Journal of
Sport Biomechanics

March 2019. Vol 4. Issue 4

Research Paper

Comparison of Static and Dynamic Balance of Athletes of Different Sports in Conditions With and Without Posture Disturbances

Mostafa Shadkanlu Ostad[1], ***Aliasghar Norasteh**[2], **Hamed Babagoltabar Samakoush**[1]

1. Department of Sport Management, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Shadkanlu ostad M, Norasteh A, Babagoltabar Samakoush H. [Comparison of Static and Dynamic Balance of Athletes of Different Sports in Conditions With and Without Posture Disturbances (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2019; 4(4):16-27. https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.16

https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.16

CC BY NC

Article Info:
Received: 13 Oct 2018
Accepted: 05 Jan 2019
Available Online: 01 Mar 2019

Key words:
Static balance, Dynamic balance, Dual-task, Attention, Wrestling, Football, Karate

ABSTRACT

Objective: Balance is a key component of motor skills to maintain posture and perform complex sports skills. The aim of this study was to compare the static and dynamic balance of athletes in different sports using different conditions of with/without postural perturbation.

Methods: Participants were 42 athletes with 3 years of sports experience assigned into three groups of wrestlers (n=14), football players (n=14) and karate players (n=14). Static balance was assessed using the Balance Error Scoring System and dynamic balance measurement was done using the Star Excursion Balance Test. For measurement of postural perturbations or cognitive task, the countdown technique was used. Data were analyzed using Analysis of variance (ANOVA), Analysis of Covariance (ANCOVA), and paired t-test at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: There was no significant difference between the static and dynamic balance of athletes with postural perturbation in three groups. No significant difference was found between static balance with and without postural perturbation in three groups, but the difference was significant different between dynamic balance with and without postural perturbation, where their dynamic balance without postural perturbation was better.

Conclusion: Coaches and physiotherapists are recommended to use dual-task techniques in assessments.

Extended Abstract

1. Introduction

Balance is a critical component of motor skills to maintain posture and perform complex exercise skills. Studies using the dual-task paradigm have reported that postural control requires considerable resources. Cognition refers to a range of high-level brain functions, including the ability to learn and remember information, solve problems, concentrate, maintain and divide attention, understand, use language, and correctly understand the environment.

Attention, as a cognition's aspect, significantly impacts postural control. For example, a football player knows that when shooting, the gravity line moves forward; thus, to maintain balance, he pushes the center of gravity backward. In basketball, the athletes throw their Body Mass (BM) forward to throw the ball, followed by the center of gravity to move forward and out of the supporting surface; thus, one has to take a step forward to avoid falling.

* *Corresponding Author:*
Aliasghar Norasteh, PhD.
Address: Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education, University of Guilan, Rasht, Iran.
Tel: +98 (912) 3896962
E-Mail: asgharnorasteh@yahoo.com

Postural control requires coordination between the sensory, motor, and cognitive systems. Furthermore, the dysfunction of each component affects postural maintenance. Attention is the individuals' information processing capacity. To study the effect of cognitive systems on balance control, researchers have evaluated the rate of human balance control dependence on attention. The present study compared the static and dynamic balance in different sports athletes with and without postural disturbances.

2. Participants and Methods

The study subjects consisted of 14 wrestlers (Mean±SD of age: 19.85±2.79 y; Mean±SD of height: 177.14±5.17 cm; Mean±SD of weight: 71.64±1.32 kg; BM index: 22.81±3.43 kg/m^2), 14 soccer players (Mean±SD of age: 21.57±2.02 y; Mean±SD of height: 178.86±6.58 cm; Mean±SD of weight: 74.35±8.02 kg; BM index 23.20±1.60 kg/m^2), and 14 karatekas (Mean±SD of age: 21.35±1.54 y; Mean±SD of height: 178.07±4.10 cm; Mean±SD of weight: 76.92±4.98 kg; BM index: 24.32±1.76 kg/m^2).

Bureau of Indian Standards (BIS) and Star tests were used to evaluate static and dynamic balance, respectively. To perform the cognitive task in this study, the reverse numbering of random numbers was used. The cognitive activity consisted of reverse coding, starting from a random number selected. For example, a digit between 200-300 out of 30 numbers introduced by the examiner, by counting down by 7. Then, as the test started, the subject counted down and reduced the number by 7 in his mind. After 30 seconds, the subject was requested to report the last number. He was requested to engage his mind in numerical calculation entirely. The number of times a person was able to count down 7 numbers could not be accurately calculated; therefore, the final answer was considered in terms of being true or false. The obtained data, after a descriptive evaluation, were analyzed using the Analysis of Variance (ANOVA), Analysis of Covariance (ANCOVA), and t-test at P<0.05 (Table 1 & 2).

3. Results

Data analysis suggested that static and dynamic balance preservation in wrestlers, soccer players, and karatekas was not significantly different. Furthermore, static and dynamic balance preservation associated with postural disturbances was not significantly different in these groups. There was no significant difference in static balance without postural disturbances, compared to static balance with postural disturbances. There was a significant difference in dynamic balance with no postural disturbances, compared to dynamic balance with postural disturbances. It was also better to maintain dynamic balance without postural disturbances.

4. Discussion

Researchers have recently used the dual-task paradigm to assess the effect of cognitive factors on postural control in evaluating balance control. Therefore, this study aimed to compare the static and dynamic balance of different sports athletes with and without postural disturbances. The collected results indicated that the karatekas had the lowest

Table 1. One-way ANOVA results for the comparison of static and dynamic balance with and without cognitive task in the study subjects

Test	Sport	F	Sig.
Static balance without a cognitive task (s)	Wrestling Soccer Karate	2.057	0.142
Static balance with a cognitive task (s)	Wrestling Soccer Karate	0.430	0.653
Dynamic balance without a cognitive task (cm/foot length)	Wrestling Soccer Karate	2.057	0.142
Dynamic balance with the cognitive task (cm/foot length)	Wrestling Soccer Karate	0.554	0.579

Table 2. Correlated t-test results for comparing static and dynamic balance with and without cognitive task in the three study groups

Sport	Test	t	Sig.
Wrestling	Static balance with cognitive task	-1.022	0.326
	Dynamic balance with the cognitive task	2.387	0.03
Soccer	Static balance with cognitive task	0.751	0.466
	Dynamic balance with cognitive task	2.469	0.02
Karate	Static balance with cognitive task	-1.876	0.08
	Dynamic balance with cognitive task	12.288	0.001

Journal of
Sport Biomechanics

mean number of errors in the BIS test and the highest mean length of maturity in the star test. However, the wrestlers had the lowest mean maturity in the star test. Data analysis revealed no significant difference in the static and dynamic balance between the studied wrestlers, soccer players, and karatekas.

Recent studies suggested a significant necessity for postural control. Moreover, these requirements vary depending on the postural function, age, and the balance ability of individuals. The current study compared the static and dynamic balance of different sports athletes with and without postural disturbances. In all three exercise groups, the extent of foot entrapment in dynamic balance decreased with a cognitive task. As a result, they are more involved with motions; thus, they require higher dynamic balance and moving to maintain balance, i.e. focus on skills and motions. Accordingly, athletes should perform their skill and balance exercises through cognitive tasks.

5. Conclusion

Based on the study results, it is suggested that trainers and physiotherapists use a dual-task paradigm in their evaluations.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects in the present study participated with full consent and were aware of all stages of the research. Also aware of the confidentiality of their personal information, they had complete authority to exit any stages of the investigation.

Funding

The present paper was extracted from the MSc thesis of Mostafa Shadkanlou of the Department of Corrective Exercise and sport Injuries of the University of Guilan and it didn't use any financial backing.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology: Mostafa Shadkanlu Ostad, Aliasghar Norasteh; Resources, writing - original draft preparation: Hamed Babagoltabar Samakoush; Writing - review & editing: Hamed Babagoltabar Samakoush, Aliasghar Norasteh; Visualization, supervision, project administration: Aliasghar Norasteh.

Conflicts of interest

In this paper, there is no conflict of interest.

مقایسه تعادل ایستا و پویای ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی در شرایط با و بدون اعمال اغتشاشات پاسچر

مصطفی شادکانلو استاد[۱]، *علی اصغر نورسته[۲]، حامد باباگل تبار سماکوش[۱]

۱. کارشناس‌ارشد تربیت بدنی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲. دکتری تخصصی فیزیوتراپی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۲۱ مهر ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۱۵ دی ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۰ اسفند ۱۳۹۷

چکیده

هدف تعادل یکی از اجزای کلیدی مهارت‌های حرکتی برای حفظ پاسچر و اجرای مهارت‌های ورزشی پیچیده است. مطالعات اخیر با استفاده از طرح تکلیف دوگانه نشان می‌دهند که کنترل پاسچر به منابع توجهی نیاز دارد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تعادل ایستا و پویا ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی در شرایط با و بدون اعمال اغتشاشات پاسچر بود.

روش‌ها در این پژوهش ۴۲ ورزشکار با سه سال سابقه ورزشی (۱۴ کشتی گیر، ۱۴ فوتبالیست، ۱۴ کاراته‌کا) شرکت کردند. برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا به ترتیب از آزمون‌های بس و ستاره و برای اغتشاش پاسچر یا تکلیف شناختی از شمارش معکوس اعداد استفاده شد. داده‌ها پس از بررسی توصیفی با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس، تحلیل کوواریانس و تی همبسته در سطح P<۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها تحلیل داده‌ها نشان داد حفظ تعادل ایستا و پویا در کشتی‌گیران، فوتبالیست‌ها و کاراته‌کاها تفاوت معنی‌داری ندارد و حفظ تعادل ایستا و پویا همراه با اعمال اغتشاشات پاسچر در این گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت. در حفظ تعادل ایستا بدون اعمال اغتشاشات نسبت به تعادل ایستا همراه با اغتشاشات پاسچر در هر گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در حفظ تعادل پویا بدون اعمال اغتشاشات پاسچر نسبت به تعادل پویا همراه با اغتشاشات پاسچر در هر گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین حفظ تعادل پویا بدون اغتشاشات پاسچر بهتر بود.

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج تحقیق به مربیان و فیزیوتراپیست‌ها پیشنهاد می‌شود در ارزیابی از روش‌های تکلیف دوگانه استفاده کنند.

کلیدواژه‌ها:
تعادل ایستا، تعادل پویا، اغتشاشات پاسچر، توجه، کشتی، فوتبال، کاراته

مقدمه

پاسچر عمودی یک وضعیت متداول در زندگی روزانه و پایه طبیعی برای سازماندهی ارتباط انسان با محیط است. کنترل پاسچر یک فرایند فعال برای حفظ تعادل است [۱]. تعادل به دو نوع ایستا[1] و پویا[2] تقسیم می‌شود. اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا و پویا در حین فعالیت نیازمند تولید نیروی کافی توسط عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن (استخوان‌ها) است که مستلزم تعامل پیچیده سیستم عضلانی‌اسکلتی و سیستم عصبی است [۲]. حفظ تعادل در حین اجرای بسیاری از فعالیت‌های ورزشی شرط اساسی است و یکی از عوامل آمادگی جسمانی است که می‌توان به وسیله تمرینات خاص آن را توسعه داد [۳]. تعادل در اکثر رشته‌های ورزشی از تیراندازی با کمترین جابه‌جایی تا ورزش‌هایی مانند ژیمناستیک و کشتی با جابه‌جایی سریع و زیاد، مورد نیاز است. درواقع حفظ پاسچر مناسب، به فرد اجازه می‌دهد تا به طور کامل روی تکنیک حرکتی خود تمرکز کند [۴].

حفظ راست‌ایستادن به کنترل خوب وضعیت و اندازه حرکت مرکز ثقل بر روی یک سطح اتکا محدود نیاز دارد. انسان از طریق ترکیب اطلاعات بینایی، حسی پیکری و دهلیزی، راست می‌ایستد و می‌توان میزان ثبات فرد را هنگام ایستادن با اندازه‌گیری نوسان مرکز فشار[3] او ارزیابی کرد [۵]. به طور مثال بازیکن فوتبال می‌داند که زمان شوت‌کردن خط کشش ثقل او به سمت جلو انتقال می‌یابد، بنابراین

1. Static balance
2. Dynamic balance
3. Center of pressure (COP)

* نویسنده مسئول:
دکتر علی‌اصغر نورسته
نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۳۸۹۶۹۶۲ (۹۱۲) ۹۸+
پست الکترونیکی: asgharnorasteh@yahoo.com

برای ازدست‌ندادن تعادل، مرکز ثقل خود را به سمت عقب می‌برد. در بسکتبال ورزشکار برای پرتاب توپ، توده بدنی خود را به منظور افزایش برد پرتاب به جلو می‌اندازد و به دنبال آن مرکز ثقل نیز به جلو و خارج از سطح اتکا انتقال می‌یابد. بنابراین فرد برای اینکه مانع از افتادن خود به سمت جلو شود یک گام به جلو برمی‌دارد و در دریافت توپ دقیقاً عکس این عمل اتفاق می‌افتد [۶]. درواقع کنترل پاسچر نیازمند هماهنگی بین سیستم‌های حسی، حرکتی و شناختی است و اختلال در عملکرد هر یک از این بخش‌ها بر حفظ پاسچر فرد اثر می‌گذارد [۷].

شناخت[۴] به محدوده‌ای از عملکردهای سطوح بالای مغزی اطلاق می‌شود که شامل توانایی برای یادگرفتن و به‌خاطرآوردن اطلاعات، حل‌کردن مسئله، تمرکز، حفظ و تقسیم‌کردن توجه[۵]، فهم، استفاده از زبان و درک درست محیط است. یکی از جنبه‌های شناخت که در کنترل پاسچر نقش دارد توجه[۶] است [۸].

توجه، ظرفیت پردازش اطلاعات یک فرد است. برای مطالعه در زمینه سیستم شناختی مؤثر در کنترل تعادل، محققین به ارزیابی میزان وابسته‌بودن کنترل تعادل انسان به توجه پرداخته‌اند. محققین به منظور مطالعه نیازمندی کنترل پاسچر به توجه در حین وضعیت ایستادن و راه‌رفتن، از روش تکلیف دوگانه[۷] استفاده می‌کنند. در این روش از افراد خواسته می‌شود دو تکلیف پاسچر و شناختی را هم‌زمان با هم انجام دهند [۹] که در آن، تکلیف پاسچر به عنوان تکلیف اولیه و تکلیف شناختی به عنوان تکلیف ثانویه است [۷]. بر اساس تئوری رایج ظرفیت محدود توجه[۸]، ظرفیت پردازش اطلاعات برای هر فردی محدود است و انجام هر تکلیف به بخشی از این ظرفیت نیاز دارد. بنابراین اگر دو تکلیف هم‌زمان با هم انجام شوند و به بیشتر از کل ظرفیت پردازش نیاز داشته باشند، آن دو برای منابع توجه با هم رقابت می‌کنند که این امر عملکرد یکی از دو تکلیف یا هر دو را مختل می‌کند [۷، ۱۰]. در مطالعات مختلف نشان داده شده نوسانات پاسچر در هنگام اجرای هم‌زمان تکلیف شناختی در افراد پیر [۱۱، ۱۲] و بیماران [۱۳] بیشتر از گروه افراد سالم و جوان بوده است، در حالی که میزان تخصیص توجه به کنترل پاسچر در افراد ماهر در تعادل، به عنوان مثال ژیمناست‌ها [۱۴] و بالرین‌ها [۱۵]، کوچک‌تر از گروه کنترل است.

هپ و همکاران در پژوهشی که به مقایسه مهارت‌های شناختی در ورزشکاران حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای پرداختند، در زمان پاسخ انتخابی[۹] این دو گروه تفاوتی مشاهده نکردند و بیان کردند که ورزشکاران حرفه‌ای تنها در شرایط پایدار عملکرد بهتری نسبت ورزشکار غیرحرفه‌ای داشتند [۱۶]. از طرف دیگر مارتین و همکاران در پژوهشی که به بررسی پاسخ عکس‌العمل در ورزشکاران پست‌های جلو و عقب رشته راگبی و افراد غیرورزشکار پرداختند، عملکرد بهتری را در ورزشکاران پست عقب این رشته گزارش کردند و عواملی نظیر موقعیت بازی، نوع تمرینات و چالش‌های درگیر با آن در مسابقه را در این نتیجه مؤثر دانستند [۱۷]. که در همین راستا ون بسینگ و همکاران در پژوهشی که به بررسی توانایی شناختی ورزشکاران با و بدون اختلالات فکری در انجام تکالیف دوگانه پرداختند، به این نتیجه رسیدند که ورزشکاران بدون اختلالات شناختی، عملکرد بهتری از ورزشکاران با اختلالات شناختی داشته و ورزشکاران با اختلالات شناختی در برخورد با اهداف چندگانه دچار مشکل بودند که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت ادراک شناختی در عملکرد است [۱۸].

در تحقیق دیگری که لودر و همکاران به مقایسه تمرینات تعادل با تکالیف یگانه[۱۰] و تکالیف دوگانه بر عملکرد نوجوانان پرداختند تفاوتی را در این دو تکلیف مشاهده نکردند [۱۹]. از طرف دیگر مشاهده شده که در میزان تعادل ورزشکاران رشته‌های مختلف تفاوت وجود دارد؛ به عنوان مثال چوئیسینگ و همکاران گزارش کردند فوتبالیست‌ها کنترل پاسچر بیشتری نسبت به ژیمناست‌ها، شناگران، هندبالیست‌ها و گروه کنترل دارند [۲۰] و یا لئونگ و همکاران نشان دادند تکواندوکاران عملکرد تعادل بهتری در طول ایستادن با چشمان بسته روی سطح ثابت در آزمون سازماندهی[۱۱] و نیز تعادل پویای بهتری در آزمون سقوط[۱۲] نسبت به گروه بی تمرین دارند [۲۱]. همچنین در تحقیق دیگری استینس و همکاران اثر مهارت، شناخت و بینایی را بر کنترل پاسچر در دو گروه بالرین‌ها و غیربالرین‌ها بررسی کردند و از یک تکلیف حافظه‌ای (به خاطر آوردن کلمه) به عنوان تکلیف شناختی استفاده کردند. نتایج نشان‌دهنده سطح خودکاری بیشتر و نیاز توجهی کمتر در بالرین‌ها نسبت به غیربالرین‌ها بود [۱۵].

با توجه به مطالب ذکرشده در زمینه ادراک شناختی و اهمیت تکالیف دوگانه و تناقضات مشاهده شده در این زمینه و تأیید وجود تفاوت در میزان تعادل ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی و نیز تفاوت در تأثیر شناخت و توجه در تعادل و عملکرد این ورزشکاران پژوهش حاضر با هدف مقایسه تعادل ایستا و پویا ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی در شرایط با و بدون اعمال اغتشاشات پاسچر انجام شد.

روش‌شناسی

آزمودنی‌های این تحقیق را کلیه کشتی‌گیران، فوتبالیست‌ها و کاراته‌کاهای با سه سال سابقه ورزشی شهر رشت تشکیل دادند که

4. Cognition
5. Divided Attention
6. Attention
7. Dual-Task Paradigm
8. Limited Capacity Theory of Attention
9. Choice response time
10. Single-Task Balance
11. Sensory organization test (SOT)
12. Drop test

از این بین ۱۴ کشتی‌گیر (با میانگین سن ۱۹/۸۵±۲/۷۹ سال، قد ۱۷۷/۱۴±۵/۱۷ سانتی‌متر، وزن ۷۱/۶۴±۱/۳۲ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۲/۸۱±۳/۴۳ کیلوگرم بر متر مربع) و ۱۴ فوتبالیست (با میانگین سن ۲۱/۵۷±۲/۰۲ سال، قد ۱۷۸/۸۶±۶/۵۸ سانتی‌متر، وزن ۷۴/۳۵±۸/۰۲ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۳/۲۰±۱/۶۰ کیلوگرم بر متر مربع) و ۱۴ کاراته‌کا (با میانگین سن ۲۱/۳۵±۱/۵۴ سال، قد ۱۷۸/۰۷±۴/۱۰ سانتی‌متر، وزن ۷۶/۹۲±۴/۹۸ کیلوگرم و شاخص توده‌بدنی ۲۴/۳۲±۱/۷۶ کیلوگرم بر متر مربع) به عنوان نمونه‌های تحقیق و به صورت غیر تصادفی هدف‌دار انتخاب شدند.

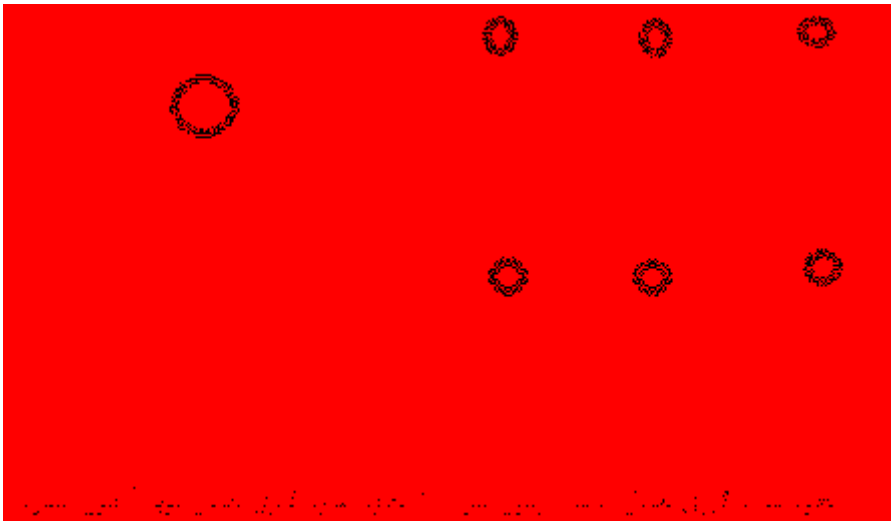
برای جمع‌آوری اطلاعات جمعیت‌شناختی و اطلاعات در مورد سابقه ورزشی، از پرسش‌نامه و اندازه‌گیری تعادل ایستا و پویا به ترتیب و با استفاده از آزمون‌های تعادلی بس و ستاره بهره گرفته شد. تکلیف شناختی در این پژوهش نیز شمارش معکوس بود. همچنین قبل از انجام آزمون‌ها در آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشگاه گیلان برخی شاخص‌های آنتروپومتری (وزن، قد، طول پا، عرض شانه، عرض لگن و عرض مچ پا) ارزیابی شد تا تفاوتی بین این شاخص‌ها در سه گروه وجود نداشته باشد. پس از بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف‌اسمیرنوف، برای مقایسه متغیرهای مذکور در میان گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. همچنین برای مقایسه تعادل ایستا و پویا همراه با تکلیف شناختی نسبت به بدون تکلیف از آزمون تی همبسته ($P\leq0/05$) استفاده شد. برای کلیه محاسبه‌های آماری از نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

اندازه‌گیری طول کف پا در وضعیت عدم تحمل وزن، به حالت نشسته روی صندلی انجام شد، به طوری که کف پا روی زمین قرار گرفته و مچ پا زاویه ۹۰ درجه داشت. در این وضعیت فاصله خلفی‌ترین نقطه پاشنه تا نقطه دیستال بلندترین انگشت پا با استفاده از متر نواری توسط آزمونگر ثبت شد [۲۲، ۲۳]. طول حقیقی پا نیز برای نرمال‌سازی رسش در آزمون تعادلی ستاره از خار خاصره‌ای قدامی فوقانی[13] تا قوزک داخلی در حالت خوابیده به پشت توسط متر نواری اندازه‌گیری شد [۲۴]. همچنین از آزمون افت ناوی برای تعیین میزان پرونیشن پا استفاده شد [۲۴].

در این پژوهش از آزمون بس[14] (سیستم شمارش تعداد خطای بالانس) برای اندازه‌گیری تعادل ایستا استفاده شد. این آزمون شامل سه موقعیت ایستادن است که هرکدام بر روی سطوح ثابت و بی‌ثبات برای اندام برتر انجام شد. سطح بی‌ثبات شامل بالشتک فوم به ابعاد ۵۰×۴۱×۶ سانتی‌متر و سطح باثبات شامل کف‌پوش از جنس موکت سفت و نازک بود. این سه موقعیت شامل ایستادن برروی هر دو پا، ایستادن بر روی پای موردآزمون، در حالی که زانوی پای مخالف ۹۰ درجه خم است و ایستادن بر روی هر دو پا به صورتی که کف پای موردآزمون در یک خط قدامی جلو قرار گرفته و پاشنه آن انگشت‌های پای عقبی را لمس کند، بود. در هر سه موقعیت چشم‌ها بسته بود و دست‌ها بر روی کمر قرار داشت. هر موقعیت برای ۲۰ ثانیه حفظ شد و امتیاز از طریق ثبت خطاها تعیین شد [۲۵]. خطاها شامل این موارد بود: ۱. بازکردن چشم‌ها؛ ۲. برداشتن دست‌ها از روی کمر؛ ۳. پایی که در تماس با زمین نیست زمین را لمس می‌کند؛ ۴. لی‌لی‌کردن و گام‌برداشتن و هرگونه حرکت پای ایستاده؛ ۵. بلندشدن پاشنه یا پنجه از روی زمین؛ ۶. حرکت ران به داخل یا ابداکشن ران بیش از ۳۰ درجه؛ ۷. دور از موقعیت ماندن بیش از پنج ثانیه [۲۶]؛ ماندن بیش از پنج ثانیه در حالت خارج از وضعیت استاندارد، (تصویر شماره ۱).

ارزیابی تعادل پویا در این پژوهش با استفاده از آزمون ستاره انجام شد. جهت شروع آزمون تعادل پویا، طول واقعی پا یعنی از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی پا جهت نرمال‌کردن داده‌ها و مقایسه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین پای برتر با

13. Anterior superior iliac spine (ASIS)
14. Balance Error Scoring System (BESS)



تصویر ۱. نحوه ارزیابی تعادل ایستا و پویا در آزمودنی‌ها

استفاده از آزمون شوت توپ تعیین شد. برای انجام آزمون ستاره، آزمودنی در مرکز جهات می‌ایستاد و سپس روی یک پا قرار می‌گرفت و با پای دیگر عمل دستیابی را انجام می‌داد و به حالت طبیعی روی دو پا بازمی‌گشت و پیش از انجام کوشش بعدی به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در این حالت می‌ماند. تمام کوشش‌ها در یک جهت قبل از رفتن به جهت دیگر باید تکمیل می‌شد و باید در یک ترتیب متوالی ساعت‌گرد یا پادساعت‌گرد انجام می‌شد. آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هریک از جهات تعیین‌شده لمس می‌کرد و فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی بود که به سانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شد. جهت به‌دست‌آوردن اختلاف بین میانگین نمرات تعادل (آزمون ستاره) در هر جهت به صورت جداگانه، از فرمول شماره ۱ استفاده شد [۲۷] (تصویر شماره ۱).

$$\text{امتیاز} = \frac{\text{فاصله دستیابی}}{\text{طول اندام}} \times ۱۰۰ \quad .۱$$

همچنین در این پژوهش جهت انجام تکلیف شناختی در این تحقیق از شمارش معکوس اعداد تصادفی استفاده شد. فعالیت شناختی شامل معکوس کردن هفت‌تایی با شروع از یک عدد تصادفی انتخاب‌شده مثلاً بین عدد ۲۰۰ تا ۳۰۰ بود. ابتدا فرد از بین ۳۰ عدد تصادفی که نزد آزمونگر بود، عددی را بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ انتخاب کرد و سپس با شروع آزمون در ذهن خود هفت‌تا هفت‌تا از آن کم می‌کرد. پس از اتمام ۳۰ ثانیه از فرد خواسته

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس جهت بررسی اثر متغیرهای مداخله‌گر بر تعادل ایستا و پویا در آزمودنی‌ها

متغیر مستقل	میانگین±انحراف معیار	متغیر وابسته	F	Df	sig.
سن (سال)	۲۰/۹۲±۲/۶۷	تعادل ایستا	۰/۰۰۶	۱	۰/۹۴۱
		تعادل پویا	۰/۰۰۲	۱	۰/۹۶۶
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۳۰±۹/۴۲	تعادل ایستا	۱/۲۱۹	۱	۰/۲۹۰
		تعادل پویا	۰/۰۴۵	۱	۰/۸۳۵
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۳/۴۴±۲/۴۴	تعادل ایستا	۰/۹۲۴	۱	۰/۳۵۴
		تعادل پویا	۰/۰۲۷	۱	۰/۸۷۲
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۰۲±۵/۲۹	تعادل ایستا	۱/۴۶۱	۱	۰/۲۸۴
		تعادل پویا	۰/۰۱۱	۱	۰/۹۱۸
طول پا (سانتی‌متر)	۹۱/۶۶±۳/۵۷	تعادل ایستا	۰/۶۱	۱	۰/۸۰۸
		تعادل پویا	۲/۲۰	۱	۰/۰۰۶
عرض شانه (سانتی‌متر)	۴۰/۹۴±۲/۱۴	تعادل ایستا	۱/۳۶۴	۱	۰/۲۶۴
		تعادل پویا	۰/۰۷۰	۱	۰/۷۹۵
عرض لگن (سانتی‌متر)	۲۸/۶۹±۱/۴۳	تعادل ایستا	۱/۸۵۵	۱	۰/۱۹۶
		تعادل پویا	۱/۱۱۱	۱	۰/۳۱۱
عرض مچ پا (سانتی‌متر)	۸/۰۱±۰/۴۶	تعادل ایستا	۰/۴۹۲	۱	۰/۴۹۵
		تعادل پویا	۰/۶۱۴	۱	۰/۴۴۷
افت ناوی (میلی‌متری)	۷/۴۶±۰/۵۹	تعادل ایستا	۰/۸۳۰	۱	۰/۳۷۹
		تعادل پویا	۰/۵۹۸	۱	۰/۴۵۳
طول کف پا (سانتی‌متر)	۲۶/۶۵±۱/۰۴	تعادل ایستا	۰/۳۱	۱	۰/۸۶۴
		تعادل پویا	۰/۳۵۳	۱	۰/۵۶۳

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه برای مقایسه تعادل ایستا و پویا با و بدون تکلیف شناختی در آزمودنی‌ها

آزمون	گروه ورزشی	میانگین±انحراف معیار	F	Df	sig.
تعادل ایستا بدون تکلیف شناختی (ثانیه)	کشتی	۵/۲۸±۵/۲۳	۲/۰۵۷	۲	۰/۱۴۲
	فوتبال	۶/۶۴±۴/۲۳			
	کاراته	۳/۵۰±۲/۳۱			
تعادل ایستا با تکلیف شناختی (ثانیه)	کشتی	۶/۴۲±۴/۹۵	۰/۴۳۰	۲	۰/۶۵۳
	فوتبال	۶±۵/۷۷			
	کاراته	۴/۸۵±۲/۵۳			
تعادل پویا بدون تکلیف شناختی (سانتی‌متر بر طول پا)	کشتی	۵/۲۳±۵/۲۳	۲/۰۵۷	۲	۰/۱۴۲
	فوتبال	۶/۶۴±۴/۲۳			
	کاراته	۳/۵۰±۲/۳۱			
تعادل پویا با تکلیف شناختی (سانتی‌متر بر طول پا)	کشتی	۷۰۶±۶۰/۷۳	۰/۵۵۴	۲	۰/۵۷۹
	فوتبال	۷۲۷/۵۷±۶۲/۲۳			
	کاراته	۷۰۴/۹۶±۲۹/۳۱			

مجله بیومکانیک ورزشی

شد که آخرین عددی که به آن رسیده است را بازگو کند. از فرد خواسته می‌شد که ذهنش را کاملاً درگیر محاسبه عددی کند. در این حالت چون تعداد دفعاتی که فرد توانسته هفت رقم به عقب برگردد قابل محاسبه دقیق نبود، فقط صحیح یا غلط‌بودن پاسخ نهایی مورد سنجش قرار گرفت [۲۸].

نتایج

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس جهت بررسی اثر متغیرهای

جدول ۳. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه تعادل ایستا و پویا با و بدون تکلیف شناختی در سه گروه آزمودنی

رشته	آزمون	t	Df	sig.
کشتی	تعادل ایستا تعادل ایستا با تکلیف شناختی	-۱/۰۲۲	۱۳	۰/۳۲۶
	تعادل پویا تعادل پویا با تکلیف شناختی	۲/۳۸۷	۱۳	۰/۰۳
فوتبال	تعادل ایستا تعادل ایستا با تکلیف شناختی	۰/۷۵۱	۱۳	۰/۴۶۶
	تعادل پویا تعادل پویا با تکلیف شناختی	۲/۴۶۹	۱۳	۰/۰۲
کاراته	تعادل ایستا تعادل ایستا با تکلیف شناختی	-۱/۸۷۶	۱۳	۰/۰۸
	تعادل پویا تعادل پویا با تکلیف شناختی	۱۲/۲۸۸	۱۳	۰/۰۰۱

مجله بیومکانیک ورزشی

مداخله‌گر بر تعادل ایستا و پویا در آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ گزارش شده است. همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه برای مقایسه تعادل ایستا و پویا با و بدون همراه با تکلیف شناختی در آزمودنی‌ها در جدول شماره ۲ آورده شده است. همچنین در جدول شماره ۳ نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه تعادل ایستا و پویا با و بدون تکلیف شناختی در سه گروه آزمودنی ارائه شده است. بر اساس نتایج جدول شماره ۲ از بین متغیرهای مداخله‌گر فقط طول پا بر تعادل پویا اثرگذار بود و سایر متغیرها بر تعادل ایستا و پویا تأثیری نداشتند.

با توجه به نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه تفاوتی در تعادل ایستا و پویا با و بدون تکلیف شناختی سه گروه کشتی، فوتبال و کاراته وجود ندارد. با توجه به نتایج جدول شماره ۳ در سه گروه ورزشکاران اعمال تداخل شناختی تأثیری بر تعادل ایستا نداشته، اما در هریک از این سه گروه با اعمال تداخل شناختی تعادل پویا با اختلال مواجه شده، به گونه‌ای که در ورزشکاران رشته کشتی تفاوت در تعادل پویا در قبل و بعد از اعمال تداخل شناختی در سطح (P=۰/۰۳) و نیز در ورزشکاران رشته‌های فوتبال و کاراته به ترتیب در سطوح ۰/۰۲ و ۰/۰۰۱ معنی‌دار بوده است.

بحث

گروهی از محققین در سال‌های اخیر برای بررسی نقش عوامل شناختی در کنترل پاسچر روش جدیدی را برای ارزیابی کنترل تعادل به نام تکلیف دوگانه به کار گرفته‌اند. در این روش از افراد خواسته می‌شود که دو تکلیف را هم‌زمان انجام دهند. بر همین مبنا این پژوهش با هدف مقایسه تعادل ایستا و پویای ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی در شرایط با و بدون اعمال اغتشاشات پاسچر انجام شد. نتایج پژوهش نشان داد کاراته‌کاها کمترین میانگین تعداد خطا در آزمون بس و بیشترین میانگین طول رسش را در آزمون ستاره دارند و کشتی‌گیران کمترین میانگین طول رسش در آزمون ستاره را دارند. تحلیل داده‌ها نشان داد تفاوت معنی‌داری در حفظ تعادل ایستا و پویا در بین کشتی‌گیران، فوتبالیست‌ها و کاراته‌کاها وجود ندارد. اگرچه این عقیده که ورزش باعث بهبود تعادل می‌شود، جدید نیست، در پژوهش حاضر موضوع نوع رشته ورزشی و میزان تجربیات تعادلی در آن رشته‌ها مورد توجه قرار گرفته است و به نظر می‌رسد چالش‌های ویژه حسی‌حرکتی[15] برای توسعه بهینه تعادل، مهم است؛ همان‌طور که مارتین و همکاران در تحقیق خود بر روی ورزشکاران رشته راگبی به آن اشاره کردند [۱۷].

در پژوهش حاضر سعی بر آن شد آزمودنی‌ها در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال انتخاب شوند؛ زیرا دو پسکوئیر و همکاران بیان کردند اوج ثبات پاسچر در ۲۵سالگی است [۲۹]. بنابراین در گروه‌های کشتی‌گیر، فوتبالیست و کاراته‌کا آزمودنی‌ها در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال انتخاب شدند. در پژوهش حاضر سعی بر آن شد اثر متغیرهای شاخص‌های آنتروپومتری و افت استخوان ناوی بر تعادل کنترل شود. این کنترل به این دلیل انجام شد که مشخص شود آیا تفاوت در تعادل گروه‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در این متغیرها باشد یا خیر. نبود تفاوت معنی‌دار بین این متغیرها و تعادل ایستا و پویای اندازه‌گیری‌شده (به جز طول پا با تعادل پویا) با توجه به نتایج آزمون تحلیل کوواریانس، نشان می‌دهد اثر آن‌ها روی تعادل ناچیز بوده و عوامل عصبی‌عضلانی[16] تأثیر بیشتری نسبت به آن‌ها روی کنترل پاسچر دارند.

در پژوهش حاضر تفاوت‌های آماری مشاهده شده در میان ورزشکاران در متغیرهای تعادل ایستا و پویا، ممکن است در بخشی مرتبط با چالش‌های حسی‌پیکری خاص آن رشته ورزشی باشد. تنظیم پاسچر[17] در الگوهای کلیشه‌ای[18] و سلسله‌مراتبی[19] سازماندهی شده است و نیاز به ادغام اطلاعات آوران از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی دارد. تغییرات ویژه در سیستم حسی‌حرکتی ناشی از شرکت در ورزش، چندبُعدی است. در توضیح این مبحث در پژوهش نورسته و همکاران به مقایسه تعادل ایستا و پویا در میان فوتبال، ژیمناستیک، بسکتبال، شنا و افراد غیرورزشکار پرداخته شده است. طبق نتایج، تفاوت معنی‌داری در تعادل ایستا بین ژیمناست‌ها و شناگران، بین ژیمناست‌ها و افراد غیرورزشکار و بین فوتبالیست‌ها و شناگران وجود داشت. همچنین تفاوت معنی‌داری در تعادل پویا بین ژیمناست‌ها و بسکتبالیست‌ها، بین ژیمناست‌ها و افراد غیرورزشکار و بین فوتبالیست‌ها و افراد غیرورزشکار وجود داشت [۳].

در پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری در تعادل ایستا و پویا بین فوتبالیست‌ها، کشتی‌گیران و کاراته‌کاها مشاهده نشد که می‌توان گفت با توجه به اینکه تغییرات ویژه در سیستم حسی‌حرکتی ناشی از شرکت در ورزش، چندبُعدی بیان شد و با توجه به اینکه حس عمقی بعد از تمرین مهارت، بهبود می‌یابد، در کشتی، فوتبال و کاراته بیشتر تأکید تعادل، بر حس عمقی است. هرچند تفاوت تعادل ایستا و پویا بین این گروه‌های ورزشی معنی‌دار نبود، ولی با توجه به میانگین گروه‌ها، کاراته‌کاها در تعادل پویا دارای میانگین بیشتری نسبت به کشتی‌گیران و فوتبالیست‌ها بودند چون کاراته‌کاها بیشتر از دو گروه دیگر، از مهارت‌های روی یک پا بهره می‌برند و همچنین کاراته‌کاها دارای میانگین کمتر در تعادل ایستا هستند که بیانگر تعداد خطای کمتر و تعادل ایستای بهتر بودند؛ این نتیجه را نیز می‌توان به بیشتربودن مهارت‌های روی یک پا در کاراته نسبت داد. از نظر تئوری نیز قابل انتظار است که کشتی‌گیران و فوتبالیست‌ها بیشتر روی دو پا هستند ولی در

15. Specific sensorimotor challenges

16. Neuromuscular factors
17. Postural regulation
18. Stereotypic patterns
19. Hierarchic patterns

کاراته مدتی که روی یک پا هستند، بیشتر است. البته شاید اگر تعداد نمونه‌ها بیشتر بود تفاوت در این پژوهش معنی‌دار می‌شد. برای توضیح بیشتر، تغییرات پاسچری بر طبق تمرینات ورزشی مختلف، متفاوت است و به نظر می‌رسد هر ورزشی سازش پاسچری ویژه‌ای را توسعه می‌دهد. به طور نمونه تمرینات ورزش جودو که ماهیتی شبیه به ورزش کشتی دارد، منجر به افزایش اهمیت اطلاعات حسی‌پیکری می‌شود، در حالی که تمرینات باله منجر به توجه بیشتر به اطلاعات بینایی می‌شود.

در بازی فوتبال، دقت در تعیین فاصله یا مسیر توپ و قضاوت صحیح درباره میزان فاصله از یاران هم‌تیمی و حریفان، از موارد تعیین‌کننده در موفقیت به شمار می‌رود و این موارد به سیستم‌های بینایی وابسته است. همچنین فوتبالیست‌ها جهت اجرای تکنیک‌ها، شوت‌کردن توپ و تکل یار مقابل بیشتر از اندام تحتانی استفاده می‌کنند که به نظر می‌رسد دو سیستم بینایی و حسی‌پیکری در حفظ تعادل فوتبالیست‌ها تأثیر بیشتری داشته باشد. البته برخی تحقیقات نشان داده‌اند که با افزایش سطح رقابت، وابستگی فوتبالیست‌ها به بینایی برای حفظ تعادل کاهش می‌یابد.

بر اساس تئوری سیستم‌ها عمل سیستم حسی در کنترل تعادل بستگی به هدف و شرایط محیطی دارد و هر سیستم حسی تحت شرایط خاصی می‌تواند از اهمیت بیشتری برخوردار باشد؛ یعنی سیستم حسی برتر در هر لحظه، سیستمی است که اطلاعات دقیق‌تری از وضعیت محیطی موجود فراهم کند. در زمینه تأثیر تداخل شناختی بر تعادل سه گروه ورزشکاران مشخص شد تداخل شناختی بر تعادل پویای هر سه گروه ورزشکاران تأثیر منفی داشته است. در همین راستا استینس و همکاران در یک مطالعه تکلیف دوگانه، جهت بررسی اثر مهارت، شناخت و بینایی بر درگیری توجهی در کنترل پاسچر در دو گروه بالرین‌ها و غیر بالرین‌ها، نشان دادند که نوسانات پاسچر در وضعیت ایستادن با چشمان بسته افزایش معنی‌داری نسبت به وضعیت ایستادن با چشمان باز داشت [۱۵].

وقتی افراد در وضعیت پاسچر دشوار قرار می‌گیرند، حفظ تعادل در این وضعیت به خطر می‌افتد و نیاز به منابع توجهی افزایش می‌یابد. بر طبق سازوکار اولویت‌دادن پاسچر، در وضعیت انجام تکلیف پاسچر همزمان با تکلیف شناختی، افراد حفظ ثبات در وضعیت ایستاده را بر تکلیف‌های همزمان دیگر اولویت می‌دهند. بنابراین انتقال توجه به سمت تکلیف پاسچر باعث قربانی‌شدن تکلیف شناختی و به عبارتی اختلال در اجرای تکلیف شناختی می‌شود [۹، ۳۰]. در همین راستا و در تحقیق دیگری پلیکچیا به ارزیابی تأثیر تمرین بر افزایش نوسان پاسچر حین انجام تکلیف شناختی پرداخت. نتایج نشان داد که انجام تکلیف شناختی همزمان سبب افزایش نوسان پاسچر در دو گروه بدون تمرین و تمرین یک تکلیف شد، در صورتی که در گروه تمرین تکلیف دوگانه نتایج این گونه نبود [۳۱].

در زمینه تکلیف شناختی همان‌طور که گفته شده ون بسین و همکاران در تحقیق خود گزارش کردند ورزشکاران بدون اختلالات شناختی عملکرد بهتری از ورزشکاران با اختلالات شناختی داشته و ورزشکاران با اختلالات شناختی در برخورد با اهداف چندگانه دچار مشکل بودند که این موضوع بر اهمیت ادراک شناختی در عملکرد تأکید دارد [۱۸]. در پژوهش حاضر انجام همزمان تعادل ایستا و پویا با تکلیف شناختی در بین سه گروه کشتی‌گیر، فوتبالیست و کاراته‌کا تفاوت معنی‌داری را نشان نداد در این زمینه نتایج با نتایج تحقیق لودر و همکاران که به مقایسه تمرینات تعادل با تکالیف یگانه و تکالیف دوگانه بر عملکرد نوجوانان پرداختند هم‌راستاست؛ زیرا آن‌ها تفاوتی را در این دو تکلیف مشاهده نکردند [۱۹]. همچنین با نتایج تحقیق هپ و همکاران هم‌راستاست؛ زیرا آن‌ها نیز در زمان پاسخ انتخابی[20] دو گروه ورزشکار حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای تفاوتی مشاهده نکردند [۱۶]. به نظر می‌رسد دلیل نتایج به‌دست‌آمده این باشد که هر سه گروه، افراد سالم و جوان بودند و مشکل ذهنی و شناختی و یا بیماری خاصی نداشتند و انجام تکلیف شناختی همزمان با کنترل پاسچر به اندازه‌ای مشکل نبود که باعث تمایز گروه‌ها با مهارت ورزشی متفاوت باشد؛ هرچند در هر گروه به صورت مجزا در قبل و بعد از اعمال تداخل شناختی، تفاوت معنی‌داری در نتیجه تعادل پویای آزمودنی‌های سه گروه مشاهده شد.

نتیجه‌گیری نهایی

مطالعات اخیر پیشنهاد می‌کند که نیازهای توجهی[21] مهمی برای کنترل پاسچر وجود دارد و این نیازها بسته به وظیفه پاسچر، سن افراد و توانایی‌های تعادلی آن‌ها متغیر هستند. هدف از پژوهش حاضر مقایسه تعادل ایستا و پویای ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی در شرایط با و بدون اعمال اغتشاشات پاسچر بود. در هر سه گروه ورزشی مقدار رسش پا در تعادل پویا همراه با تکلیف شناختی کاهش یافت، در نتیجه باید در این سه رشته ورزشی که بیشتر حرکات آن‌ها در حال حرکت است و بیشتر به تعادل پویا نیاز دارند و در حال حرکت باید تعادل خود را حفظ کنند و توجه خود را روی مهارت‌ها و حرکات متمرکز کنند، ورزشکاران تمرینات تعادلی و مهارتی خود را با تکالیف شناختی انجام دهند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی آزمودنی‌های تحقیق حاضر با رضایت کامل در پژوهش

20. Choice response time
21. Attentional demands

شرکت کرده و از تمامی مراحل تحقیق آگاه بودند. همچنین با آگاهی از محرمانه‌بودن اطلاعات شخصی‌شان، اختیار کامل در خروج از هر یک از مراحل تحقیق را داشتند.

حامی مالی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه آقای مصطفی شادکانلو استاد، از گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه گیلان بوده و از حمایت مالی هیچ بخشی استفاده نکرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: مصطفی شادکانلو و دکتر علی‌اصغر نورسته؛ تحقیق و بررسی: مصطفی شادکانلو و دکتر علی‌اصغر نورسته؛ منابع: حامد باباگل تبار سماکوش؛ نگارش پیش‌نویس: حامد باباگل تبار سماکوش؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: حامد باباگل تبار سماکوش و دکتر علی‌اصغر نورسته؛ بصری‌سازی، نظارت و مدیریت پروژه: دکتر علی‌اصغر نورسته.

تعارض منافع

در این مقاله هیچ تعارض منافعی وجود ندارد.

References

[1] Gautier G, Thouvarecq R, Larue J. Influence of experience on postural control: Effect of expertise in gymnastics. Journal of Motor Behavior. 2008; 40(5):400-8. [DOI:10.3200/JMBR.40.5.400-408]

[2] Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. Measurement in Physical Education and Exercise Science. 2003; 7(2):89-100. [DOI:10.1207/S15327841MPEE0702_3]

[3] Norasteh AA, Mohebbi H, Shah Heydari S. [Comparison of static and dynamic balance in different athletes (Persian)]. Journal of Sport Medicine. 2011; 2(2):5-22.

[4] Hosseini Mehr SH, Norasteh AA, Khaleghi Tazji M, Abbasi A. [The effect of vibration on proprioceptive inputs of trunk muscles in healthy young males in the steering of walking (Persian)]. Journal of Sport Medicine. 2009; 1(1):25-36.

[5] Matsuda S, Demura S, Uchiyama M. Centre of pressure sway characteristics during static one-legged stance of athletes from different sports. Journal of Sports Sciences. 2008; 26(7):775-9. [DOI:10.1080/02640410701824099] [PMID]

[6] Moradi J. [Comparison of static equilibrium in soccer players and swimmers under different sensory conditions (Persian)] [MSc. thesis]. Tehran: University of Tehran; 2009.

[7] Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: Translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

[8] Matlin MW. Cognition. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2005.

[9] Andersson G, Hagman J, Talianzadeh R, Svedberg A, Larsen HC. Effect of cognitive load on postural control. Brain Research Bulletin. 2002; 58(1):135-9. [DOI:10.1016/S0361-9230(02)00770-0]

[10] Fraizer EV, Mitra S. Methodological and interpretive issues in posture-cognition dual-tasking in upright stance. Gait & Posture. 2008; 27(2):271-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2007.04.002] [PMID]

[11] Dault MC, Frank JS. Does practice modify the relationship between postural control and the execution of a secondary task in young and older individuals? Gerontology. 2004; 50(3):157-64. [DOI:10.1159/000076773] [PMID]

[12] Redfern MS, Jennings JR, Martin C, Furman JM. Attention influences sensory integration for postural control in older adults. Gait & Posture. 2001; 14(3):211-6. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00144-8]

[13] Rahnama L, Salavati M, Akhbari B, Mazaheri M. Attentional demands and postural control in athletes with and without functional ankle instability. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2010; 40(3):180-7. [DOI:10.2519/jospt.2010.3188] [PMID]

[14] Vuillerme N, Nougier V. Attentional demand for regulating postural sway: The effect of expertise in gymnastics. Brain Research Bulletin. 2004; 63(2):161-5. [DOI:10.1016/j.brainresbull.2004.02.006] [PMID]

[15] Stins JF, Michielsen ME, Roerdink M, Beek PJ. Sway regularity reflects attentional involvement in postural control: Effects of expertise, vision and cognition. Gait & Posture. 2009; 30(1):106-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2009.04.001] [PMID]

[16] Heppe H, Kohler A, Fleddermann MT, Zentgraf K. The relationship between expertise in sports, visuospatial, and basic cognitive skills. Frontiers in Psychology. 2016; 7:904. [DOI:10.3389/fpsyg.2016.00904] [PMID] [PMCID]

[17] Martín A, Sfer AM, D'Urso Villar MA, Barraza JF. Position affects performance in multiple-object tracking in rugby union players. Frontiers in Psychology. 2017; 8:1494. [DOI:10.3389/fpsyg.2017.01494] [PMID] [PMCID]

[18] Van Biesen D, Jacobs L, McCulloch K, Janssens L, Vanlandewijck YC. Cognitive-motor dual-task ability of athletes with and without intellectual impairment. Journal of Sports Sciences. 2018; 36(5):513-21. [DOI:10.1080/02640414.2017.1322215] [PMID]

[19] Lüder B, Kiss R, Granacher U. Single-and dual-task balance training are equally effective in youth. Frontiers in Psychology. 2018; 9:912. [DOI:10.3389/fpsyg.2018.00912] [PMID] [PMCID]

[20] Schwesig R, Kluttig A, Leuchte S, Becker S, Schmidt H, Esperer HD. [The impact of different sports on posture regulation (German)]. Sportverletzung Sportschaden. 2009; 23(3):148-54. [DOI:10.1055/s-0028-1109576] [PMID]

[21] Leong HT, Fu SN, Ng GY, Tsang WW. Low-level taekwondo practitioners have better somatosensory organisation in standing balance than sedentary people. European Journal of Applied Physiology. 2011; 111(8):1787-93. [DOI:10.1007/s00421-010-1798-7] [PMID]

[22] Lohmann TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988.

[23] Ismaila OS. Anthropometric data of hand, foot and ear of university students in Nigeria. Leonardo Journal of Sciences. 2009; (15):15-20.

[24] Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. Journal of Athletic Training. 2005; 40(1):41-6. [PMID] [PMCID]

[25] Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. Journal of Athletic Training. 2000; 35(4):403-6. [PMID] [PMCID]

[26] Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. Journal of Athletic Training. 2007; 42(1):42-6. [PMID] [PMCID]

[27] Smith BI, Docherty CL, Simon J, Klossner J, Schrader J. Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. Journal of Athletic Training. 2012; 47(3):282-8. [DOI:10.4085/1062-6050-47.3.06] [PMID] [PMCID]

[28] Andersson G, Hagman J, Talianzadeh R, Svedberg A, Larsen HC. Dual-task study of cognitive and postural interference in patients with vestibular disorders. Otology & Neurotology. 2003; 24(2):289-93. [DOI:10.1097/00129492-200303000-00026] [PMID]

[29] Du Pasquier RA, Blanc Y, Sinnreich M, Landis T, Burkhard P, Vingerhoets FJG. The effect of aging on postural stability: A cross sectional and longitudinal study. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. 2003; 33(5):213-8. [DOI:10.1016/j.neucli.2003.09.001] [PMID]

[30] Riley MA, Baker AA, Schmit JM. Inverse relation between postural variability and difficulty of a concurrent short-term memory task. Brain Research Bulletin. 2003; 62(3):191-5. [DOI:10.1016/j.brainresbull.2003.09.012] [PMID]

[31] Pellecchia GL. Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. Journal of Motor Behavior. 2005; 37(3):239-46. [DOI:10.3200/JMBR.37.3.239-246] [PMID]