسش‌نامه اسلو که بر پایه گزارش‌های خوداظهاری طراحی شده است، به‌روشنی نشان داد آسیب‌های ورزشی با افزایش تجربه درد، اختلال در فعالیت‌های تمرینی و کاهش کلی عملکرد روزانه در این ورزشکاران همراه بوده است. این ناهمخوانی بین داده‌های عینی حاصل از آزمون‌های فیزیولوژیکی و گزارش‌های ذهنی ورزشکاران، بیانگر آن است که روش‌های ارزیابی سنتی به‌تنهایی قادر به شناسایی تمام ابعاد اثرات آسیب نیستند.

ازاین‌رو استفاده از رویکردهای چندبعدی که ترکیبی از آزمون‌های آزمایشگاهی، تست‌های عملکردی میدانی و ابزارهای خوداظهاری استاندارد نظیر پرسش‌نامه‌های درد، عملکرد و کیفیت زندگی باشند، می‌تواند درک جامع‌تری از وضعیت واقعی ورزشکار ارائه دهد. چنین تلفیقی از ابزارها نه‌تنها به تشخیص دقیق‌تر آسیب‌ها کمک می‌کند، بلکه پایه‌ای علمی برای طراحی برنامه‌های تمرینی فردمحور، مداخلات بازتوانی مؤثر و اقدامات پیشگیرانه تخصصی فراهم می‌کند.

نتوانند تغییرات عملکردی ظریف ناشی از آسیب را به‌ویژه در ورزشکاران پارالمپیک آشکار کنند. این روش‌ها اغلب جنبه‌های چندبعدی مانند تعادل، کنترل تنه و هماهنگی عصبی عضلانی را نادیده می‌گیرند. مطالعه‌ای نشان داد تست‌های میدانی مانند آزمون پنج‌تایی برخاستن و نشست روی یک پا^{۱۰} و آزمون پرش طول یک پا^{۱۱} همبستگی ضعیفی با توان واقعی عضله دارند که این مسئله بر محدودیت‌های ارزیابی‌های سنتی در سنجش دقیق اثرات آسیب‌ها تأکید دارد [۱۹].

بررسی ابزار پرسش‌نامه‌ای اسلو آشکار کرد ورزشکاران آسیب‌دیده به‌طور معناداری نمرات بالاتری در شاخص‌هایی، مانند درد، اختلال در تمرین و کاهش عملکرد داشتند. این یافته هم‌راستا با مطالعات پیشین است که تأکید دارند ابزارهای خوداظهاری، مانند اسلو قادرند جنبه‌های پنهان یا کمتر قابل تشخیص آسیب را شناسایی کنند [۲۰، ۲۱]. درواقع گرچه آزمون‌های فیزیولوژیکی مانند توان بی‌هوازی یا قدرت ایزوکینتیک ممکن است تفاوت فاحشی نشان ندهند، اما تجربه ذهنی درد، ترس از آسیب مجدد، یا محدودیت‌های روانی می‌تواند اثرات عمیقی بر عملکرد واقعی داشته باشد [۲۲، ۲۱].

دررابطه با توان بی‌هوازی، تفاوت‌های آماری مشاهده نشد، اما کاهش نسبی در میانگین‌های گروه آسیب‌دیده می‌تواند از نظر بالینی قابل‌تأمل باشد. پیشنهاد می‌شود بررسی دقیق‌تر این روند در مطالعات طولی صورت گیرد. این موضوع نشان می‌دهد آسیب‌ها می‌توانند تأثیر تدریجی و انباشته‌ای بر ظرفیت‌های هوازی - بی‌هوازی داشته باشند که تنها با مطالعات طولی و پیگیرانه قابل‌شناسایی است [۲۳]. علاوه بر این از آنجاکه پارامترهایی نظیر حداکثر اکسیژن مصرفی تحت تأثیر عواملی، مانند نوع معلولیت، سطح فعالیت، سن و وزن بدن هستند، گنجاندن آن‌ها در مدل‌های تحلیل چندمتغیره توصیه می‌شود [۲۴].

درخصوص شاخص‌های تعادل (ایستا و پویا)، تفاوت آماری معناداری بین گروه سالم و آسیب‌دیده یافت نشد، اما مطالعاتی چون گریبل و همکاران و گنگ و همکاران تأکید دارند کاهش عملکرد تعادلی می‌تواند با افزایش خطر آسیب‌های مکرر همراه باشد، به‌ویژه در ورزشکاران دارای نقص حرکتی. اهمیت تمرینات تعادل و ثبات ناحیه مرکزی بدن^{۱۲} در بهبود کنترل حرکتی و کاهش ریسک آسیب در ورزشکاران معلول نیز در مطالعات متعددی مانند به‌خوبی اثبات شده است [۲۵، ۲۶].

از سوی دیگر، نبود تفاوت معنادار در قدرت ایزوکینتیک مفصل زانو نیز نیاز به تفسیر دقیق‌تری دارد. درحالی‌که انتظار می‌رود قدرت عضلانی در ورزشکاران آسیب‌دیده کاهش یابد، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد ممکن است توان جبرانی عضلات دیگر

10. STS5
11. Hop for Distance
12. Core stability

حامی مالی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی امیرحسین براتی است و این پژوهش با حمایت معنوی و مالی **کمیته ملی پارالمپیک جمهوری اسلامی ایران** انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی مفهومی، گردآوری داده‌ها و تحلیل آماری: امیر حسین براتی؛ طراحی روش‌شناسی و تفسیر داده‌ها: مرتضی برزگر بفروئی؛ نگارش و ویرایش نهایی مقاله: مجتبی روحی؛ تأیید نسخه نهایی مقاله: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از اعضای هیئت علمی **دانشگاه شهید بهشتی** که اجرای این پژوهش را ممکن کردند، سپاس‌گزاریم.

یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان راهنمایی کاربردی برای مربیان، پزشکان تیم، متخصصان فیزیوتراپی و کارشناسان بازتوانی محسوب شود. در صورتی که طراحی مداخلات با در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی، نوع و شدت آسیب و بر پایه شواهد علمی معتبر انجام گیرد، می‌توان انتظار داشت هم عملکرد ورزشی بهینه شود، هم خطر آسیب کاهش یابد و هم کیفیت زندگی ورزشکاران بهبود یابد.

برای ارتقای پژوهش‌های آینده در این حوزه، پیشنهاد می‌شود مطالعاتی با طرح‌های طولی و مقایسه‌ای بین‌المللی صورت گیرد. بررسی تأثیر نوع و شدت معلولیت به‌عنوان یک متغیر کلیدی، و تحلیل ترکیبی داده‌های فیزیولوژیکی با عوامل روان‌شناختی (ترس از آسیب مجدد)، اجتماعی (حمایت تیمی) و محیطی (دسترسی به تسهیلات) می‌تواند تحلیل دقیق‌تر و مداخلات مؤثرتری رقم بزند. همچنین استفاده از فناوری‌های نوین نظیر حسگرهای پوشیدنی، سیستم‌های تحلیل حرکت و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، ارزیابی عملکرد را دقیق‌تر، عینی‌تر و شخصی‌سازی‌شده‌تر می‌کند و افق تازه‌ای را در پژوهش‌های کاربردی در حوزه ورزش پارالمپیک می‌گشاید.

محدودیت‌های پژوهش

باوجود طراحی دقیق و اجرای منظم این پژوهش، برخی محدودیت‌ها در تفسیر یافته‌ها باید مدنظر قرار گیرد. حجم نمونه محدود در برخی رشته‌ها و ماهیت مقطعی مطالعه، امکان تعمیم نتایج و تحلیل روندی را کاهش داده است. همچنین عدم تفکیک کامل نوع معلولیت و فقدان داده‌های روان‌شناختی، مانند انگیزه، اضطراب عملکرد یا کیفیت زندگی ورزشی، می‌تواند بر تفسیر دقیق‌تر اثرات آسیب‌دیدگی تأثیرگذار باشد. افزون‌براین ابزارهای رایج ارزیابی فیزیولوژیکی ممکن است برای تحلیل دقیق عملکرد ورزشکاران با ناتوانی‌های خاص به‌طور کامل مناسب نبوده باشند و نیازمند توسعه و تطبیق بیشتر هستند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این پژوهش، تمامی آزمودنی‌ها پیش از شرکت در مطالعه، فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل کرده‌اند. همچنین اطلاعات فردی و نتایج مربوط به شرکت‌کنندگان به‌صورت کاملاً محرمانه نگهداری شده و صرفاً برای اهداف پژوهشی استفاده شده‌اند. هیچ‌یک از اطلاعات جمع‌آوری‌شده در اختیار سازمان‌ها یا اشخاص ثالث قرار نگرفته و ناشناس‌سازی کامل داده‌ها رعایت شده است.

References

- [1] Blauwet C, Willick SE. The paralympic movement: Using sports to promote health, disability rights, and social integration for athletes with disabilities. *PM & R*. 2012; 4(11):851-6. [DOI:10.1016/j.pmrj.2012.08.015] [PMID]
- [2] Gee CM, Lacroix MA, Stellingwerff T, Gavel EH, Logan-Sprenger HM, West CR. Physiological considerations to support podium performance in para-athletes. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*. 2021; 2:732342. [DOI:10.3389/fresc.2021.732342] [PMID]
- [3] Committee IP. IPC Athlete Classification Code. Rules, Policies and Procedures for Athlete Classification [Internet]. 2015 [Updated 30 August 2025]. Available from: [Link]
- [4] Tweedy SM, Connick MJ, Beckman EM. Applying scientific principles to enhance paralympic classification now and in the future: A research primer for rehabilitation specialists. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2018; 29(2):313-32. [DOI:10.1016/j.pmr.2018.01.010] [PMID]
- [5] EJ K. Health Problems in German Paralympic Athletes Preparing for the 2020 Tokyo Paralympic Games. *German Journal of Sports Medicine/Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 2021; 72(4):212-8. [Link]
- [6] Clarsen B, Rønsen O, Myklebust G, Flørenes TW, Bahr R. The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: A new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 2014; 48(9):754-60. [DOI:10.1136/bjsports-2012-092087] [PMID]
- [7] Tweedy SM, Vanlandewijck YC. International Paralympic Committee position stand-Background and scientific rationale for classification in Paralympic sport. *British Journal of Sports Medicine*. 2011; 45(4):259-69. [DOI:10.1136/bjism.2009.065060] [PMID]
- [8] Lawson JA, Williams T, Latimer-Cheung AE. Exploring athletes' and classifiers' experiences with and understanding of classification in para sport. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*. 2023; 15(4):516-31. [DOI:10.1080/2159676X.2022.2152084]
- [9] Mann DL, Tweedy SM, Jackson RC, Vanlandewijck YC. Classifying the evidence for evidence-based classification in Paralympic sport. *Journal of Sports Sciences*. 2021; 39(sup1):1-6. [DOI:10.1080/02640414.2021.1955523] [PMID]
- [10] Fagher K, Lexell J. Sports-related injuries in athletes with disabilities. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2014; 24(5):e320-e31. [DOI:10.1111/sms.12175] [PMID]
- [11] Derman W, Schwellnus M, Jordaen E, Blauwet CA, Emery C, Pit-Grosheide P, et al. Illness and injury in athletes during the competition period at the London 2012 Paralympic Games: Development and implementation of a web-based surveillance system (WEB-ISS) for team medical staff. *British Journal of Sports Medicine*. 2013; 47(7):420-5. [DOI:10.1136/bjsports-2013-092375] [PMID]
- [12] Derman W, Runciman P, Eken M, Boer PH, Blauwet C, Bogdos M, et al. Incidence and burden of injury at the Tokyo 2020 Paralympic Games held during the COVID-19 pandemic: A prospective cohort study of 66 045 athlete days. *British Journal of Sports Medicine*. 2023; 57(1):63-70. [DOI:10.1136/bjsports-2022-106234] [PMID]
- [13] Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: The Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. *British Journal of Sports Medicine*. 2013; 47(8):495-502. [DOI:10.1136/bjsports-2012-091524] [PMID]
- [14] Wilk KE, Arrigo CA, Davies GJ. Isokinetic testing: Why it is more important today than ever. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2024; 19(4):374-80. [PMID]
- [15] MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, McKelvie RS, Green HJ, Smith KM. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*. 1998; 84(6):2138-42. [DOI:10.1152/jappl.1998.84.6.2138] [PMID]
- [16] Wang K, Cheng L, Wang B, He B. Effect of isokinetic muscle strength training on knee muscle strength, proprioception, and balance ability in athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: A randomised control trial. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14:1237497. [DOI:10.3389/fphys.2023.1237497] [PMID]
- [17] Tuominen J, Leppänen M, Jarske H, Pasanen K, Vasankari T, Parkkari J. Test-Retest Reliability of Isokinetic Ankle, Knee and Hip Strength in Physically Active Adults Using Biodex System 4 Pro. *Methods and Protocols*. 2023; 6(2):26. [DOI:10.3390/mps6020026] [PMID]
- [18] Starczewski M, Zmijewski P, Klusiewicz A. Validity of performance assessment methods in elite paracanoeists. *Journal of Human Kinetics*. 2022; 81:269-76. [DOI:10.2478/hukin-2021-0074] [PMID]
- [19] Kimura M, Moriyasu A, Kumagai S, Furuta T, Akita S, Kimura S, et al. Community-based intervention to improve dietary habits and promote physical activity among older adults: A cluster randomized trial. *BMC Geriatrics*. 2013; 13:8. [DOI:10.1186/1471-2318-13-8] [PMID]
- [20] Alshehry Y, Alkhathami K, Brizzolara K, Weber M, Wang-Price S. Reliability and validity of the Y-balance test in young adults with chronic low back pain. *International journal of sports physical therapy*. 2021; 16(3):628. [DOI:10.26603/001c.23430]
- [21] Martínez-Cal J, Molina-Torres G, Carrasco-Vega E, Barni L, Ventura-Miranda MI, Gonzalez-Sanchez M. Spanish cross-cultural adaptation and validation of the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire in Handball Players. *Healthcare (Basel)*. 2023; 11(6):912. [DOI:10.3390/healthcare11060912] [PMID]
- [22] Pimenta RM, Hespanhol L, Lopes AD. Brazilian version of the OSTRC Questionnaire on health problems (OSTRC-BR): Translation, cross-cultural adaptation and measurement properties. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2021; 25(6):785-93. [DOI:10.1016/j.bjpt.2021.06.010] [PMID]

- [23] Martin S, Johnson U, McCall A, Ivarsson A. Psychological risk profile for overuse injuries in sport: An exploratory study. *Journal of Sports Sciences*. 2021; 39(17):1926-35. [DOI:10.1080/02640414.2021.1907904] [PMID]
- [24] Carrier B, Marten Chaves S, Navalta JW. Validation of Aerobic Capacity (VO2max) and pulse oximetry in wearable technology. *Sensors*. 2025; 25(1):275. [DOI:10.3390/s25010275] [PMID]
- [25] Ranković G, Mutavdžić V, Toskić D, Preljević A, Kocić M, Nedin-Ranković G, et al. Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*. 2010; 10(1):44-8. [DOI:10.17305/bjbms.2010.2734] [PMID]
- [26] Gong J, Gao H, Sui J, Qi F. The effect of core stability training on the balance ability of young male basketball players. *Frontiers in Physiology*. 2024; 14:1305651. [DOI:10.3389/fphys.2023.1305651] [PMID]
- [27] Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2012; 47(3):339-57. [DOI:10.4085/1062-6050-47.3.08] [PMID]
- [28] Zhang Y, Chen K, Liu K, Wang Q, Ma Y, Pang B, et al. New prediction equations for knee isokinetic strength in young and middle-aged non-athletes. *BMC Public Health*. 2023; 23(1):2558. [PMID]
- [29] Tiffreau V, Ledoux I, Eymard B, Thévenon A, Hogrel JY. Isokinetic muscle testing for weak patients suffering from neuromuscular disorders: A reliability study. *Neuromuscular Disorders*. 2007; 17(7):524-31. [DOI:10.1016/j.nmd.2007.03.014] [PMID]
- [30] Fagher K, Dahlström Ö, Jacobsson J, Timpka T, Lexell J. Prevalence of sports-related injuries and illnesses in Paralympic Athletes. *PM & R : The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*. 2020; 12(3):271-80. [DOI:10.1002/pmrj.12211] [PMID]
- [31] Tuakli-Wosornu YA, Mashkovskiy E, Ottesen T, Gentry M, Jensen D, Webborn N. Acute and chronic musculoskeletal injury in para sport: A critical review. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2018; 29(2):205-43. [PMID]
- [32] Liu J, Yu H, Cheung WC, Bleakney A, Jan YK. A systematic review of pathophysiological and psychosocial measures in adaptive sports and their implications for coaching practice. *Heliyon*. 2025; 11(2):e42081. [DOI:10.1016/j.heliyon.2025.e42081] [PMID]
- [33] Rum L, Sten O, Vendrame E, Belluscio V, Camomilla V, Vannozzi G, et al. Wearable sensors in sports for persons with disability: A systematic review. *Sensors (Basel)*. 2021; 21(5):1858. [DOI:10.3390/s21051858] [PMID]