Journal of
Sport Biomechanics

March 2021. Vol 6. Issue 4

Research Paper

Investigating the Asymmetric Bimanual Coordination Differences in Male and Female Athletes in Ball and WNon-ball Sports

*Yaser Khanjari[1], Elahe Arabameri[1]

1. Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Khanjari Y, Arabameri E. [Investigating the Differences of Asymmetrical Bimanual Coordination on Male and Female Athletes WWin Ballplayers and Non-ballplayers (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2021; 6(4):250-263. https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.3.4

https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.3.4

CC BY NC

Article Info:
Received: 03 Dec 2020
Accepted: 11 Dec 2020
Available Online: 01 Mar 2021

Key words:
Motor coordination, Bilateral interference, Harmonious structures, Eye and hand coordination

ABSTRACT

Objective Bilateral coordination skills are one of the key factors in performing simple to skillful sports task, so far the differences between ball and non-ball fields have not been determined. Therefore, this study aimed to investigate the differences in asymmetric bilateral coordination between male and female athletes in ballplayers and non-ballplayers.

Methods The samples of this study were randomly selected from the young girls and boys (Mean±SD of age 26.00±4.50) in ball fields (14) and non-ball fields (16) of the Faculty of Physical Education of the University of Tehran. All subjects had complete visual acuity and the consent form of the research. The instrument of Vienna was used to measure peripheral visual.

Results The statistical results of MANOVA test showed that there is significant difference in asymmetrical bilateral coordination between ballplayers and non-ballplayers and girls and boys (P≥0.05).

Conclusion The results of this study showed that asymmetric bilateral coordination performing in ball players had better than non-ball players and girls than boys. According the importance of bimanual coordination skills in the implementation of championship sports, as well as considering gender differences and the positive impact of ball exercises on ball coordination, sports coaches can provide training, especially at a younger age, to facilitate learning of this fundamental skill.

Extended Abstract

1. Introduction

Bimanual coordination is an important and challenging issue in motor learning needed in daily and recreational activities [3]. An important feature of performing bimanual skills is that both hands tend to do the same thing simultaneously. Sometimes the two hands do not necessarily do the same thing, and each hand acts separately, which is called asymmetric bimanual coordination [1]. Research shows that the central nervous system easily controls symmetrical movements but has limited control over simultaneous asymmetric movements [6].

Eye-hand coordination plays a significant role in bimanual tasks [20], and this role is more prominent in ball sports (due to constant contact with the ball, catching a ball, and multiple blows to the ball) non-ball sports. On the other hand, athletes in ball and non-ball sports experience various experiences, tools, and environments; therefore, one of the important questions of this study was whether the level of bimanual coordination skills between athletes in ball and non-ball sports is different.

* *Corresponding Author:*
Yaser Khanjari, PhD.
Address: Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 4551425
E-mail: ykhanjari@ut.ac.ir

No research has been done in this field so far. On the other hand, although most studies have reported gender differences in bimanual coordination skills in favor of girls, there are conflicting results in this regard [26]. This study aimed to investigate the asymmetric bimanual coordination differences in male and female athletes in a ball and non-ball sports.

2. Methods

This research was of an applied study with a causal-comparative nature. The number of samples was 30 people with a Mean±SD of 26.00±4.50 years of age from male and female athlete students of the Faculty of Physical Education, University of Tehran, who were randomly selected. In this study, to control the subjects' level of experience, athletes active in the relevant sport at the semi-professional and professional levels were selected. Finally, the research samples were divided into two groups, with 14 people in the ball sports group (ball-related sports) and 16 people in the non-ball sports group (sports that do not require a ball or special tools).

It should be noted that ball sports included football, futsal, basketball, handball, volleyball, and table tennis, and non-ball sports included wrestling, karate, taekwondo, swimming, and track-and-field. Also, most of the subjects had a history of professional sports at the provincial and national team levels. To measure asymmetric bimanual coordination, the Vienna Test System was used, which was available in the "learning and movement control laboratory" of the Faculty of Physical Education, University of Tehran. All subjects completed the consent form for voluntary participation in the research and the physical health form.

Kolmogorov–Smirnov (K-S) test was used for normal data distribution, and Levene's test was used to assess the equality of variances of the groups. MANOVA statistical method was used to test the research hypothesis, and also Box's M test was used to equalize the covariance matrix of the groups. A significance level of $P\leq0.05$ was considered for data analysis.

3. Results

In Table 1, the performance time (speed) and error time (accuracy) of the research subjects were presented separately for male and female athletes in the ball and non-ball sports. These results confirm that ball sports athletes spent less total time on the task. Also, ball sports' athletes had less total error time performing the task; that is, they had higher accuracy than non-ball sports' athletes. Performance time by female athletes (with a mean of 28.83 seconds) and male athletes (with a mean of 38.94 seconds) indicated that girls had higher speed and better performance in performing the tasks. Also, in examining the female athletes' error time (with a mean of 0.34 seconds) and male athletes (with a mean of 0.61 seconds), it can be concluded that girls had fewer errors and had a higher degree of accuracy in performing bimanual coordination task.

MANOVA statistical results indicated that there was a significant difference between girls and boys in the dependent variables of "performance time" (speed) and "error time" (accuracy) ($P\leq0.05$). There was also a significant difference between ball and non-ball sports athletes in these dependent variables ($P\leq0.05$). Finally, the statistical results of this study revealed that the interaction effect of the two variables of "ball and non-ball" and "gender" on the dependent variables of "performance time" and "error time" was not significant ($P\geq0.05$). In general, the results of this study confirmed that in performing asymmetric bimanual coordination tasks, ball sports' athletes performed better than non-ball sports' athletes, and girls performed better than boys.

4. Discussion and Conclusion

One of the results of this study was that girls had a significant advantage over boys in performing asymmetric bimanual coordination tasks. It seems that one of the reasons for the superiority of girls' performance over boys in this study was related to performing a delicate task that required the use of delicate muscles of the fingers with high accuracy. Also, the results of some studies by MRI showed that the area of the corpus callosum in girls was larger than boys, as a result of which the exchange of information between the two hemispheres of the brain was more accessible, which makes girls superior to boys in performing bimanual coordination tasks [30].

The better performance of ball sports athletes compared to non-ball sports athletes in performing asymmetric bimanual coordination skills was another result of this study, which can be related to years of practice and experience working with both hands and balls in the ball sports group. Also, the task arranged in this study required high coordination between hand and eye movements, which in various studies it has been confirmed that ball exercises have a positive effect on the eye and hand coordination [41]; therefore, one of the possible reasons for the superiority of the bimanual coordination skills of the ball group can be attributed to the stronger coordination between eyes and. Finally, due to the high importance of bimanual coordination skills in sports success [43], it is expected that sports coaches, especially in the education of younger ages, pay attention to this critical issue.

Table 1. Mean performance time and mean error time in the ball and non-ball sports athletes

Dependent Variable	Gender	Status	Mean±SD (seconds)	No.
Mean performance time (speed)	Female	Ball	25.56±5.43	7
		Non-ball	31.69±10.81	8
		Total	28.83±9.01	15
	Male	Ball	33.61±10.80	7
		Non-ball	43.61±4.14	8
		Total	38.94±9.23	15
	Total	Ball	29.58±9.21	14
		Non-ball	37.65±10.02	16
		Total	33.89±10.33	30
Mean error time (accuracy)	Female	Ball	0.28±0.18	7
		Non-ball	0.40±0.19	8
		Total	0.34±0.19	15
	Male	Ball	0.53±0.21	7
		Non-ball	0.69±0.14	8
		Total	0.61±0.19	15
	Total	Ball	0.40±0.23	14
		Non-ball	0.54±0.22	16
		Total	0.48±0.23	30

Journal of
Sport Biomechanics

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed of the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them. A written consent has been obtained from the subjects. The study was performed in accordance with the Helsinki Convention.

Funding

The paper was extracted from a research project of the Dr. Yaser Khanjari & Dr. Elahe Arabameri, Department of motor behavior and sport psychology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

We would like to thank all the students of the Faculty of Physical Education, University of Tehran and the Experts of the Learning and Movement Control Laboratory who helped us in this research.

بررسی تفاوت‌های هماهنگی دو دستی نامتقارن در ورزشکاران دختر و پسر رشته‌های توپی و غیرتوپی

*یاسر خنجری[۱]، الهه عرب عامری[۱]

۱. گروه رفتار حرکتی و روانشناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۳ آذر ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۲۱ آذر ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۱ اسفند ۱۳۹۹

چکیده

هدف مهارت هماهنگی دو دستی یکی از فاکتورهای اساسی در اجرای تکالیف ورزشی ساده تا ماهرانه است که تاکنون تفاوت‌های آن بین رشته‌های توپی و غیرتوپی مشخص نشده است؛ بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی تفاوت‌های هماهنگی دو دستی نامتقارن در ورزشکاران دختر و پسر رشته‌های توپی و غیرتوپی بود.

روش‌ها نمونه‌های این تحقیق به طور تصادفی از دانشجویان دختر و پسر با میانگین و انحراف معیار سنی ۴/۵۰±۲۶/۰۰ سال رشته‌های توپی (چهارده نفر) و رشته‌های غیرتوپی (شانزده نفر) دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه تهران انتخاب شدند. همه آزمودنی‌ها از سلامت کامل بینایی برخوردار بودند و فرم رضایت شرکت در تحقیق را تکمیل کردند. از ابزار وینا برای اندازه‌گیری متغیر هماهنگی دو دستی استفاده شد.

یافته‌ها نتایج آماری آزمون مانوا نشان داد تفاوت معنی‌داری در مهارت هماهنگی دو دستی نامتقارن بین ورزشکاران توپی و غیرتوپی و همچنین در دختران و پسران وجود دارد ($P\geq 0/05$).

نتیجه‌گیری نتایج این تحقیق نشان داد که در اجرای تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن ورزشکاران رشته های توپی نسبت به رشته‌های غیرتوپی و دختران نسبت به پسران عملکرد بهتری داشتند. با توجه به اهمیت مهارت هماهنگی دو دستی در اجرای ورزش قهرمانی و همچنین در نظر گرفتن تفاوت‌های جنسیتی و تأثیر مثبت ورزش‌های توپی در هماهنگی دو دستی، مربیان ورزشی می‌توانند در امر آموزش به‌ویژه در سنین پایین‌تر محیطی فراهم کنند تا یادگیری این مهارت مهم و پایه‌ای را تسهیل کنند.

کلیدواژه‌ها:
جنسیت، هماهنگی حرکتی، تداخل دو جانبه، ساختارهای هماهنگ، هماهنگی چشم و دست

مقدمه

بسیاری از حرکات ماهرانه انسان نیاز به همکاری دو دست دارد. بعضی اوقات دو دست ضرورتاً کار یکسانی انجام نمی‌دهد و هر اندام حرکات متفاوتی انجام می‌دهد، به طوری که الگوهای این حرکات از نظر فضایی و زمانی با یکدیگر متفاوت هستند. برای مثال انجام حرکات در حین رانندگی و نواختن گیتار نیاز به حرکات دو دستی متفاوتی دارد. به این نوع حرکات دو دستی هماهنگی دو دستی نامتقارن یا تکالیف دو دستی مستقل[۱] گفته می‌شود که در آن‌ها هر دست به طور مجزا عمل می‌کند اما درنهایت هر دو دست به دنبال یک هدف خاص هستند [۱]. تحقیقات نشان داده است که حرکات دو دستی متقارن به علت اینکه از عضلات مشابه استفاده می‌کنند با ثبات و پایداری بالاتری قابل انجامند و پیچیدگی حرکات دو دستی نامتقارن را ندارند [۲]. هماهنگی دو دستی موضوع مهم و چالش‌برانگیزی در یادگیری حرکتی است که در انجام تکالیف روزمره و فعالیت‌های تفریحی به آن نیاز است [۳].

ویژگی مهم اجرای مهارت‌های دو دستی این است که دو دست تمایل دارند که در یک زمان کار یکسانی انجام دهند. معلمان و درمانگرهایی که از هم‌زمانی دو دست آگاهند، توجه ویژه مردم به یادگیری مهارت‌هایی که مستلزم حرکت اندام‌ها برای کارهای مختلف در یک زمان هستند را با اهمیت می‌دانند. سوئین و همکاران طی تحقیقاتی در رابطه با هماهنگی‌های دو دستی نامتقارن به این نتیجه رسیدند که افراد می‌توانند هم‌زمانی حرکات دو دستی را تغییر دهند، اما این تغییر هم‌زمانی فرایندی مشکل است که نیاز به توجه بسیار زیاد به شرایط آموزشی و تمرینی دارد [۴]. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که انجام دو تکلیف متفاوت با دو دست به صورت هم‌زمان باعث تداخل دوجانبه می‌شود، حتی هنگامی که دو دست به صورت جداگانه آن تکلیف را به‌راحتی انجام می‌دهند [۵]. این نتایج نشان می‌دهد که سیستم عصبی مرکزی حرکات متقارن را به‌راحتی کنترل می‌کند اما در کنترل حرکات نامتقارن هم‌زمان با قصور و محدودیت مواجه است. الگوهای تداخل دوجانبه که در اجرای تکالیف هماهنگی دو دستی نامتقارن اتفاق می‌افتد تمایل شدید

1. Independent bimanual tasks

* نویسنده مسئول:
دکتر یاسر خنجری
نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه رفتار حرکتی و روانشناسی ورزشی.
تلفن: ۴۵۵۱۴۲۵ (۹۱۲) ۹۸+
پست الکترونیکی: ykhanjari@ut.ac.ir

سیستم عصبی مرکزی را در اجرای حرکات متقارن، مشابه و یا هم‌جهت نشان می‌دهد [۶]. تلاش‌های زیادی برای دست‌یابی به مکان آناتومیکی کنترل‌کننده هماهنگی دو دستی در مغز انجام گرفته است. بسیاری از مطالعات از بین تمام نواحی قشری، به نقش اساسی ناحیه حرکتی مکمل[2] در هماهنگی دو دستی اشاره می‌کنند. انبوه ارتباطات بین نیم‌کره‌ها از ناحیه حرکتی مکمل نشئت می‌گیرد و پیش‌بینی‌های اولیه‌ای وجود دارد که این ناحیه به طور ویژه مختص هماهنگی دو دستی است [۷].

برخی تحقیقات نشان داده‌اند که فعالیت عصبی در ناحیه حرکتی مکمل به هنگام اجرای تکالیف دو دستی افزایش می‌یابد [۸]. حتی برخی مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت در این ناحیه، در حرکات دو دستی نامتقارن نسبت به متقارن بیشتر می‌شود [۹]. این ایده که ناحیه حرکتی مکمل مخصوص حرکات دو دستی است زمانی قوت می‌گیرد که افزایش فعالیت در نورون‌های این ناحیه در طول حرکات دو دستی، در حرکات یک دستی هرکدام از دست‌ها گزارش نشده است [۱۰]. با این وجود در حرکات دو دستی اکثر تحقیقات به نقش برجسته قشر حرکتی نیم‌کره دگرسوی دست برتر نیز اشاره داشته‌اند [۱۱].

تمایل شدید دو دست برای تولید حرکات مشابه از نظر فضایی زمانی در حرکات دو دستی، منجر به ایجاد این فرضیه شده است که برای هر دو دست یک برنامه حرکتی وجود دارد. این فرضیه در قالب برنامه حرکتی تعمیم‌یافته مطرح شده است [۱۲]. این نظریه بیان می‌کند که حرکات با یک برنامه حرکتی در سیستم عصبی مرکزی و با پارامترهای حرکتی ارائه می‌شوند. در نظریه برنامه حرکتی تعمیم‌یافته[3]، یک برنامه حرکتی شکل اصلی حرکت را قبل از شروع آن تعیین می‌کند. اشمیت و همکاران پیشنهاد کردند این مفهوم در حرکات دو دستی کاربرد دارد و ممکن است یک برنامه حرکتی کنترل حرکات هر دو دست را برعهده داشته باشد. این نظریه بیان می‌کند حتی زمانی که دست‌ها حرکات متفاوتی انجام می‌دهند، تنها یک برنامه حرکتی کنترل‌کننده حرکت است، هرچند پارامترهای ویژه هر اندام نسبت به دیگری متفاوت تعیین شده باشد [۱۳].

بر خلاف مدل برنامه حرکتی تعمیم‌یافته، مدل تداخل[4] عموماً بیان می‌کند که دو برنامه حرکتی مستقل برای دو دست وجود دارد. این مدل می‌گوید درحالی که هر دست اصولاً به وسیله نیم‌کره دگرسو کنترل می‌شود ولی نیم‌کره همسو نیز در یکپارچگی با نیم‌کره دیگر تأثیرگذار است [۱۴]. جدیدترین مدلی که در زمینه هماهنگی دو دستی مطرح شده، مدل نظری سیستم‌های پویاست که محدودیت مدل‌های برنامه حرکتی تعمیم‌یافته و تداخل را ندارد. در این مدل ساختارهای هماهنگ با هم (هم‌کوشی‌ها)[5] در قالب همکاری یک گروه ویژه از عضلات عمل می‌کنند. ساختارهای هماهنگ از طریق کاهش تعداد درجات آزادی کنترل حرکات پیچیده را تسهیل می‌کند [۱۵]. اکثر پدیده‌های رفتاری مشاهده شده در حرکات هماهنگی دو دستی به وسیله چنین مدلی توضیح داده می‌شود [۱۶].

در سال‌های اخیر علاقه محققان و متخصصان ورزشی به بررسی توانایی هماهنگی حرکتی افراد بیشتر شده است زیرا اعتقاد بر این است که کیفیت کنترل و سازگاری حرکتی به میزان پتانسیل هماهنگی حرکتی افراد بستگی دارد [۱۷]. عوامل متعددی ممکن است روی کنترل هماهنگی دو دستی مؤثر باشد. برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که عوامل فردی مانند سن و قدرت عضلات می‌توانند بر کنترل هماهنگی دو دستی نیز مؤثر باشد [۱۸]. برخی از تحقیقات هم نشان داده‌اند که نوع تکلیف بر کنترل هماهنگی دو دستی مؤثر است، به طوری که هر چقدر که شاخص دشواری تکلیف پایین‌تر باشد، تکلیف دو دستی هماهنگ‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود [۱۹]. همچنین برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که فاکتورهای ادراکی و محیط روی هماهنگی زمانی حرکات دو دستی اثرگذار است [۲۰]. اهمیت اطلاعات ادراکی در هماهنگی دو دستی به وسیله الگوی حرکات چشمی مرتبط با تکالیف هدف‌گیری دو دستی که در آن‌ها افراد روی یک هدف متمرکز می‌شوند تا الگوهای فضایی منطبق با هدف را تولید کنند، اهمیت پیدا می‌کند [۲۱]. از طرفی دیگر تحقیقات متعددی بر نقش برجسته هماهنگی چشم و دست در تکالیف دو دستی (که در آن هر دست اعمال جداگانه‌ای را انجام می‌دهند) تأکید دارند [۲۰، ۲۱]. اولیویر و همکاران در مطالعه‌ای روی هماهنگی دو دستی در تکالیف دسترسی و گرفتن اشیا به این نتیجه رسیدند که کودکان زیر ۱۱ سال در هماهنگی دو دستی برای گرفتن اشیا سرعت پایین‌تری نسبت به نوجوانان دارند و همچنان با بالاتر رفتن سن و سطح مهارت این هماهنگی دو دستی در تکالیف دسترسی و گرفتن بیشتر خواهد شد [۲۲]. همچنین اطلاعات به‌دست‌آمده از تصویربرداری‌های مغزی نشان می‌دهد که استفاده از تمرین و تجربه‌های گوناگون شکل‌گیری شبکه‌های مغزی را تغییر می‌دهد [۲۳].

با توجه به نقش مهم هماهنگی چشم و دست در گرفتن و هماهنگی دو دستی [۲۰] و همچنین اثرات مثبت سطح تجربه و تمرین در تکالیفی که نیاز به هماهنگی دو دستی دارند [۲۴] و از طرفی با در نظر گرفتن این موضوع که نقش هماهنگی چشم و دست‌ها در ورزش‌های توپی (به دلیل تماس دائم، گرفتن و ضربات متعدد توپ) نسبت به ورزش‌های غیرتوپی پررنگ‌تر است و ورزشکاران رشته‌های توپی و غیرتوپی تجربه‌ها، ابزار و محیط‌های گوناگونی را تجربه می‌کنند، یکی از سؤالات مهم تحقیق حاضر این است که آیا سطح مهارت هماهنگی دو دستی

2. Supplementary Motor Area
3. Generalized Motor Program
4. Crosstalk model
5. Synergies

بین ورزشکاران توپی و غیرتوپی متفاوت است؟ تاکنون تحقیقی در این زمینه انجام نشده است. علاوه بر این، برخی از تحقیقات عدم تفاوت‌های جنسیتی مهارت هماهنگی دو دستی را در سنین قبل از نوجوانی و تفاوت‌های جنسیتی مؤثر بر هماهنگی دو دستی را در سنین بعد از نوجوانی گزارش کرده‌اند [۲۴]. پول و همکاران در مطالعه‌ای روی تفاوت‌های جنسیتی در هماهنگی دو دستی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن، مهارت هماهنگی دو دستی بهتر می‌شود اما جالب آنکه عملکرد دختران بهتر از پسران گزارش شده است که آن را به ارتباطات درونی قوی‌تر دو نیم‌کره مغز در دختران در مقایسه با پسران نسبت داده‌اند [۲۵]. از طرفی برخی تحقیقات به‌ویژه قبل از ۱۲ سالگی برتری مهارت هماهنگی دو دستی را در تکالیف ویژه‌ای به نفع پسران نشان داده‌اند و نیز در تکالیف دیگر عدم تفاوت جنسیتی بین پسران و دختران گزارش شده است [۲۶]. اگرچه تا به امروز اغلب تحقیقات تفاوت‌های جنسیتی در مهارت هماهنگی دو دستی را به نفع دختران گزارش کرده‌اند، اما نتایج ضد و نقیضی در این رابطه وجود دارد به‌ویژه اینکه در اکثر تحقیقات تکالیف منحصربه‌فرد و متفاوتی را در اندازه‌گیری مهارت هماهنگی دو دستی به کار برده‌اند [۲۶].

نقش جنسیت و سطح تجربه و تمرین در مهارت هماهنگی دو دستی هنوز به طور کامل بررسی نشده است [۲۴]. با توجه به کافی نبودن تحقیقات در این زمینه و همچنین وجود برخی از تناقض‌ها درباره اثر نقش‌های جنسیتی در مهارت‌های هماهنگی دو دستی، سؤال دیگر این تحقیق این است که آیا مهارت مهم هماهنگی دو دستی در بین ورزشکاران دختر و پسر تفاوت دارد؟ بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی تفاوت‌های هماهنگی دو دستی نامتقارن در ورزشکاران دختر و پسر رشته‌های توپی و غیرتوپی بود.

روش‌شناسی

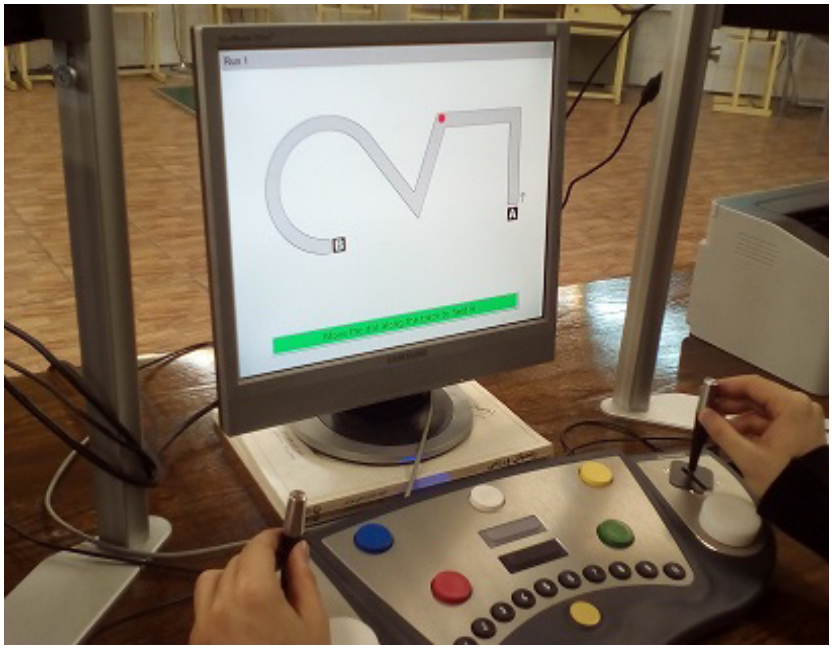
تحقیق حاضر از نوع کاربردی با ماهیت علّی مقایسه‌ای است. تعداد نمونه‌های تحقیق حاضر بر اساس هدف، بودجه، امکانات و زمان سی نفر با میانگین و انحراف معیار ۴/۵۰±۲۶/۰۰ سال از دانشجویان ورزشکار دختر و پسر دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه تهران به صورت تصادفی انتخاب شدند. در این تحقیق به منظور کنترل سطح تجربه آزمودنی‌ها از ورزشکارانی که به صورت نیمه‌حرفه‌ای تا حرفه‌ای در رشته مورد نظر فعالیت داشتند، استفاده شد. درنهایت نمونه‌های تحقیق به دو گروه چهارده‌نفری توپی (رشته‌هایی که به نوعی با توپ درگیرند) و شانزده‌نفری غیرتوپی (رشته‌هایی که به توپ یا ابزار خاصی نیاز ندارند) تقسیم شدند. رشته‌های توپی شامل فوتبال، فوتسال، بسکتبال، هندبال، والیبال، تنیس روی میز و رشته‌های غیرتوپی شامل کشتی، کاراته، تکواندو، شنا و دومیدانی بودند و اغلب آزمودنی‌ها سابقه ورزشی حرفه‌ای (استانی تا تیم ملی) را داشتند. به منظور اندازه‌گیری هماهنگی دو دستی نامتقارن از ابزار وینا[6] موجود در آزمایشگاه یادگیری و کنترل حرکتی دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه تهران استفاده شد.

در ابتدا همه آزمودنی‌ها فرم رضایت داوطلبانه شرکت در تحقیق و فرم سلامت جسمانی را تکمیل کردند. سپس قبل از شروع آزمون شیوه کار با دستگاه برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد تا از دستگاه و نحوه کار با آن شناخت اولیه پیدا کنند. شیوه کار به این صورت بود که ابتدا آزمودنی‌ها در محیطی آرام پشت دستگاه وینا روی صندلی می‌نشستند، به طوری که مانیتور و اهرم‌های قرار گرفته در سمت چپ و راست صفحه کلید درست روبه‌روی آزمودنی‌ها قرار می‌گرفت. آزمون شامل پنج کوشش تکراری بود. آزمودنی می‌بایست در ابتدا با استفاده از دو اهرم که توسط دست چپ و راستش به طور هم‌زمان و در جهت نامتقارن حرکت می‌کرد، دایره قرمز رنگی را که در صفحه نمایش مشاهده می‌کرد، حرکت دهد تا به نقطه A (نقطه شروع) برسد. سپس فرد با استفاده از حرکت هم‌زمان هر دو اهرم که اهرم سمت راست تنها در راستای بالا و پایین و اهرم سمت چپ تنها در جهت راست و چپ حرکت می‌کرد، می‌بایست بدون اینکه با دیواره‌های مارپیچ مسیر برخورد کند به نقطه B (نقطه پایان) برسد. به محض برخورد دایره قرمز با خطوط دیواره‌ها صدای بوقی شنیده می‌شد که بازخورد شنوایی خطا را به آزمودنی انتقال می‌داد. ابتدای این آزمون حداقل سه کوشش آزمایشی داشت که در صورت اجرای بسیار بد، این تعداد به طور خودکار توسط دستگاه افزایش می‌یافت تا میزان آشنایی نسبی آزمودنی با اجرای حرکت کسب شود. سپس پنج کوشش اصلی شروع می‌شد تا دستگاه پیام خاتمه آزمون را اعلام کند.

پس از اجرای آزمون دستگاه نتایج آزمون افراد را بر اساس میانگین زمان اجرای تکلیف (سرعت)، میانگین مدت‌زمان خطای صورت گرفته (دقت) و تعداد خطا در هر تکرار به آزمونگر اعلام می‌کرد. در این آزمون، هرچه که زمان کلی آزمون و تعداد خطاها (بیرون رفتن دایره قرمز رنگ از مسیر مشخص) کمتر باشد، آزمودنی امتیاز بالاتری خواهد گرفت و در حقیقت آزمودنی عملکرد بهتری داشته است (تصویر شماره ۱).

برای آمار توصیفی داده‌ها از میانگین و انحراف معیار استفاده شد. از آزمون K-Sبه منظور نرمال بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لون برای برابری واریانس گروه‌ها استفاده شد. از روش آماری مانوا برای آزمون فرضیه تحقیق و همچنین از آزمون Box's M برای برابری ماتریس کوواریانس‌های گروه‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری P≥۰/۰۵ و نرم‌افزار SPSS ورژن ۱۸ برای آنالیز داده‌ها در نظر گرفته شد.

6. Vienna Test System



تصویر ۱. اجرای تکلیف هماهنگی نامتقارن دو دستی به هنگام انتقال دایره قرمز از نقطه A به B

مجله بیومکانیک ورزشی

نتایج

جدول شماره ۱ آمار توصیفی مربوط به زمان اجرا (سرعت) و زمان خطا (دقت) آزمودنی‌های تحقیق را نشان می‌دهد که به تفکیک در دختران و پسران رشته‌های توپی و غیرتوپی نشان داده شده است. میانگین و انحراف استاندارد زمان اجرا به ترتیب در مجموع رشته‌های توپی ۲۹/۵۸ و ۹/۲۱ ثانیه و در رشته‌های غیرتوپی ۳۷/۶۵ و ۱۰/۰۲ ثانیه در جدول گزارش شده است که نشان می‌دهد ورزشکاران توپی در مجموع زمان کمتری را صرف اجرای تکلیف کرده‌اند و در حقیقت سرعت اجرای بالاتری داشته‌اند. همچنین میانگین و انحراف معیار زمان خطا به ترتیب در مجموع رشته‌های توپی ۰/۴۰ و ۰/۲۳ ثانیه و در رشته‌های غیرتوپی ۰/۵۴ و ۰/۲۲ گزارش شده است که نشان می‌دهد ورزشکاران توپی در مجموع زمان خطای کمتری را حین اجرای تکلیف داشته‌اند و در حقیقت از دقت بالاتری نسبت به ورزشکاران رشته‌های غیرتوپی برخوردار بوده‌اند. از طرفی زمان اجرا در دختران با میانگین ۲۸/۸۳ ثانیه و در پسران با میانگین ۳۸/۹۴ ثانیه نشان می‌دهد که دختران سرعت بالاتر و عملکرد بهتری را در اجرای تکلیف داشته‌اند و همچنین در بررسی مدت‌زمان خطا دختران با میانگین ۰/۳۴ ثانیه و پسران با میانگین ۰/۶۱ ثانیه می‌توان فهمید که دختران خطای کمتر و در حقیقت میزان دقت بالاتری در اجرای تکلیف هماهنگی دو دستی داشته‌اند.

مطابق جدول شماره ۲ نتایج آماری مانووا نشان داد که سطح معناداری متغیرهای وابسته زمان اجرا و زمان خطا در بین پسران و دختران به ترتیب P=۰/۰۰۳ و P=۰/۰۰۱ است، بنابراین تفاوت معنی‌داری بین دختران و پسران در متغیرهای وابسته مدت‌زمان اجرا (سرعت) و مدت‌زمان خطا (دقت) وجود داشت (P≥۰/۰۵). همچنین سطح معناداری متغیرهای وابسته زمان اجرا و زمان خطا در بین ورزشکاران توپی و غیرتوپی به ترتیب P=۰/۰۱۴ و P=۰/۰۴۷ است، بنابراین تفاوت معنی‌داری بین ورزشکاران توپی و غیرتوپی در این متغیرهای وابسته وجود داشت (P≥۰/۰۵). نهایتاً نتایج آماری این تحقیق نشان داد که اثر تعامل دو متغیر توپی غیرتوپی و جنسیت بر متغیرهای وابسته زمان اجرا و زمان خطا با توجه به سطح معنی‌داری آن‌ها که به ترتیب P=۰/۵۳ و P=۰/۷۸ گزارش شده است، معنی‌دار نیست. بنابراین تعامل این دو متغیر مستقل اثر معنی‌داری روی متغیرهای زمان اجرا و زمان خطا نداشت (P≥۰/۰۵). در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که در اجرای تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن ورزشکاران رشته‌های توپی نسبت به رشته‌های غیرتوپی و دختران نسبت به پسران عملکرد بهتری داشتند.

بحث

یکی از نتایج مطالعه حاضر این بود که دختران نسبت به پسران در اجرای تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن برتری معنی‌داری دارند. این نتیجه با نتایج برخی از تحقیقات همسوست. پول و همکاران در مطالعه‌ای روی تفاوت‌های جنسیتی در هماهنگی دو دستی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سن مهارت هماهنگی دو دستی بهتر می‌شود اما جالب است که عملکرد دختران بهتر از پسران است [۲۵]. برخی تحقیقات که مهارت هماهنگی دو دستی پسران و دختران را بررسی کرده‌اند به این نتیجه رسیده‌اند که این برتری دختران تا زمانی تداوم دارد که اندازه انگشتان اشاره و شست هر دو گروه یکسان باشد. در مقابل برخی

جدول ۱. آمار توصیفی میانگین زمان اجرا و زمان خطا در ورزشکاران توپی و غیرتوپی

متغیر وابسته	جنسیت	توپی و غیرتوپی	میانگین±انحراف استاندارد (ثانیه)	تعداد
میانگین زمان اجرا (سرعت)	دختر	ورزشکاران توپی	۲۵/۵۶±۵/۴۳	۷
		ورزشکاران غیرتوپی	۳۱/۶۹±۱۰/۸۱	۸
		مجموع	۲۸/۸۳±۹/۰۱	۱۵
	پسر	ورزشکاران توپی	۳۳/۶۱±۱۰/۸۰	۷
		ورزشکاران غیرتوپی	۴۳/۶۱±۴/۱۴	۸
		مجموع	۳۸/۹۴±۹/۲۳	۱۵
	مجموع	ورزشکاران توپی	۲۹/۵۸±۹/۲۱	۱۴
		ورزشکاران غیرتوپی	۳۷/۶۵±۱۰/۰۲	۱۶
		مجموع	۳۳/۸۹±۱۰/۳۳	۳۰
میانگین زمان خطا (دقت)	دختر	ورزشکاران توپی	۰/۲۸±۰/۱۸	۷
		ورزشکاران غیرتوپی	۰/۴۰±۰/۱۹	۸
		مجموع	۰/۳۴±۰/۱۹	۱۵
	پسر	ورزشکاران توپی	۰/۵۳±۰/۲۱	۷
		ورزشکاران غیرتوپی	۰/۶۹±۰/۱۴	۸
		مجموع	۰/۶۱±۰/۱۹	۱۵
	مجموع	ورزشکاران توپی	۰/۴۰±۰/۲۳	۱۴
		ورزشکاران غیرتوپی	۰/۵۴±۰/۲۲	۱۶
		مجموع	۰/۴۸±۰/۲۳	۳۰

مجله بیومکانیک ورزشی

تحقیقات دیگر هم با آزمون‌های دیگر نشان داده‌اند که به طور کلی مهارت حرکات دو دستی دختران پیشرفته‌تر از پسران است [۲۷]. کوهن و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که دختران در یادگیری حرکات دو دستی پیچیده، سریع‌تر هستند و همچنین دقت بالاتری دارند. آن‌ها این برتری را به برنامه‌ریزی حرکتی بهتر دختران در تکالیف ظریف نسبت دادند [۲۸]. آلبینس در مطالعه‌ای اثر فاکتورهای جنسیت و سطح تجربه را روی میزان هماهنگی دو دستی نوجوانان سنین رشد بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که اثرات جنسیت و مهارت بر هماهنگی دو دستی تا اواخر سنین رشد اندک است. با این وجود از اواخر سنین

جدول ۲. نتایج آزمون مانووا بروی متغیرهای زمان اجرا و زمان خطا در تکلیف هماهنگی دودستی نامتقارن

متغیر مستقل	متغیر وابسته	درجه آزادی	Mean Square	F	P
جنسیت	میانگین زمان اجرا (سرعت)	۱	۷۴۴/۷۰	۱۰/۶۵	۰/۰۰۳
	میانگین زمان خطا (دقت)	۱	۰/۵۳	۱۵/۷۳	۰/۰۰۱
توپی و غیرتوپی	میانگین زمان اجرا (سرعت)	۱	۴۸۵/۸۴	۶/۹۴	۰/۰۱۴
	میانگین زمان خطا (دقت)	۱	۰/۱۴	۴/۳۳	۰/۰۴۷
جنسیت × توپی و غیرتوپی	میانگین زمان اجرا (سرعت)	۱	۲۸/۰۱	۰/۴۰	۰/۵۳
	میانگین زمان خطا (دقت)	۱	۰/۰۰۳	۰/۰۷	۰/۷۸

مجله بیومکانیک ورزشی

نوجوانی به بعد تفاوت‌های جنسیتی در هماهنگی دو دستی که شامل سرعت و دقت تکلیف دو دستی می‌شود، بسیار آشکار بود که دختران هم در سرعت و هم در دقت تکلیف عملکرد بهتری داشتند که البته این تفاوت در فاکتور دقت بسیار نمایان‌تر بود [۲۴]. اگرچه در مطالعه آن‌ها از یک ابزار کاملاً متفاوت با مطالعه حاضر استفاده شده است، به طوری که تکلیف هماهنگی دو دستی آن‌ها بر خلاف تحقیق حاضر یک مهارت حرکتی ظریف نیست با این وجود نتایج مشابهی در هر دو تحقیق به دست آمده است. این نتایج نشان می‌دهد که تفاوت‌های جنسیتی تکلیف هماهنگی دو دستی در بین دختران و پسران تنها مربوط به تکالیف ظریف نیست. در مطالعه دیگری محققان نشان دادند که دختران ۱۷ تا ۲۳ سال در اجرای یک تکلیف هماهنگی دو دستی نسبت به پسران برتری دارند و جالب اینکه این برتری در دختران ورزشکاران حرفه‌ای بیشتر نمایان بود. این نتیجه با مطالعه حاضر که آزمودنی‌ها در سطح حرفه‌ای بودند مطابقت دارد. از طرفی نتایج این مطالعه با نتایج کرایف و همکاران که تفاوت‌های جنسیتی در اجرای مهارت هماهنگی دو دستی در بین دختران و پسران را بررسی کردند [۲۹] تا حدودی مطابقت نداشت. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که اگرچه دختران در مهارت هماهنگی دو دستی سرعت بالاتر و توانایی سازگاری بهتری داشتند اما در مجموع پسران دقت بالاتری در اجرای مهارت هماهنگی دو دستی داشتند. مقایسه نتایج حاصل از تحقیقاتی که روی هماهنگی دو دستی انجام شده است تا حدودی دشوار است؛ زیرا هرکدام از این تحقیقات از ابزار متفاوتی برای اندازه‌گیری هماهنگی دو دستی استفاده کرده‌اند [۲۴].

محققانی که روی تکالیف هماهنگی دو دستی کار کرده‌اند بر این باورند که یکی از مهم‌ترین علت‌های برتری دختران نسبت به پسران در اجرای تکلیف هماهنگی دو دستی مربوط به تفاوت‌های نروفیزیولوژیکی بین مردان و زنان است. برای مثال نتایج برخی مطالعات توسط MRI نشان داده است که وسعت ناحیه جسم پینه‌ای[7] در دختران نسبت به پسران بزرگ‌تر است که در نتیجه آن مبادله اطلاعات بین دو نیم‌کره آسان‌تر صورت می‌گیرد [۳۰]. بارال و همکاران در مطالعه‌ای روی کودکان ۵ تا ۱۱ سال دریافتند که با افزایش سن کنترل هماهنگی دو دستی در کودکان بهبود می‌یابد که آن‌ها این پیشرفت را به افزایش رشد جسم پینه‌ای نسبت دادند [۳۱]. جسم پینه‌ای یکی از ساختارهای مغز است که بین دو نیم‌کره ارتباط برقرار می‌کند و نقش مهمی در کنترل مهارت هماهنگی دو دستی دارد. اندازه جسم پینه‌ای به میزان آکسون‌ها، میلینی شدن آن‌ها و عروق موجود در این ناحیه وابسته است [۳۲]. با توجه به این نتایج عصب‌شناختی می‌توان گفت که احتمالاً یکی از علت‌های برتری اجرا و یادگیری مهارت هماهنگی دو دستی در دختران نسبت به پسران وسعت بیشتر ناحیه جسم پینه‌ای در دختران است. همچنین برخی مطالعات به نقش اساسی ناحیه حرکتی مکمل[8] در هماهنگی دو دستی اشاره دارد و پیش‌بینی‌های اولیه‌ای وجود دارد که این ناحیه به طور ویژه مختص هماهنگی دو دستی است [۷] اما تفاوت‌های جنسیتی در این ناحیه از مغز تاکنون بررسی نشده است و نیاز به تحقیقات بیشتری در این موضوع وجود دارد. این تفاوت‌های جنسیتی در برخی مهارت‌های حرکتی نیز نشان داده شده است. مثلا پسران در مهارت‌های توپی و دختران در انجام مهارت‌های ظریف دستی عملکرد بهتری دارند [۳۳]. پسران در مهارت‌هایی که نیاز به استفاده از نیروی زیادی دارد مهارت بیشتری دارند و این تفاوت بعد از بلوغ که پسران توده عضلانی بیشتری پیدا می‌کنند، بیشتر می‌شود [۳۴]. با توجه به تحقیقات یادشده که نشان می‌دهد دختران در اجرای مهارت ظریف برتری دارند به نظر می‌رسد یکی از علت‌های عملکرد بهتر دختران نسبت به پسران در این مطالعه، استفاده از یک تکلیف ظریف در آن بوده و این تکلیف نیاز به استفاده از عضلات ظریف انگشتان دست‌ها به همراه دقت بالا داشت.

یکی دیگر از نتایج این مطالعه این بود که ورزشکاران رشته‌های توپی نسبت به رشته‌های غیرتوپی عملکرد بهتری در اجرای مهارت هماهنگی دو دستی نامتقارن داشتند. در کنار رشد طبیعی مهارت هماهنگی دو دستی، فاکتورهایی وجود دارد که می‌تواند بر پیشرفت و تکامل این مهارت اثرگذار باشد. برای مثال تجربه حرکتی افراد می‌تواند نقش مهمی در پیشرفت این مهارت داشته باشد، همانند موزیسین‌هایی که سال‌ها با ابزارهای نیازمند به حرکات مستقل دست‌ها تمرین عمدی کرده‌اند [۲۴]. فوجی و همکاران در مطالعه‌ای روی مقایسه اجرای تکالیف یک دستی و دو دستی نشان دادند که در اجرای تکالیف یک دستی، حرکات دست چپ و راست موزیسین‌های مبتدی تفاوت زیادی با هم دارد اما در موزیسین‌های حرفه‌ای حرکات دو دست بسیار شبیه هم است؛ درنهایت آن‌ها نتیجه گرفتند که تمرین تکالیف هماهنگی دو دستی سبب رشد نواحی قشری مربوط به تکالیف هماهنگی دو دستی شده که همین فاکتور می‌تواند عامل رشد و پیشرفت مهارت هماهنگی دو دستی باشد [۳۵]. همچنین تحقیقات دیگر هم نشان داده‌اند که تمرین هماهنگی دو دستی در سنین پایین‌تر سبب افزایش فعالیت نواحی مغزی مربوط به کنترل هماهنگی دو دستی همچون ناحیه حرکتی مکمل[9] می‌شود که بهبود و پیشرفت این مهارت را به دنبال دارد [۳۶]. در این تحقیق با توجه به اینکه آزمودنی‌های گروه توپی سال‌ها تمرین و تجربه مختلف کار با دو دست و توپ را داشته‌اند، شاید بتوان گفت که یکی از علل برتری ورزشکاران رشته‌های توپی در اجرای مهارت هماهنگی دو دستی همین تمرین بیشتر با دو دست در حین اجرا نسبت به گروه غیرتوپی است. دوستان و

7. Corpus callosum

8. Supplementary motor area

9. Supplementary motor area

همکاران در مطالعه‌ای انتقال حرکت دو دستی نامتقارن به حالت عکس آن را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین حرکت دو دستی نامتقارن باعث به خاطر سپردن و در نتیجه یادگیری مناسب می‌شود [۳۷]. مرادی و همکاران در تحقیقی که اثرات سن و تجربه والیبال را روی هماهنگی دو دستی مداوم بررسی نموده است، به این نتیجه رسیدند که تجربه و تمرین والیبال به مدت دو سال روی بهبود هماهنگی دو دستی مداوم تأثیر بسیار زیادی دارد. آن‌ها چنین استدلال کردند که تمرین مداوم تکالیف دو دستی سبب افزایش هماهنگی عصبی عضلانی دست‌ها شده و از طرفی این تمرینات می‌تواند بر ناحیه‌هایی از مغز که مسئول کنترل هماهنگی دو دستی هستند تأثیر مثبت بگذارد [۳۸]. همچنین، پژوهش تیموتی جی و همکاران تأیید می‌کند که تمرین و حرکت سبب بهبود سیستم عصبی عضلانی و افزایش عملکرد هماهنگی دو دستی بین ضربات انگشتان دو دست می‌شود [۳۹]. بنابراین در پژوهش حاضر نیز گمان می‌رود که به واسطه به‌کارگیری مداوم دست‌ها در تمرینات به تدریج هماهنگی عصبی عضلانی بین دست‌های افرادی با سال‌های متمادی فعالیت در رشته‌های توپی بالا رفته و همچنین وسعت نواحی مغزی مربوط به تکالیف هماهنگی دو دستی در آن‌ها افزایش یافته است. همین امر سبب افزایش مهارت هماهنگی دو دستی آن‌ها شده است؛ بنابراین به نظر می‌رسد تمرین، تجربه و عوامل محیطی که سبب هماهنگی بیشتر هر دو دست با یکدیگر می‌شود، می‌تواند عاملی مؤثر در اکتساب و یادگیری مهارت هماهنگی دو دستی باشد. با این وجود، ممکن است اکتساب برخی مهارت‌ها در ورزشکاران توپی و غیرتوپی کمتر از محیط تأثیر بپذیرد و وراثت نقش تعیین‌کننده‌تری داشته باشد. خنجری و همکاران در تحقیقی روی مهارت ادراک بینایی محیطی با ابزار وینا به این نتیجه رسیدند که بین عملکرد مهارت ادراک بینایی محیطی در ورزشکاران رشته‌های توپی و غیرتوپی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و این مهارت بیشتر از این که به محیط و رشته ورزشی وابسته باشد به وراثت وابسته است [۴۰]. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که محیط یادگیری و نوع ورزش (توپی یا غیرتوپی) تأثیر برجسته‌ای بر عملکرد تکلیف هماهنگی دو دستی دارد. محققان این مطالعه بر این باورند که از فاکتورهای دیگری که ممکن است اثر مثبت بر هماهنگی دو دستی بهتر گروه توپی نسبت به گروه غیرتوپی داشته باشد، هماهنگی قوی‌تر بین چشم دست در گروه توپی است. هماهنگی چشم و دست در واقع کنترل هماهنگ‌شده حرکات دست با حرکات چشم‌هاست [۲۹].

پژوهش آسومنشان و کی الپارسلان که تأثیر ورزش‌های توپی را بر هماهنگی چشم و دست بررسی کرده، نشان می‌دهد تمرین ورزش‌های توپی تأثیر زیادی بر هماهنگی چشم و دست دارد [۴۱]. میو و همکاران در تحقیقی نشان داده‌اند که هماهنگی چشم و دست‌ها در زدن ضربه فورهند در ورزش اسکواش در افراد ماهر با افراد کم‌مهارت‌تر تفاوت دارد. همچنین آن‌ها به این نتیجه رسیدند که الگوی هماهنگی چشم و دست فاکتوری مهم در ماهر شدن در ورزش اسکواش است [۴۲]. حرکات هماهنگ و هدفمند دست‌ها بستگی به اطلاعات رسیده از چشم‌ها دارد و نوع حرکات دست‌ها در رسیدن به هدف اطلاعات بازخوردی مهمی برای هدایت کردن تکلیف توسط چشم‌ها دارد [۴۳]. از آنجایی که تکلیف مطالعه حاضر در حقیقت تکلیفی است که نیاز به هماهنگی بالا بین حرکات دست‌ها و چشم‌ها دارد و از طرفی تحقیقات یادشده تأثیر مثبت ورزش‌های توپی بر هماهنگی چشم و دست را تأیید می‌کنند؛ بنابراین یکی از دلایل احتمالی برتری مهارت هماهنگی دو دستی گروه توپی را می‌توان به هماهنگی قوی‌تر بین چشم و دست در این گروه نسبت داد. آشکار است که ورزشکاران گروه توپی به واسطه وجود توپ، دائماً در معرض تحریک حرکات چشم‌ها و دست‌ها هستند و برای اینکه عملکرد خوبی داشته باشند، باید هماهنگی چشم و دست قوی‌تری هم داشته باشند. بنابراین هماهنگی چشم و دست بالاتر در گروه توپی شاید یکی از علل برتری این گروه در اجرای مهارت هماهنگی دو دستی باشد.

برخی تحقیقات نیز نشان داده‌اند که استراتژی‌های خیرگی[10] می‌تواند بر هماهنگی چشم و دست و نهایتاً بر تکالیف هماهنگی دو دستی تأثیر مثبت داشته باشد. این خیرگی بیشتر متمرکز بر هدف است تا اینکه متمرکز بر دست‌ها باشد. همچنین این تحقیقات گزارش کرده‌اند که الگوهای خیرگی متفاوت افراد می‌تواند عملکردهای متفاوتی در اجرای هماهنگی دو دستی ایجاد کند [۴۳]. جانسون و همکاران در مطالعه‌ای گزارش کردند که تثبیت خیرگی در نقاط ویژه‌ای از تکلیف هماهنگی دو دستی به مغز اجازه می‌دهد تا ارتباط فضایی مناسب بین بازنمایی محیط بیرونی و حس عمقی درونی را محاسبه کند [۴۴]. در این مطالعه شاید بتوان گفت که تفاوت‌های عملکرد هماهنگی دو دستی بین دختران و پسران و رشته‌های توپی و غیرتوپی مربوط به استراتژی‌های متفاوت در تثبیت خیرگی آن‌ها باشد. نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه است که تفاوت الگوهای تثبیت خیرگی در دختران و پسران و همچنین در رشته‌های توپی و غیرتوپی بررسی شود. این تحقیق می‌تواند سرآغاز تحقیقات دیگری در آینده باشد که محققان متغیرهای دیگری همچون الگوهای تثبیت خیرگی، ردیابی بینایی و نوع حرکات ساکادی چشم‌ها را در بین رشته‌های توپی و غیرتوپی بررسی کنند.

نهایتاً با توجه به اینکه تحقیقات نشان داده است که مهارت هماهنگی دو دستی یک فاکتور پیش‌نیاز و اساسی در اجرای ساده‌ترین تا پیچیده‌ترین تکالیف ورزشی است [۴۴] و همچنین نتایج این مطالعه که نشان داد مهارت هماهنگی دو دستی تحت تأثیر محیط و تمرین قرار می‌گیرد، انتظار می‌رود مربیان ورزشی و همه افرادی که در امر خطیر آموزش به‌ویژه در سنین پایین‌تر فعالیت دارند به این موضوع مهم توجه داشته باشند. تمرین

10. Gaze strategies

مهارت‌های هماهنگی دو دستی در سنین پایین‌تر از طریق ورزش‌های توپی نه تنها می‌تواند هماهنگی چشم و دست آن‌ها را افزایش دهد، بلکه می‌تواند در آینده آن‌ها را در مسیر موفقیت رشته‌های ورزشی که نیاز به هماهنگی دو دست دارند، قرار دهد.

نتیجه‌گیری نهایی

با اتوجه به نتایج تحقیقات قبلی که نشان داده اند مهارت هماهنگی دو دستی یک فاکتور پیش نیاز و اساسی در اجرای ساده ترین تا پیچیده ترین تکالیف ورزشی است و همچنین نتایج این مطالعه که نشان داد مهارت هماهنگی دو دستی تحت تاثیر محیط و تمرین قرار می گیرد، انتظار می رود تا مربیان ورزشی و همه افرادی که در امر خطیر آموزش بویژه در سنین پایین تر فعالیت دارند به این موضوع مهم توجه داشته باشند. تمرین مهارت های هماهنگی دو دستی در سنین پایین تر از طریق ورزش های توپی نه تنها می تواند هماهنگی چشم و دست آنها را افزایش داده بلکه می تواند در آینده آنها را در مسیر موفقیت رشته های ورزشی که نیاز به هماهنگی دو دست دارند، قرار دهد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی شرکت کنندگان از جزئیات کامل مراحل پژوهش اطلاع یافتند و فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضاء نمودند. همچنین تمامی اطلاعات آزمودنی‌ها به صورت کامال محرمانه محفوظ بود و در صورت تمایل نیز می‌توانستند از ادامه شرکت درپژوهش انصراف دهند.

حامی مالی

این مقاله از پروژه تحقیقاتی دکتر یاسر خنجری و دکتر الهه عربامری، در گروه رفتار حرکتی و روانشناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، ایران اخذ شده است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در انجام و نگارش مطالعه حاضر، به میزان یکسان مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد

تشکر و قدردانی

از همه دانشجویان دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه تهران و کارشناسان آزمایشگاه یادگیری و کنترل حرکتی که با صبر و شکیبایی ما را در این تحقیق یاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

References

[1] Otte E, van Mier HI. Bimanual interference in children performing a dual motor task. Hum Move Sci. 2006; 25(4-5):678-93. [DOI:10.1016/j.humov.2006.07.008] [PMID]

[2] Byblow WD, Summers JJ, Semjen A, Wuyts IJ, Carson RG. Spontaneous and intentional pattern switching in a multisegmental bimanual coordination task. Motor Control. 1999; 3(4):372-93. [DOI:10.1123/mcj.3.4.372] [PMID]

[3] Swinnen SP, De Pooter A, Delrue S. Moving away from the in-phase attractor during bimanual oscillations. Studies in Percep Action. 1991; 315-9.

[4] Swinnen SP. Intermanual coordination: From behavioural principles to neural-network interactions. Nat Rev Neurosci. 2002; 3(5):348-59. [DOI:10.1038/nrn807] [PMID]

[5] Wenderoth N, Puttemans V, Vangheluwe S, Swinnen SP. Bimanual training reduces spatial interference. J Mot Behav. 2003; 35(3):296-308. [DOI:10.1080/00222890309602142] [PMID]

[6] Swinnen SP, Dounskaia N, Duysens J. Patterns of bimanual interference reveal movement encoding within a radial egocentric reference frame. J Cogn Neurosci. 2002; 14(3):463-71. [DOI:10.1162/089892902317361976] [PMID]

[7] Wiesendanger M, Rouiller EM., Kazennikov O, Perrig S. Is the supplementary motor area a bilaterally organized system? Adv Neurol. 1996; 70:85-93. https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=3103296

[8] Jäncke L, Peters M, Himmelbach M, Nösselt T, Shah J, Steinmetz H. fMRI study of bimanual coordination. Neuropsychologia. 2000; 38(2):164-74. [DOI:10.1016/S0028-3932(99)00062-7] [PMID]

[9] Toyokura M, Muro I, Komiya T, Obara M. Relation of bimanual coordination to activation in the sensorimotor cortex and supplementary motor area: Analysis using functional magnetic resonance imaging. Brain Res Bull. 1999; 48(2):211-7. [DOI:10.1016/S0361-9230(98)00165-8] [PMID]

[10] Kazennikov O, Hyland B, Corboz M, Babalian A, Rouiller E, Wiesendanger M. Neural activity of supplementary and primary motor areas in monkeys and its relation to bimanual and unimanual movement sequences. Neuroscience. 1999; 89(3):661-74. [DOI:10.1016/S0306-4522(98)00348-0] [PMID]

[11] de Oliveira SC. The neuronal basis of bimanual coordination: Recent neurophysiological evidence and functional models. Acta Psychol. 2002; 110(2-3):139-59. [DOI:10.1016/S0001-6918(02)00031-8] [PMID]

[12] Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. Psychol Rev. 1975; 82(4):225-60. [DOI:10.1037/h0076770]

[13] Schmidt RA, Zelaznik H, Hawkins B, Frank JS, Quinn Jr JT. Motor-output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. Psychol Rev. 1979; 86(5):415-51. [DOI:10.1037/0033-295X.86.5.415]

[14] Marteniuk RG, MacKenzie CL, Baba DM. Bimanual Movement Control: Information processing in movement organization and execution. Atten Performance. 1980; 36(2):335-65. [DOI:10.1080/14640748408402163]

[15] Turvey MT. Preliminaries to a theory of action with reference to vision. Perceiving, Acting Knowing. 1977; 2:211-65. http://www.haskins.yale.edu/Reprints/HL0168a.pdf

[16] Kugler PN, Kelso JS, Turvey M. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. Tutor Mot Behav. 1980; 1:3-47. [DOI:10.1016/S0166-4115(08)61936-6]

[17] Antropomotorics JR. Theory of human motorics. Warszawa: Medical publishing PZWL; 2010.

[18] Lin CH, Chou LW, Wei SH, Lieu FK, Chiang SL, Sung WH. Influence of aging on bimanual coordination control. Exp Gerontol. 2014; 53:40-7. [DOI:10.1016/j.exger.2014.02.005] [PMID]

[19] Wang C, Shea CH. Bimanual control strategies. Q J Exp Psychol. 2019; 72(4):966-78. [DOI:10.1177/1747021818781772] [PMID]

[20] Mason AH, Bruyn JL. Manual asymmetries in bimanual prehension tasks: Manipulation of object size and object distance. Hum Mov Sci. 2009; 28(1):48-73. [DOI:10.1016/j.humov.2008.09.002] [PMID]

[21] Riek S, Tresilian JR, Mon-Williams M, Coppard VL, Carson RG. Bimanual aiming and overt attention: One law for two hands. Exp Brain Res. 2003; 153(1):59-75. [DOI:10.1007/s00221-003-1581-7] [PMID]

[22] Olivier I, Hay L, Bard C, Fleury M. Age-related differences in the reaching and grasping coordination in children: Unimanual and bimanual tasks. Exp Brain Res. 2007; 179(1):17-27. [DOI:10.1007/s00221-006-0762-6] [PMID]

[23] Granek JA, Gorbet DJ, Sergio LE. Extensive video-game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations. Cortex. 2010; 46(9):1165-77. [DOI:10.1016/j.cortex.2009.10.009] [PMID]

[24] Albines D. Sex-and Experience-Related Differences in Bimanual Coordination Development [MSc. thesis]. Toronto: York University; 2014. https://yorkspace.library.yorku.ca/xmlui/bitstream/handle/10315/28281/Albines_David_2014_Masters.pdf?sequence=2&isAllowed=y

[25] Poole JL, Burtner PA, Torres TA, McMullen CK, Markham A, Marcum ML, et al. Measuring dexterity in children using the Nine-hole Peg Test. J Hand Ther. 2005; 18(3):348-51. [DOI:10.1197/j.jht.2005.04.003] [PMID]

[26] Loftesnes J, Sigmundsson H, Ingvaldsen R. Sex differences in bimanual coordination. Nordisk Fysioterapi. 2004; 8(1):43-7.

[27] Amirjani N, Ashworth NL, Gordon T, Edwards DC, Chan KM. Normative values and the effects of age, gender, and handedness on the Moberg Pick-Up test. Muscle Nerve. 2007; 35(6):788-92. [DOI:10.1002/mus.20750] [PMID]

[28] Cohen NR, Pomplun M, Gold BJ, Sekuler R. Sex differences in the acquisition of complex skilled movements. Exp Brain Res. 2010; 205(2):183-93. [DOI:10.1007/s00221-010-2351-y] [PMID]

[29] Chraif M, Anitei M. Gender differences in motor coordination at young students at psychology. Int J Social Sci Humanity. 2013; 3(2):147-50. [DOI:10.7763/IJSSH.2013.V3.215]

[30] Allen LS, Richey MF, Chai YM, Gorski RA. Sex differences in the corpus callosum of the living human being. J Neurosci. 1991; 11(4):933-42. [DOI:10.1523/JNEUROSCI.11-04-00933.1991] [PMID] [PMCID]

[31] Barral J, Debu B, Rival C. Developmental changes in unimanual and bimanual aiming movements. Dev Neuropsychol. 2006; 29(3):415-29. [DOI:10.1207/s15326942dn2903_2] [PMID]

[32] Giedd JN, Rumsey JM, Castellanos FX, Rajapakse JC, Kaysen D, Vaituzis AC, et al. A quantitative MRI study of the corpus callosum in children and adolescents. Dev Brain Res. 1996; 91(2):274-80. [DOI:10.1016/0165-3806(95)00193-X] [PMID]

[33] Junaid KA, Fellowes S. Gender differences in the attainment of motor skills on the movement assessment battery for children. Phys Occup Ther Pediatr. 2006; 26(1-2):5-11. [PMID]

[34] Flatters I, Hill LJ, Williams JH, Barber SE, Mon-Williams M. Manual control age and sex differences in 4 to 11 year old children. PloS One. 2014; 9(2):e88692. [DOI:10.1371/journal.pone.0088692] [PMID] [PMCID]

[35] Fujii S, Kudo K, Ohtsuki T, Oda S. Intrinsic constraint of asymmetry acting as a control parameter on rapid, rhythmic bimanual coordination: A study of professional drummers and nondrummers. J Neurophysiol. 2010; 104(4):2178-86. [DOI:10.1152/jn.00882.2009] [PMID] [PMCID]

[36] Jäncke L, Shah N, Peters M. Cortical activations in primary and secondary motor areas for complex bimanual movements in professional pianists. Cog Brain Res. 2000; 10(1-2):177-83. [DOI:10.1016/S0926-6410(00)00028-8]

[37] Doustan M, Boveiri K, Zilaei Bouri M, Seyfooriyan M. [The study of transfer of asymmetrical bimanual movement to its converse pattern: Analysis on bimanual movements theories (Persian)]. Motor Behav Sport Psychol. 2012; 8:553-64. http://ensani.ir/file/download/article/20161109135722-9761-212.pdf

[38] Moradi A. [The effect of increasing age and volleyball experience on continuous bilateral coordination task (Persian)]. J sport Sci. 2011; 2(5):5-18. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=205993

[39] Carroll TJ, Benjamin B, Stephan R, Carson RG. Resistance training enhances the stability of sensorimotor coordination. Proc Biol Sci. 2001; 268(1464):221-7. [DOI:10.1098/rspb.2000.1356] [PMID] [PMCID]

[40] Khanjari Y, Tahmasebi S. [Investigating the differences in peripheral visual perception in ballplayers and non-ballplayers: Emphasis on the maturational perspective (Persian)]. Motor and Behaviour Sciences. 2019; 2(2):126-36. http://www.jmbs.ir/article_88230_937ea8ad33c58dd25acb76f7a1225b24.pdf

[41] Sahan A, Erman KA. The effect of the tennis technical training on coordination characterictics. Open Sports Med J. 2009; 3:59-65. [DOI:10.2174/1874387000903010059]

[42] Roh M. A comparison of head-hand coordination patterns during squash forehand strokes in expert and less-skilled squash players. Korean J Sport Biomech. 2018; 28(2):109-17. [DOI:10.5103/KJSB.2018.28.2.109]

[43] Srinivasan D. Visuomotor coordination in symmetric and asymmetric bimanual reaching tasks [PhD. dissertation]. Michigan: University of Michigan; 2010.

[44] Johansson RS, Westling G, Bäckström A, Flanagan JR. Eye-hand coordination in object manipulation. J Neurosci. 2001; 21(17):6917-32. [DOI:10.1523/JNEUROSCI.21-17-06917.2001] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank