

## Research Paper

## Investigation of Static and Dynamic Balance in School Basketball Players with a History of Ankle Injury

\*Ali Roshandel Hesari<sup>1</sup>, Amin Roshandel Hesari<sup>2</sup>

1. Department of Sport Pathology and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Branch Islamic Azad University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. Department of Sport Physiology Practical, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bojnourd Branch, Islamic Azad University, Bojnourd, Iran.



**Citation:** Roshandel Hesari A, Roshandel Hesari A. [Investigation of Static and Dynamic Balance in School Basketball Players with a History of Ankle Injury (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 6(2):86-97. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.2.1>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.2.1>

**Article Info:**

**Received:** 21 Jul 2020

**Accepted:** 09 Aug 2020

**Available Online:** 01 Sep 2020

**Key words:**

Static balance, Dynamic balance, Ankle, Basketball students, Landing

**ABSTRACT**

**Objective** This study aimed to investigate the static and dynamic balance in basketball students with an ankle injury history.

**Methods** Subjects of this study were 36 elementary school basketball male students who participated in this study purposefully and voluntarily. Subjects were divided into two groups of 18 people with an ankle injury and the control group without ankle injury. To measure the static balance from the stork test and the dynamic balance from the star test was used. Descriptive statistics (mean and standard deviation) and inferential statistics (Shapiro-Wilk test and independent t-test) were used to analyze the results.

**Results** There was a significant difference between the static balance of basketball students and the control group ( $P=0.001$ ), but no significant difference was found between basketball students' dynamic balance with ankle injuries and the control group ( $P=0.0887$ ).

**Conclusion** Based on research results, it can be concluded that lower limb injuries, especially ankle injuries they can influence postural control and static balance of basketball students and caused some functional disability. Also recommended coaches during the sports era of basketball players to design specific exercises to strengthen ankle muscles and ligaments and use static balance exercises not to witness this type of injury.

**Extended Abstract****1. Introduction**

Despite all the benefits of consistent physical activity, the risk of injury -- especially in competitive and championship activities -- is undeniable. No matter how favorable the sports environment's safety conditions and the athlete's physical condition are, there is still the possibility of injury in this type of activity [1]. Basketball is one of

the most popular team games worldwide, and the number of fans of this sport is growing day by day [3]. Various studies have proved that the prevalence and risk of injury in basketball are very high [4]. During sports competitions, sudden interactions with the body push the body's center of gravity off the base of support. To avoid falling and losing balance, the center of gravity must be re-entered into the base of support by adjusting posture [6].

Lower limb injuries play a role in a person's imbalance and can cause walking, running, and necessary motor skills. The

**\* Corresponding Author:**

Ali Roshandel Hesari, MSc.

**Address:** Department of Sport Pathology and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Isfahan Branch, Islamic Azad University of Isfahan, Isfahan, Iran.

**Tel:** +98 (915) 3864051

**E-mail:** ali.roshandel1992@yahoo.com

consequences of such injuries may last a lifetime, as lower limb injuries (ankles and Knees) may increase the risk of developing osteoarthritis later in life [7]. It is necessary to identify the variables that affect postural control and play a role in the rate of lower limb injuries, and the need for further research in this field is felt. That is why this study was performed under the title “Investigation of Static and Dynamic Balance in School Basketball Players with a History of Ankle Injury”.

## 2. Methods

This study was a quasi-experimental and post-event study. The statistical population was all primary school students in one of the non-governmental boys' schools in Bojnurd city in 2018. The total number of students in this school was 283, of which a total of 76 were basketball players. Among these athletes, 18 had ankle injuries selected by convenience sampling and volunteered for the study. Eighteen other students without ankle injuries were selected for the control group. Subjects then participated in an orientation class related to this research. In this class, the necessary explanations were given about the study's objectives and its implementation method. Finally, the subjects were given a parental consent form to participate in the research.

To assess lower limb injuries, athletes' injury report collection form was used. This form, developed by the researcher, included information about: individual characteristics (age, height, weight, training history), conditions (during a match or training session), the mechanism (collision with an opponent/hit/without an acute crash or impact), type of accident (fracture, dislocation, sprain, strain, contusion, etc.), number of days that the subject missed training or competition due to injury, and date (year) of the accident. Stork Test was used to measure static balance, and Star Excursion Balance Test was used to measure dynamic balance [18]. Descriptive statistics (Mean±SD) and inferential statistics (Shapiro-Wilk test and independent t-test) were used to analyze the results.

## 3. Results

The results showed that the subjects had experienced lower limb injuries (especially ankle and knee injuries) more than other injuries. Knee injuries accounted for 41%, and ankle injuries accounted for 36% of all injuries. 25.5% of these injuries were aspirin, 24.5% were tendonitis, and 11% were patellofemoral pain syndrome. Also, 68% of the subjects had experienced an ankle injury once, 22% of the subjects twice, and 10% of the subjects had experienced an ankle injury three times in the last two years, of which 41.7% had suffered injuries during the competition, and 58.3% of injuries occurred during exercise.

Table 1 presents the Mean±SD of static and dynamic balance with the minimum and maximum records of the students participating in this study in the two groups of “injured” and “control” in different situations.

The independent t-test results confirmed a significant difference between the school basketball players' static balance and the control group ( $P=0.001$ ). Still, no significant difference was found between the school basketball players' dynamic balance with an ankle injury and the control group ( $P=0.887$ ).

## 4. Discussion and Conclusion

Based on the research results, it can be concluded that there was a significant difference between the static balance of the school basketball players and the control group. Still, no significant difference was found between the school basketball players' dynamic balance with ankle injuries and the control group. In general, it could be concluded that one of the causes of ankle injuries in school basketball players during landing might be their abnormal foot posture. Therefore, sports coaches and teachers should consider the necessary measures to correct these anomalies using special medical shoes and insoles, and shock absorbers. Athletes with a history of ankle injuries have some degree of functional impairment due to the severity of the initial injury, the treatment,

**Table 1.** Results of static and dynamic balance tests of the students participating in the research

Statistics	Group	Min.	Max.	Mean±SD	t	P
Stork Test (seconds)	Injured	1.09	3.24	2.37±0.71	-5.899	0.001*
	Control	1.35	7	4.93±1.69		
Star Excursion Balance Test (cm)	Injured	19.10	78.34	58.05±17.06	-0.143	0.887
	Control	24.79	81	58.90±18.39		

\* Significance level was considered  $P \leq 0.05$ .

and the quality of the rehabilitation program, which can interfere with their athletic performance. Finally, it should be noted that due to the type of this research (post-event) and purposive selection of the subjects, the results should not be generalized to the entire student sports community.

## **Ethical Considerations**

### **Compliance with ethical guidelines**

All ethical principles were 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; Moreover, They were allowed to leave the study whenever they wish, and if desired, the results of the research would be available to them.

### **Funding**

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

### **Authors' contributions**

Conceptualization, investigation, resources, and funding acquisition: Both authors; Methodology, preparing initial draft, editing and review: Ali Roshandel Hesari; Validation, analysis, visualization, supervision and administration: Amin Roshandel Hesari.

### **Conflicts of interest**

The authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgements**

The authors would like to thank all those involved in this research, including the manager and the deputy director of Karen non-state school, the parents of children and from all colleagues who helped in this research.

## بررسی تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای سابقه آسیب مچ پا

علی روشندل حصاری<sup>۱</sup>، امین روشندل حصاری<sup>۲</sup>

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران.

### حکیده

تاریخ دریافت: ۳۱ تیر ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۹ مرداد ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۱ شهریور ۱۳۹۹

**هدف:** هدف از پژوهش حاضر بررسی تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای سابقه آسیب مچ پا بود.

**روش‌ها:** آزمودنی‌های این تحقیق، ۳۶ نفر از دانش‌آموزان پسر بسکتبالیست مقطع ابتدایی بودند که به صورت هدفمند و به طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها به دو گروه ۱۸ نفره دارای آسیب مچ پا و گروه کنترل (بدون آسیب مچ پا) تقسیم شدند. برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از تست لک‌ک و برای تعادل پویا از تست ستاره استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل یافته‌ها از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و روش آمار استنباطی (آزمون شاپیرو ویلک و آزمون تی مستقل) استفاده شد.

**یافته‌ها:** بین تعادل ایستای دانش‌آموزان بسکتبالیست و گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری یافت شد ( $P=0/001$ )، اما بین تعادل پویای دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای آسیب مچ پا و گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری یافت نشد ( $P=0/0887$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌های تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که آسیب‌های اندام تحتانی به‌خصوص صدمات مربوط به مچ پا می‌توانند بر کنترل پاسچر و میزان تعادل ایستای دانش‌آموزان بسکتبالیست تأثیرگذار باشند و باعث ناتوانی عملکردی شوند. همچنین پیشنهاد می‌شود مربیان در طول دوران ورزشی بسکتبالیست‌ها به طراحی تمرینات اختصاصی برای تقویت عضلات و لیگامان‌های مچ پا و به‌کارگیری تمرینات تعادلی ایستا بپردازند تا شاهد وقوع این نوع آسیب‌ها نباشیم.

### کلیدواژه‌ها:

تعادل ایستا، تعادل پویا، مچ پا، دانش‌آموزان بسکتبالیست، فرود

### مقدمه

خود اختصاص داده است، این‌گونه تحقیقات در راستای کاهش هزینه‌های درمانی و ارتقای عملکرد ورزشکاران و سطح سلامت جامعه انجام می‌گیرد، در این میان، توجه به عوامل خطرآفرین و آسیب‌زا در رشته‌های ورزشی مختلف و راه‌های جلوگیری از صدمات و کاهش خطرات ناشی از این عوامل، همواره مدنظر متخصصان ورزش بوده است [۱].

بسکتبال یکی از رایج‌ترین بازی‌های تیمی در سراسر دنیاست و یکی از رشته‌های ورزشی است که روزبه‌روز بر تعداد علاقه‌مندان آن اضافه می‌شود، به طور کلی، زیبایی ورزش بسکتبال به علت عواملی همچون ظرافت، دقت، زمان‌سنجی و چابکی در اجرای مهارت‌های گوناگون این رشته است [۲]. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که میزان شیوع و خطر بروز آسیب در ورزش بسکتبال بسیار بالاست [۳]. بی‌شک عوامل زیادی در وقوع این آسیب‌ها نقش دارند، این عوامل به دو دسته عوامل داخلی و خارجی تقسیم می‌شوند. عوامل داخلی شامل ویژگی‌های خاص ورزشکاران، از جمله ویژگی‌های فیزیکی، حرکتی و روانی هستند و عوامل

با وجود همه فواید حاصل از فعالیت بدنی منظم، خطر آسیب‌دیدگی به‌ویژه در فعالیت‌های رقابتی و قهرمانی، واقعیتی انکارناپذیر است و هر قدر هم شرایط ایمنی محیط و شرایط جسمانی ورزشکار مساعد باشد، باز هم امکان بروز آسیب در این نوع فعالیت‌ها وجود دارد. عوامل مختلفی همچون عدم آمادگی جسمی و روحی ورزشکاران، ضعف مهارتی و ناآگاهی برخی ورزشکاران و مربیان از نوع و علل آسیب‌ها و غیره موجب تشدید آسیب‌دیدگی و بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر می‌شود که از جمله راه‌های پیشگیری از آسیب، شناخت صدمات شایع در ورزش و عوامل آن و همچنین مکانیسم‌های ایجادکننده آن آسیب است. به همین دلیل، محققان تلاش می‌کنند که با بررسی میزان شیوع آسیب‌ها در ورزش‌های مختلف، دلایل آن را دریابند و در نهایت راهکارهای پیشگیری‌کننده را ارائه کنند [۱]. بررسی علل وقوع و نحوه پیشگیری از صدمات ورزشی همواره بسیار مهم بوده و بخش بزرگی از تلاش‌های متخصصان و محققان را به

\* نویسنده مسئول:

علی روشندل حصاری

نشانی: اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۳۸۶۴۰۵۱ (۹۱۵) ۹۸+

پست الکترونیکی: ali.roshandel1992@yahoo.com

و همکاران با استفاده از تست گردش ستاره، گزارش کردند که اختلاف بیش از ۴ سانتی‌متر در جهت قدمی در دو اندام، احتمال وقوع آسیب اندام تحتانی را ۲/۵ برابر و جمع امتیازات دست‌یابی کمتر از ۹۴ درصد طول اندام، احتمال وقوع آسیب اندام تحتانی را ۶/۵ برابر افزایش می‌دهد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که مقادیر به‌دست‌آمده از آزمون ستاره می‌تواند، آسیب‌های اندام تحتانی را پیش‌بینی کند [۱۰]. هرینگتون و همکاران نیز به بررسی ارتباط بین تعادل و وقوع آسیب‌های اندام تحتانی پرداختند و طبق تحقیقات خود گزارش کردند که بین تعادل و میزان وقوع آسیب‌های مچ پا ارتباط معناداری وجود دارد [۹]. در مقابل سودرمن و همکاران و حدادزاد و همکاران، بین تعادل و وقوع آسیب‌های اندام تحتانی ارتباطی نیافتند [۱۵، ۱۴]. استفن و همکاران نیز بیان داشتند که شاید تمرینات تعادلی به‌تنهایی کارایی لازم را در پیشگیری از زمین خوردن و وقوع آسیب نخواهد داشت [۱۶]؛ علاوه بر این، هابشر و همکاران گزارش کردند که تمرینات تعادلی، فقط میزان آسیب‌های مچ پا را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد و بر دیگر آسیب‌ها تأثیرگذار نبوده است [۱۷].

با اندکی تأمل می‌توان دریافت که تحقیقات انجام‌یافته درباره ارتباط تعادل و وقوع آسیب‌های اندام تحتانی به نتایج ضد و نقیضی دست یافته‌اند و ارتباط تعادل و وقوع آسیب‌ها به ویژه در بسکتبالیست‌ها و به‌خصوص دانش‌آموزانی که بسکتبال بازی می‌کنند، هنوز به طور کامل روشن نیست که این امر لزوم انجام مطالعات بیشتر را خاطر نشان می‌کند و با پذیرفتن پیش‌فرض احتمالی تأثیر تعادل ایستا و تعادل پویا بر کنترل پاسچر و کاهش آسیب‌های اندام تحتانی ممکن است که این موضوع، متخصصان امر را در تصمیم‌گیری در مورد علت اصلی ضعف کنترل پاسچر و شیوع آسیب‌ها با مشکل روبه‌رو کند؛ بنابراین شناسایی متغیرهایی که کنترل پاسچر را تحت تأثیر قرار می‌دهند و نقشی در میزان آسیب‌های اندام تحتانی دارند، امری لازم است و نیاز به انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه حس می‌شود؛ بنابراین در این راستا، تحقیق حاضر با هدف بررسی تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای سابقه آسیب مچ پا انجام شد؛ بنابراین فرض بر این است که تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای سابقه آسیب مچ پا به طور معنی‌داری از همتایان سالم کمتر است.

### روشن‌شناسی

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی و پس‌رویدادی بود که جامعه آماری آن، کلیه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی یکی از مدارس غیردولتی پسرانه شهرستان بجنورد (مدرسه کارن) در سال تحصیلی ۱۳۹۷ بودند. تعداد کل دانش‌آموزان این مدرسه، ۲۸۳ نفر بود که از این تعداد، ۷۶ نفر بسکتبالیست بودند و از بین آن‌ها، هجده نفر که مبتلا به آسیب مچ پا بودند به صورت در دسترس انتخاب شدند و به طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند و هجده نفر هم

خارجی، عواملی هستند که از طریق محیط خارجی بر ورزشکار تأثیر می‌گذارند که از جمله می‌توان به شرایط محیطی، پست بازیکن و زمان بازی اشاره کرد [۵]. فعل و انفعالات ناگهانی که در طی رقابت‌های ورزشی بر بدن اعمال می‌شود، مرکز ثقل بدن را به بیرون از سطح اتکا می‌راند که برای اجتناب از سقوط و از دست دادن تعادل، مرکز ثقل باید از طریق تعدیل پاسچر، دوباره به داخل سطح اتکا بازگردانده شود [۶]. عدم وجود هم‌راستایی در اندام تحتانی، باعث اعمال فشارهای اضافی بر عضلات، مفاصل و استخوان‌ها می‌شود که زمینه بروز آسیب را در ورزشکاران مساعدتر می‌کند؛ آسیب‌های اندام تحتانی در اختلال تعادل فرد نقش دارند و می‌توانند سبب بروز مشکلاتی در راه رفتن، دویدن و مهارت‌های حرکتی پایه شوند [۷]؛ عواقب چنین آسیب‌هایی ممکن است تا پایان عمر همراه فرد باشد؛ چراکه آسیب‌های اندام تحتانی (مچ پا و زانو) ممکن است بعدها در طول زندگی، احتمال ابتلا به آرتروز استخوان را افزایش دهد [۷].

تعادل یکی از اجزای اصلی اغلب فعالیت‌های روزمره و عامل مهمی برای عملکرد ورزشی ورزشکاران است؛ تا آنجا که محققین معتقدند، تعادل مهم‌ترین عامل در توانایی اجرای ورزشی است. تعادل، مهارت حرکتی پیچیده‌ای است که پویایی وضعیت بدن را در جلوگیری از افتادن توصیف می‌کند [۸]؛ اگر چه حفظ کنترل قامت در انجام همه کارها، مهم و ضروری است، اما این فاکتور در انجام فعالیت‌هایی که با شدت و سرعت بالا انجام می‌شوند از اهمیت بالاتری برخوردار است و برای رسیدن به موفقیت و اجتناب از وقوع آسیب می‌بایست که این فعالیت‌ها در حد مطلوبی انجام شوند. ایجاد هرگونه اختلال در این فرایند که موجب شود فرد در نگهداری کنترل قامت خود با مشکل مواجه شود، باعث به وجود آمدن اختلالات متفاوتی می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش احتمال سقوط و بروز آسیب اشاره کرد [۹]؛ بنابراین وجود یک سیستم کنترل تعادل سالم و توانمند، ضمن بهبود عملکرد فرد هنگام فعالیت‌های جسمانی از ضروریات جلوگیری از آسیب‌های ورزشی نیز هست [۱۰]. سال‌هاست آزمون‌های تعادلی ایستا و پویا به عنوان یکی از آزمون‌های آمادگی حرکتی ورزشکاران به منظور شناسایی اثر تمرینات تعادلی یک ورزش خاص بر قابلیت‌های تعادلی ورزشکاران نخبه و غیرنخبه در ورزش‌های مختلف به کار می‌رود [۱۱].

از تحقیقات انجام‌شده در رابطه با تأثیر تعادل بر آسیب‌های اندام تحتانی، می‌توان به تحقیق مک‌گویی و همکاران اشاره کرد. آن‌ها در بررسی خود نشان دادند که تعادل بازیکنان بسکتبال در ابتدای فصل مسابقات می‌تواند، میزان وقوع آسیب‌های مچ پا را پیش‌بینی کند و بازیکنانی که تعادل ضعیفی دارند، هفت برابر بیشتر از بازیکنانی که تعادلشان خوب است، دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند [۱۲]. وانگ و لین نیز در تحقیق خود نشان دادند که نقص در گیرنده‌های کف پای، به افزایش نوسانات بدن منجر می‌شود و در نتیجه کنترل پاسچر را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۳]. پلیسکی





تصویر ۲. ثبت و محاسبه رکوردها توسط آزمونگر مجله بیومکانیک ورزشی

انجام تحقیق حداقل شش ماه از زمان آسیب دیدگی آن‌ها سپری شده بود.

برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون لک‌لک (ایستادن روی یک پا) استفاده شد و از آزمودنی خواسته شد تا روی پای برتر خود بایستد و در حالی که دست‌ها را روی کمر خود قرار داده، انگشتان پای دیگر را روی زانوی پای برتر بگذارد (تصویر شماره ۱)، سپس با فرمان «حاضر» و سپس «رو» پاشنه پای برتر را بلند کرده و بر روی انگشتان پای خود بایستد و تعادل خود را بدون حرکت دادن پا و یا جدا شدن دست‌ها از کمر حفظ کند؛ هرگاه پاشنه پای ستون، کف را لمس کند یا دست‌ها از کمر جدا شوند و یا کف پای غیر ستون از زانوی پای ستون جدا شود، کوشش پایان می‌یابد و زمان وی ثبت می‌شود؛ در طول زمان آزمون، آزمودنی جهت تعادل بیشتر، به علامتی که در ۴ متری و در مقابل صورت او قرار گرفته بود، نگاه می‌کرد، هر آزمودنی باید سه بار این تست را انجام می‌داد و بهترین زمان به عنوان امتیاز وی ثبت می‌شد. پیش از شروع آزمون، ابتدا به آزمودنی‌ها، آموزش داده شد که چگونه وضعیت صحیح آزمون را اتخاذ کنند سپس هر آزمودنی سه بار و با فاصله زمانی ۱۵ ثانیه استراحت (به منظور از بین بردن اثر یادگیری)، آزمون را انجام می‌داد، همچنین مطابق با تصویر شماره ۲ در زمان شروع اندازه‌گیری (پس از اتخاذ وضعیت صحیح آزمون) هم‌زمان با جدا شدن پاشنه پای آزمودنی از زمین، آزمونگر با استفاده از کرنومتر، زمان ایستادن روی یک پا را تا لحظه به هم خوردن این وضعیت، ثبت می‌کرد [۱۸].

برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون ستاره استفاده شد. در این آزمون هشت جهت به صورت ستاره روی زمین رسم شدند و با زاویه ۴۵ درجه نسبت به یکدیگر قرار گرفتند. برای این آزمون و نیز برای نرمال کردن اطلاعات، طول واقعی پا یعنی از خار خاصه قدامی فوقانی تا قوزک داخلی پا، اندازه‌گیری شد؛ پس از توضیحات و تذکرات آزمونگر در خصوص نحوه اجرای آزمون، هر



تصویر ۱. اتخاذ وضعیت صحیح توسط دانش آموز مجله بیومکانیک ورزشی

برای گروه کنترل از سایر دانش‌آموزان بسکتبالیست بدون آسیب میچ پا انتخاب شدند؛ سپس آزمودنی‌ها در کلاس توجیهی پژوهش شرکت کردند. در این کلاس درباره اهداف پژوهش و شیوه اجرای آن، توضیحات لازم داده شد و در آخر هم به آزمودنی‌ها، فرم رضایت‌نامه والدین جهت شرکت در پژوهش داده شد.

میانگین و انحراف معیار آزمودنی‌های پژوهش با آسیب میچ پا در سن  $10 \pm 2/16$  سال، قد  $155 \pm 2/86$  سانتی‌متر و در وزن  $42/6 \pm 5/13$  کیلوگرم بود و میانگین و انحراف معیار آزمودنی‌های گروه کنترل در سن  $10/80 \pm 0/90$  سال، قد  $146/94 \pm 1$  سانتی‌متر و در وزن  $48/25 \pm 1/56$  کیلوگرم بود. آزمودنی‌ها هنگام انجام تحقیق، هیچ‌گونه درد و آسیبی در ناحیه میچ پا و اندام تحتانی نداشتند و حداقل شش ماه از آسیب دیدگی آن‌ها گذشته بود که پس از ارائه فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و کسب اطلاع از ماهیت و نحوه همکاری، وارد پژوهش شدند. در انتها به آزمودنی‌ها این اطمینان داده شد که در صورت بروز مشکل یا نارضایتی در هر مرحله از پژوهش، با هماهنگی از قبل انجام‌شده، اجازه خروج از پژوهش را دارند.

برای ارزیابی آسیب‌های اندام تحتانی از فرم جمع‌آوری آسیب‌های ورزشکاران استفاده شد، این فرم که توسط محقق تدوین شده بود، شامل اطلاعاتی در ارتباط با ویژگی‌های فردی (سن، قد، وزن و سابقه تمرینی)، شرایط (حین مسابقه یا تمرین)، مکانیسم (برخورد با حریف یا ضربه و یا بدون برخورد حاد و ضربه)، نوع حادثه (شکستگی، دررفتگی، اسپرین، استرین، کوفتگی و غیره)، تعداد روزهایی که فرد به علت آسیب از تمرین یا مسابقه بازمانده بود و تاریخ (سال) حادثه بود. در این تحقیق، آسیب‌هایی در نظر گرفته شدند که در نواحی میچ پا روی داده بودند و ورزشکار را به مدت حداقل ۲۴ ساعت از تمرین و یا مسابقه دور کرده بودند. همچنین افرادی انتخاب شدند که در طی دو سال گذشته دچار آسیب دیدگی شده بودند و در هنگام

درصد کل آسیب‌ها را تشکیل داد. ۲۵/۵ درصد از این صدمات اسپرین، ۲۴/۵ درصد تاندونیت و ۱۱ درصد مربوط به سندرم درد کشکی رانی بود؛ همچنین ۶۸ درصد از آزمودنی‌ها یکبار، ۲۲ درصد از افراد دوبار و ۱۰ درصد از افراد، سه‌بار در طی دو سال گذشته، در مچ پای خود آسیب را تجربه کرده بودند که ۴۱/۷ درصد از آسیب‌ها در طی مسابقه و ۵۸/۳ درصد آسیب‌ها در طی تمرین اتفاق افتاده بود. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد بین تعادل ایستای دانش‌آموزان بسکتبالیست و گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $P=0/001$ )، اما بین تعادل پویای دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای آسیب مچ پا و گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری یافت نشد ( $P=0/0887$ ).

### بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای سابقه آسیب مچ پا بود. با توجه به نتایج تحقیق (نتایج به‌دست‌آمده از انجام آزمون‌های لک‌لک و ستاره)، بین تعادل ایستای دانش‌آموزان بسکتبالیست و گروه کنترل، تفاوت معناداری وجود داشت، اما بین تعادل پویای دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای آسیب مچ پا و گروه کنترل، تفاوت معناداری یافت نشد. در همین راستا نتایج پژوهش یلفانی و همکاران که به بررسی تعادل پویای فوتبالیست‌های حرفه‌ای دارای اسپرین مچ پا حاد و مزمن پرداخته بودند، نشان داد که بین میانگین نمرات آزمون‌های تعادل پویا در دو گروه فوتبالیست‌های مبتلا به اسپرین مزمن و حاد، تفاوت معناداری وجود ندارد [۱۹]. طبق نتایج مشاهده‌شده در مطالعه براسل و همکارانش، مشخص شد که بین تعادل پویا و ایستا در دو گروه ورزشکاران فوتبال و ژیمناستیک، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد [۲۰] که از این لحاظ، با نتایج این مطالعه فقط در تعادل پویا همسو بود. طبق نتایج فیض‌اللهی و آذربایجانی که به مقایسه تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران مرد آماتور پرداخته بودند، مشخص شد بین نمرات تعادل ایستای گروه‌های مختلف ورزشی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد [۲۱] که با نتایج این تحقیق، همسو بود؛ شاید وجود اختلاف بین نتایج تحقیقات به نوع آسیب‌های بررسی‌شده، مدت‌زمان سپری‌شده از وقوع آسیب، نوع درمان‌های توان‌بخشی، تفاوت‌های جنسیتی و یا نحوه تمرینات اختصاصی آزمودنی‌ها با توجه به رشته ورزشی خود، مربوط باشد. همچنین تحقیقاتی مشخص کرده‌اند که بین سابقه ورزشی و شرکت در فعالیت‌های ورزشی مختلف و میزان تعادل ارتباط وجود دارد که این مسئله می‌تواند نتایج گزارش‌شده را تحت تأثیر قرار دهد.

دلایل احتمالی وجود ارتباط بین آسیب‌های مچ پا و کنترل وضعیتی ایستا و پویا را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

گروه اول از این دلایل احتمالی را می‌توان به اختلالات موجود در قسمت‌های مفصلی و به صورت موضعی و قبل از وقوع آسیب‌ها مرتبط دانست. این اختلالات می‌توانند در اثر

آزمودنی شش‌بار این آزمون را تمرین می‌کرد تا با روش اجرای آن آشنا شود، در ضمن قبل از شروع آزمون، پای برتر آزمودنی‌ها تعیین می‌شد تا در صورت برتری پای راست، آزمون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و در صورت برتری پای چپ، آزمون در جهت عقربه‌های ساعت انجام شود. نحوه شروع کار بدین صورت بود که آزمودنی در مرکز ستاره می‌ایستاد، روی پای برتر (تک پا) قرار می‌گرفت و با پای دیگر تا آنجا که خطا نکنند، عمل دست‌یابی را انجام می‌داد. عدم حرکت پای اتکا از مرکز ستاره یعنی حفظ سطح اتکا حین دست‌یابی، روی پای غیربرتر که عمل دست‌یابی را انجام می‌دهد. هنگام تماس بخش دیستال با زمین، فرد نباید تکیه کند و نباید بیفتد و به عبارتی شخص بتواند تعادل خود را در هر نقطه‌ای از کوشش حفظ کند، عمل دست‌یابی را انجام دهد و دوباره به حالت طبیعی بازگردد، در غیر این صورت کوشش متوقف و مجدد تکرار می‌شد. فاصله محل پای آزاد تا مرکز ستاره، فاصله دست‌یابی است. هر آزمودنی، حرکت در هریک از جهت‌ها را سه‌بار انجام می‌داد و در نهایت طبق فرمول شماره ۱، میانگین آن‌ها محاسبه و بر طول پا (بر حسب سانتی متر) تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شد تا فاصله دست‌یابی بر حسب درصدی از اندازه طول پا به دست آید؛ به طوری که میانگین هر جهت به صورت مجزا محاسبه و ثبت می‌شد. هدف از انجام عمل دست‌یابی در این آزمون، حفظ تعادل هنگام ایجاد حداکثر اختلال در موازنه بدن و توانایی برگشت به حالت تعادل بود [۸].

$$۱. \text{ نحوه امتیازدهی} = \frac{\text{فاصله دست‌یابی}}{\text{طول اندام}} \times ۱۰۰$$

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده، از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای نرمال‌سازی داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک و برای بررسی نتایج بین دو گروه از آزمون تی مستقل در سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  و به کارگیری نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

### نتایج

**جدول شماره ۱، میانگین و انحراف معیار مشخصات فیزیکی (سن، قد، وزن) و سابقه ورزشی دانش‌آموزان بسکتبالیست را در دو گروه دارای آسیب و گروه کنترل در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.**

**جدول شماره ۲، میانگین و انحراف معیار تعادل ایستا و پویا با حداقل و حداکثر رکورد دانش‌آموزان شرکت‌کننده در این تحقیق را در دو گروه دارای آسیب و گروه کنترل در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.**

یافته‌های تحقیق نشان داد که آزمودنی‌های تحقیق در طی دو سال گذشته، آسیب‌های اندام تحتانی به‌خصوص مچ پا و زانو را بیشتر از سایر آسیب‌ها تجربه کرده بودند؛ به صورتی که صدمات زانو ۴۱ درصد کل آسیب‌ها و صدمات مربوط مچ پا ۳۶

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مشخصات فیزیکی و سابقه ورزشی دانش‌آموزان شرکت‌کننده در تحقیق

گروه	آماره	جرم (کیلوگرم)	سن (سال)	قد (سانتی متر)	سابقه ورزشی (ماه)
دارای آسیب	میانگین ± انحراف معیار	۴۲/۵۰ ± ۱۳/۱۳	۱۰ ± ۲/۱۶	۱۵۵ ± ۲/۸۶	۲۴/۱۳ ± ۰/۹۱
کنترل		۴۸/۲۵ ± ۱/۵۶	۱۰/۸۰ ± ۰/۹۰	۱۴۶ ± ۱/۹۴	۲۱/۰۶ ± ۰/۹۰

## مجله بیومکانیک ورزشی

که لگن ثبات کافی نداشته باشد، اثرات زنجیره حرکتی از بین می‌رود و اندام تحتانی راستای صحیح خود را از دست می‌دهد. از طرفی محققان گزارش کرده‌اند که در آسیب‌های مفاصل پایینی اندام تحتانی به خصوص مچ پا، عضله سرینی میانی دچار تغییر در الگوی انقباض عضلانی و تأخیر در انقباض می‌شود. شاید تأخیر در انقباض، می‌تواند حفظ مرکز ثقل درون سطح اتکا را با تأخیر و یا اختلال انجام دهد و اختلال در این عملکرد می‌تواند باعث به وجود آمدن بارهای غیرطبیعی و در نتیجه افزایش گشتاورهای به وجود آمده غیرطبیعی ناشی از فاصله گرفتن خط ثقل از سطح اتکا و وقوع آسیب‌ها شود [۱۵].

دسته سوم از دلایل احتمالی به عضلات ثبات‌دهنده مرکزی مربوط می‌شود، با توجه به اینکه موقعیت آناتومیکی مرکز ثقل در این ناحیه واقع شده است و حرکات آدمی از این ناحیه نشئت می‌گیرند، ثبات این ناحیه از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که تقویت عضلات ثبات‌دهنده مرکزی، تأثیر زیادی در بهبود تعادل و کنترل وضعیتی، بهبود سیستم عصبی عضلانی، کاهش جابه‌جایی مرکز ثقل خارج از سطح اتکا و کاهش نوسانات دارد. عملکرد مناسب این عضلات موجب حرکت مطلوب مفاصل کمر، لگن و ران در طول زنجیره حرکتی عملکردی، شتاب‌گیری یا کاهش شتاب سریع و مناسب، تعادل عضلانی مناسب و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی می‌شوند که می‌توانند تثبیت عضلانی را مناسب‌تر انجام دهند و در نتیجه گشتاورهای تولیدشده در حین عمل را بهتر خنثی کنند [۲۸]. انقباض عضلات ناحیه مرکزی قبل از حرکت اندام باعث ایجاد واکنش پیش‌بین وضعیتی از سوی سیستم عصبی مرکزی می‌شود که می‌تواند از اغتشاشات وضعیتی جلوگیری کرده و تعادل را سازمان‌دهی کند [۲۹]. نقص در عضلات ثبات‌دهنده، می‌تواند باعث کاهش قدرت عضلات زنجیره حرکتی، افزایش زمان عکس‌العمل، کاهش توانایی حفظ تعادل و حفظ مرکز ثقل درون سطح اتکا شود. عضلات ثبات‌دهنده مرکزی به میزان زیادی به آسیب‌های اندام تحتانی و ناحیه کمر حساس هستند و به دنبال آن، آسیب‌ها دچار مهار می‌شوند. از آنجایی که یکی از وظایف مهم عضلات ثبات‌دهنده مرکزی، حفظ مرکز ثقل درون سطح اتکاست، این عضلات در تعادل نقش دارند. همچنین وجود کنترل عصبی عضلانی کافی در این عضلات باعث حفظ تعادل می‌شود [۱۵]. شاید ضعف و نقص در عضلات ثبات‌دهنده مرکزی

تغییر در راهبردهای کنترل عصبی عضلانی و اختلال تعادل به وجود آیند که به افزایش نیروهای بین‌مفصلی و نیروهای وارده بر مفاصل، رباط‌ها و ساختارهای عضلانی منجر شده و فرد را دچار آسیب‌دیدگی می‌کنند [۲۲]. همچنین شاید نقص در حس عمقی و حس وضعیت مفصل، کاهش قدرت عضلات و اختلال در دامنه حرکتی به علل گوناگون می‌تواند باعث اختلال در تعادل و نقص در حفظ مرکز ثقل درون سطح اتکا و وارد شدن نیروهای غیرطبیعی به اندام و وقوع آسیب‌ها شوند [۱۱]. در آزمون ستاره، ایجاد وضعیت‌های مناسب مفصلی و قدرت کافی عضلات اطراف آن مفصل، نیازمند کنترل عصبی عضلانی حین انجام آزمون است. گروهی از محققان در مطالعاتشان دریافتند که پای اتکا حین انجام آزمون نیازمند خم شدن مچ پا، خم شدن زانو و ران است؛ بنابراین اندام تحتانی نیازمند دامنه حرکتی مناسب، قدرت، فعالیت گیرنده‌های عمقی و کنترل عصبی عضلانی کافی هستند. نقص در این موارد به عنوان ضعف در اجرای آزمون و اختلال در تعادل شناخته می‌شود؛ البته باید به این نکته توجه داشت که عوامل مختلفی مانند سیستم حسی پیکری، بینایی، سیستم دهلیزی و پاسخ‌های حرکتی که هماهنگی دامنه حرکتی مفاصل و قدرت را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند در تعادل و به وجود آوردن شرایط آسیب‌زا تأثیر داشته باشند [۲۳]، اما از آنجایی که نتایج تحقیقات نشان داده‌اند تعادل بهتر و پیشرفته‌تر ورزشکاران بیشتر به عوامل حرکتی و عصبی عضلانی مربوط می‌شود [۲۴] و هیچ‌کدام از نمونه‌های حاضر در این تحقیق، مشکلات بینایی و دهلیزی نداشتند، در رابطه با وجود ارتباط بین آسیب‌های مچ پا و کنترل وضعیتی، بیشتر به عوامل حرکتی توجه شده است.

دومین گروه از دلایل احتمالی وجود این ارتباط را می‌توان با فرایند حفظ مرکز ثقل بدن در محدوده سطح اتکا توجیه کرد؛ همان‌طور که می‌دانیم اندام تحتانی در بیشتر فعالیت‌های ورزشی در یک زنجیره بسته عمل می‌کنند و این زنجیره حرکتی و عملکرد مناسب آن به تعامل میان حرکات مفاصل لگن، زانو و مچ پا متکی است. تعادل طی اختلال در ارسال اطلاعات حسی آوران یا اختلال در قدرت و استحکام مکانیکی هر یک از مفاصل یا ساختار متعلق به اندام تحتانی مختل می‌شود [۲۵]. بر اساس نتایج تحقیقات، عضلات لگن و به خصوص عضله سرینی میانی در حفظ راستا و عملکرد صحیح اندام تحتانی و حفظ ثبات لگن در زنجیره حرکتی بسته، نقش مهمی را ایفا می‌کنند [۲۶، ۲۷]. هنگامی



جدول ۲. نتایج آزمون‌های تعادل ایستا و پویای دانش‌آموزان شرکت‌کننده در تحقیق

آماره	گروه	حداقل	حداکثر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	تی	P
آزمون لک‌لک (ثابته)	دارای آسیب	۱/۰۹	۳/۲۴	۲/۳۷ $\pm$ ۰/۷۱	-۵/۸۹۹	۰/۰۰۱*
	کنترل	۱/۳۵	۷	۴/۹۳ $\pm$ ۱/۶۹		
آزمون ستاره (سانتی‌متر)	دارای آسیب	۱۹/۱۰	۷۸/۳۴	۵۷/۰۵ $\pm$ ۱۷/۰۶	-۰/۱۳۳	۰/۸۸۷
	کنترل	۲۴/۷۹	۸۱	۵۷/۹۰ $\pm$ ۱۸/۳۹		

\* سطح معنی‌داری ۰/۰۵  $P <$  در نظر گرفته شده است.

#### مجله بیومکانیک ورزشی

غیرطبیعی آن‌ها باشد؛ از این رو مربیان و معلمان ورزش باید در خصوص اصلاح این ناهنجاری‌ها، تمهیدات لازم مانند استفاده از کفش‌ها، کفی‌های طبی مخصوص و جذب‌کننده شوک را در نظر بگیرند و اگر مشاهده شد که دانش‌آموزی دارای کف پای صاف، پهن یا گود است، بلافاصله نسبت به ارائه حرکات اصلاحی و درمانی برای وی اقدام شود. ورزشکاران دارای سابقه آسیب در مچ پا بر اساس عواملی چون شدت آسیب اولیه، نحوه درمان، کیفیت برنامه توان‌بخشی، درجاتی از نقص‌ها و ناتوانی‌های عملکردی دارند که این نقص‌ها می‌توانند باعث اختلال در اجراهای ورزشی آن‌ها شوند، بنابراین پیشنهاد می‌شود تا ورزشکار آسیب‌دیده پس از اقدامات اولیه درمانی، نسبت به استراحت کافی و توان‌بخشی صحیح مچ پا اقدام کند و فاکتورهایی که در جهت بهبود آسیب و افزایش تعادل تأثیرگذار هستند را به‌خوبی فراگیرد و عملی کند تا باعث جلوگیری از وقوع آسیب مجدد از همان ناحیه و افزایش ثبات و پایداری مفصل شود. در پایان باید در نظر داشت که به علت نوع تحقیق (پس‌رویدادی) و نحوه گزینش آزمودنی‌ها به صورت هدفمند، در تعمیم نتایج حاصل شده به کل جامعه ورزش دانش‌آموزی، باید با احتیاط عمل کرد و پیشنهاد می‌شود در حین تعمیم، شرایط و ویژگی‌های آزمودنی‌های مورد مطالعه در این تحقیق، مدنظر قرار گیرد. در پژوهش انجام‌شده، محدودیت‌هایی از قبیل تعداد اندک بسکتبالیست‌هایی که دارای آسیب مچ پا بودند و هم‌زمانی با درس و امتحانات نیز وجود داشت.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه، تمام تست‌های انجام‌شده در حضور معاونت محترم مدرسه و والدین دانش‌آموزان صورت گرفت. به والدین تمام آزمودنی‌ها، فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش داده شد که پس از تکمیل آن و کسب اطلاع از ماهیت و نحوه همکاری، دانش‌آموزان وارد پژوهش شدند و تمامی آزمودنی‌ها به صورت کاملاً داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. همچنین به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد تا در صورت بروز مشکل یا ناراضی‌تی در هر مرحله از پژوهش با هماهنگی، می‌توانند اجازه خروج از پژوهش را داشته باشند.

و نقص در کنترل عصبی-عضلانی باعث تضعیف تعادل می‌شود که این ضعف فرد را برای آسیب‌ها مستعد می‌کند [۳۰]. البته به این موضوع نیز باید توجه داشت که ممکن است بخشی از ارتباط بین آسیب‌های اندام تحتانی و تعادل به آسیب‌های آزمودنی‌ها و عدم ترمیم کامل صدمات مربوط باشد؛ به عنوان مثال از آنجایی که بیشتر آسیب‌های مجدد در ناحیه مچ پا اتفاق می‌افتند، شاید تعدادی از این افراد دچار نقص در حس عمقی در ناحیه مچ پا در هنگام انجام آزمون بودند و همین مسئله می‌تواند باعث کاهش تعادل شود و نتایج را تحت تأثیر قرار دهد [۲۴].

همان‌طور که اشاره شد در آزمون ستاره، مچ پا، زانو و ران پای اتکا باید خم شوند؛ بنابراین اندام تحتانی نیازمند دامنه حرکتی مناسب، قدرت، فعالیت گیرنده‌های عمقی و کنترل عصبی-عضلانی کافی است؛ اگرچه آزمودنی‌های تحقیق در زمان انجام آزمون هیچ‌گونه دردی در اندام تحتانی، فوقانی و تنه نداشتند، اما در افرادی که تعداد بیشتر و شدت بیشتری از آسیب را تجربه کردند، احتمال دارد قدرت و دامنه حرکتی، کمتر و نقص حس عمقی بیشتری نسبت به افرادی که تعداد و شدت آسیب پایین‌تری را دارا بودند، داشتند باشند. البته ممکن است به علت سپری نشدن مدت‌زمان کافی از آسیب و عدم ترمیم کامل، این موارد وجود داشته باشند. همچنین ترس روانی از ایجاد درد مجدد در ناحیه آسیب‌دیده نیز می‌تواند عاملی تأثیرگذار باشد که در این تحقیق جزء محدودیت‌های غیر قابل کنترل در نظر گرفته شده است؛ بنابراین بخشی از ارتباط بین آسیب اندام تحتانی (مچ پا) و تعادل پویا و ایستا می‌تواند به موارد ذکر شده درونی، مربوط باشد.

### نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس یافته‌های پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که بین تعادل ایستای دانش‌آموزان بسکتبالیست و گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری وجود دارد، اما بین تعادل پویای دانش‌آموزان بسکتبالیست دارای آسیب مچ پا و گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری یافت نشد؛ به طوری که با آسیب‌دیدگی مچ پا، میزان تعادل ایستای ورزشکاران، کاهش می‌یابد. به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که یکی از علل بروز آسیب مچ پای دانش‌آموزان بسکتبالیست هنگام فرود، ممکن است وضعیت پاسچر پای

### حامی مالی

تمام مراحل این پژوهش، با هزینه شخصی نویسندگان انجام شده است.

### مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، تحقیق و بررسی: علی روشندل حصاری؛ نگارش پیش‌نویس، ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: علی روشندل حصاری و امین روشندل حصاری؛ اعتبارسنجی، تحلیل، منابع و بصری‌سازی: امین روشندل حصاری؛ نظارت و مدیریت پروژه و تأمین مالی: علی روشندل حصاری و امین روشندل حصاری.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

### تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه دست‌اندرکاران این پژوهش، از جمله مدیریت و معاونت مدرسه غیردولتی کارن، والدینی که اجازه شرکت فرزند خود را در پژوهش دادند و از دانش‌آموزان عزیزی که در این پژوهش شرکت کردند و همچنین از تمامی همکاران عزیزی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## References

- [1] Comfort P, Abrahamson E. Sports rehabilitation and injury prevention. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2010. [DOI:10.1002/9781118685150]
- [2] Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim DM, Kim CK. Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*. 1997; 40(6):631-40. [DOI:10.1080/001401397187928] [PMID]
- [3] Christopher JG. Physiological tests for elite athletes. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000. <https://www.worldcat.org/title/physiological-tests-for-elite-athletes/oclc/606497693>
- [4] Kofotolis N, Kellis E. Ankle sprain injuries: A 2-year prospective cohort study in female Greek professional basketball players. *J Athl Train*. 2007; 42(3):388. [PMCID] [PMID]
- [5] Belali Vashmeh Sara J, Rahnama N, Azhari A. [The influence of a positional role of basketball players in Iranian premier league on the sport injuries rate (Persian)]. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014; 1(1):33-46. <http://journals.khuisf.ac.ir/jsmpf/article-1-30-en.html>
- [6] Giansanti D, Dozza M, Chiari L, Maccioni G, Cappello A. Energetic assessment of trunk postural modifications induced by a wearable audio-biofeedback system. *Med Eng Phys*. 2009; 31(1):48-54. [DOI:10.1016/j.medengphy.2008.04.004] [PMID]
- [7] El O, Alkali O, Kosay C, Kaner B, Arslan Y, Sagol E, et al. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: A report of a screening study. *Rheumatol Int*. 2006; 26(11):1050-3. [DOI:10.1007/s00296-006-0128-1] [PMID]
- [8] Shojadin S, Johari K, Sadaghi H. [The effect of the fatigue in lower extremity proximal and distal muscles on dynamic balance in male soccer players (Persian)]. *J Sport Med*. 2010; 2(2):65-80. <https://iranjournals.niai.ir/handle/123456789/450853>
- [9] Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of star excursion balance test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *Knee*. 2009; 16(2):149-52. [DOI:10.1016/j.knee.2008.10.004] [PMID]
- [10] Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006; 36(12):911-9. [DOI:10.2519/jospt.2006.2244] [PMID]
- [11] Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *J Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(6):926-34. [DOI:10.1249/01.MSS.0000128145.75199.C3] [PMID]
- [12] Mac Guine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med*. 2000; 10(4):239-44. [DOI:10.1097/00042752-200010000-00003] [PMID]
- [13] Dietz V, Horstmann G, Berger W. Significance of proprioceptive mechanisms in the regulation of stance. *Prog Brain Res*. 1989; 80:419-23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079612308622384>
- [14] Soderman K, Werner S, Pietila T, Engstrom B, Alfredson H. Balance board training: Prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2000; 8(6):356-63. [DOI:10.1007/s001670000147] [PMID]
- [15] Hadadnezhad M, Rajabi R, Alizadeh MH, Letafatkar A. [Does core stability predispose female athletes to lower extremity injuries? (Persian)]. *J Rehabil Sci*. 2010; 6(2):89-98. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=202512>
- [16] Steffen K, Andersen TE, Krosshaug T, van Mechelen W, Verhagen EA, Bahr R. ECSS Position Statement 2009: Prevention of acute sports injuries. *Eur J Sport Sci*. 2010. 10(4):223-36. [DOI:10.1080/17461390903585173]
- [17] Hubscher M, Zech A, Pfeifer K, Hansel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *J Med Sci Sports Exerc*. 2010. 42(3):413-21. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181b88d37] [PMID]
- [18] Roshandel Hesari A, Daneshi Nejad MH, Jafari M. [Effect of perceptual-motor training on static balance in mentally retarded children (Persian)]. *Paramed Sci Mil Health*. 2017; 12(1):12-7. <http://jps.ajau.ac.ir/article-1-104-en.html>
- [19] Yalfani A, Ashuri H, Raesi Z. Investigate the dynamic balance of professional football players with acute and chronic ankle sprains. Paper presented at 2<sup>nd</sup> International Congress of Science and Football. 2 January 2014; Tehran, Iran.
- [20] Bressel E, Yonker J, Kras J, Heath E. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. *J Athl Train*. 2007; 42(1):42-6. [PMCID] [PMID]
- [21] Feizolahi F, Azarbayjani M. [Comparison of static and dynamic balance in amateur male athletes (Persian)]. *Sci J Rehab Med*. 2014; 3:13-47. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=414158>
- [22] Osullivan PB, Beales DJ, Beetham JA, Cripps J, Graf F, Lin IB, et al. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active Straight Leg Raise Test. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002; 27(1):1-8. [DOI:10.1097/00007632-200201010-00015] [PMID]
- [23] Olmsted LC, Garcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2002; 37(4): 501-6. [PMCID] [PMID]
- [24] Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patella femoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003; 33(11):671-6. [DOI:10.2519/jospt.2003.33.11.671] [PMID]
- [25] Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single leg stance among healthy individuals with different foot type. *J Athl Train*. 2002; 37(2):129-32. [PMCID] [PMID]
- [26] Perrott MA, Pizzari T, Cook J. Lumbopelvic exercise reduces lower limb muscle strain injury in recreational athletes. *J Phys Ther Rev*. 2013; 18(1):24-33. [DOI:10.1179/1743288X12Y0000000055]
- [27] Riegger-Krugh C, Keysor JJ. Skeletal malalignments of the lower quarter: Correlated and compensatory motions and postures. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996; 23(2):164-70. [DOI:10.2519/jospt.1996.23.2.164] [PMID]
- [28] Hessari FF, Norasteh AA, Daneshmandi H, Ortakand sm. [The effect of 8 week core stabilization training program on balance in deaf students (Persian)]. *J Med Sport*. 2011; 615(2):56-61. [DOI:10.2478/v10036-011-0010-4]
- [29] Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, Oxland T. Spinal stability and intersegmental muscle forces. A biomechanical model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989. 14(2):194-200. [DOI:10.1097/00007632-198902000-00008] [PMID]
- [30] Zarzuela BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predicts knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med*. 2007; 35(7):1123-30. [DOI:10.1177/0363546507301585] [PMID]

---

This Page Intentionally Left Blank

---