University of Tehran Press

Journal of
Sports and Motor Development and Learning

Online ISSN: 2676-4547

The Effect of Dart-Throwing Practice with Non-Dominant Hand on Transfer Percentage of Throwing Accuracy, Variability and Movement Coordination of The Dominant Hand

Mahsa Gholizadeh Varaniab[✉ 1], **Mansour Eslami** [2], **Mojgan Memarmoghaddam** [3], **Masomeh Ghorbani Marzoni**[4]

1. Corresponding Author, Master student of Sports Biomechanics, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran. E-mail: m.gholizadeh@stu.umz.ac.ir
2. Associate Professor in Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran. E-mail: m.eslami@umz.ac.ir
3. Assistant Professor in Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran . E-mail: mmemarmoghaddam@yahoo.com
4. Assistant Professor in Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Mazandaran, Mazandaran, Iran . E-mail: ghorbani.m@umz.ac.ir

Article Info

Article type:

Research

Article history:

Received:

23 October 2022

Received in revised form:

Accepted:

Published online :

Keywords:
Bilateral Transfer, Coordination, Non-Dominant Hand, Throwing Accuracy, Variability.

ABSTRACT

Introduction: This study aimed to investigate investigate the effect of dart-throwing exercises with the non-dominant hand on the transfer percentage of dart-throwing accuracy, as well as the variability and coordination of the movement of the dominant hand.

Research Method: In a semi-experimental design, 24 eligible students were randomly assigned to experimental and control groups.The experimental group underwent 12 sessions of dart-throwing exercises with the non-dominant hand using a 10-target effort, while the control group did not engage in any specific exercise. Limb coordination and variability were assessed using the IMU Noraxon device, and accuracy measurements were taken using radial error. Variability and coordination data were analyzed using the SPM programming model in the MATLAB environment, and a two-way repeated measures ANOVA was utilized to analyze behavior data at a significance level of 0.05.

Findings: There was a significant 27% reduction in radial error (P=0.002) and a significant 20 to 50% decrease in the movement variability after exercise (P<0.05); however, there was no significant difference in movement coordination in the experimental group after the exercise sessions (P>0.05). As a result, the transfer percentage of dart-throwing accuracy in the experimental group increased.

Conclusion: The results of this study demonstrated the transfer from the non-dominant limb to the dominant limb. Dart-throwing accuracy in the dominant hand improved, accompanied by a decrease in movement variability. Therefore, it is recommended for coaches and therapists to prevent a decline in the performance of individuals with injuries in their dominant limb by incorporating exercises for the non-dominant limb.

Cite this article: Last Name, Initial., Last Name, Initial., & Last Name, Initial. (2022). Title of paper. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 56 (1), p-p. DOI: http//doi.org/000000000000000000

Journal of Sports and Motor Development and Learning by University of Tehran Press is licensed under CC BY-NC 4.0| web site: https://jsmdl.ut.ac.ir/ | Email: jsmdl@ut.ac.ir.

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

Journal of
Sports and Motor Development and Learning
University of Tehran Press
Online ISSN: 2676-4547

Extended Abstract

Introduction: The effect of a dart-throwing exercise program with the non-dominant hand on accuracy, variability, and coordination of the dominant hand has not yet been investigated. The current study aimed to investigate the effect of a 12 sessions dart-throwing exercise program with the non-dominant hand on throwing accuracy, as well as the variability, and coordination of the elbow-wrist coupling movement of the dominant hand in female young students.

Method: 24 female volunteer students were randomly divided into two groups. Four IMU sensors (Noraxon, USA) were attached to the right side of the neck's C7 point, the end of the arm bone, the distal end of the ulnar bone, and the wrist to measure joint angles. The experimental group performed 12 sessions (3 sessions per week) of dart-throwing exercises with the non-dominant hand (left hand). Participants in each exercise session performed dart-throwing in 5 attempts of 10 throws each, with 10 to 30-second rest intervals between the attempts. The control group did not engage in any specific dart-throwing exercises. Data were collected from the control and experimental groups, and ten dart throws were made using the right hand. The accuracy of throws was measured by calculating radial error, furthermore, the vector coding technique was used to determine the coordination and variability of the elbow-wrist movement of the dominant hand. The two-way repeated measures ANOVA and the statistical parametric mapping (SPM) program were conducted to test the research hypotheses at a significance level 0.05.

Results: A significant decrease was observed in radial error in the experimental group (27%; $p=0.002$) while no significant change was seen in the control group between pre-test and post-test conditions ($p<0.05$). The finding showed that the exercise with the non-dominant hand increased transferred dart-throwing accuracy about 15.83% from pre to post-test in the dominant hand. elbow-wrist coordination variability in the dominant arm was less in the pre-test phase when compared to the post during the range of 20 to 50% of the throwing phase ($p<0.05$). The results showed no significant difference in elbow-wrist movement coordination in the experimental group after the exercise sessions ($p>0.05$).

Conclusion: According to the transfer principle, results showed that dart-throwing exercises with the non-dominant arm lead to skill transfer from the non-dominant arm to the dominant arm. The 12 training sessions with the non-dominant arm increased dart-throwing accuracy in the dominant hand. This increase in accuracy was accompanied by a significant decrease in elbow-wrist coordination variability in the 20 to 50% movement cycle. Therefore, it is recommended that coaches and therapists prevent performance decline in individuals with injuries in their dominant arm by exercising the non-dominant arm. Additionally, training the non-dominant arm can positively affect the performance of the dominant arm.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: University of Mazandaran (Research Ethics Committee) approved the ethical permission of the research with code IR.UMZ.REC.1402.020.
Funding: This research did not receive any financial support.
Authors' contribution: All authors contributed equally.
Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.
Acknowledgments: Ultimately, we would like to express our gratitude to all the dear students who cooperated with us in this study.

In Press

رشد و یادگیری حرکتی ورزشی
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۵۴۷
انتشارات دانشگاه تهران

تأثیر تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر بر درصد انتقال دقت پرتاب ، تغییرپذیری و هماهنگی حرکتی دست برتر

مهسا قلی‌زاده ورنیاب[۱] ✉ ، منصور اسلامی[۲] ، مژگان معمارمقدم[۳] ، معصومه قربانی مرزونی[۴]

۱. نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. رایانامه: m.gholizadeh@stu.umz.ac.ir.
۲. دانشیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، ایران. رایانامه: M.eslami@umz.ac.ir
۳. استادیار رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، ایران. رایانامه: mmemarmoghaddam@yahoo.com
۴. استادیار رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، ایران. رایانامه: ghorbani.m@umz.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: / /۱۴۰۰
تاریخ بازنگری: / /۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: / /۱۴۰۰
تاریخ انتشار: / /۱۴۰۱

کلیدواژه‌ها:
تغییرپذیری، درصد انتقال، دست غیر برتر، دقت پرتاب، هماهنگی.

چکیده

مقدمه: هدف از این پژوهش بررسی اثر تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر بر درصد انتقال دقت پرتاب دارت، تغییرپذیری و هماهنگی حرکتی دست برتر بود.

روش پژوهش: در یک طرح نیمه تجربی، ۲۴ دانشجوی واجد شرایط به‌صورت تصادفی در گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. گروه تجربی طی ۱۲ جلسه در ۵ دست کوشش ۱۰ تایی، پرتاب دارت با دست غیر برتر را انجام دادند و گروه کنترل تمرینی نداشتند. برای بررسی هماهنگی و تغییر پذیری اندام در پیش و پس‌آزمون از دستگاه IMU Noraxon و برای اندازه‌گیری دقت از معیار خطای شعاعی استفاده شد. داده‌های تغییرپذیری و هماهنگی با مدل برنامه‌نویسی SPM در محیط متلب و از آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری دو عاملی برای بررسی داده های رفتار در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد .

یافته‌ها: خطای شعاعی کاهش معنی‌دار ۲۷ درصدی داشت (P=۰/۰۰۲) و تغییرپذیری حرکتی دست برتر در بازه ۲۰ الی ۵۰ درصدی حرکت بعد از تمرین کاهش معنی‌داری را نشان داد (P< ۰/۰۵)؛ اما هماهنگی حرکتی در گروه تجربی پس از جلسات تمرین تفاوت معنی‌داری نداشت (P> ۰/۰۵). در نتیجه درصد انتقال دقت پرتاب دارت در گروه تجربی افزایش یافت.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق ، انتقال از اندام غیر برتر به اندام برتر را نشان داد. دقت پرتاب دارت در دست برتر افزایش یافت که با کاهش در میزان تغییرپذیری حرکتی دست برتر آزمودنی‌ها همراه بود. بنابراین به مربیان و تراپیست‌ها توصیه می‌گردد در صورت آسیب اندام برتر با تمرین اندام غیر برتر از افت عملکرد افراد جلوگیری کنند.

استناد: نام خانوادگی، نام؛ نام خانوادگی، نام؛ و نام خانوادگی، نام (۱۴۰۰). عنوان مقاله . *نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی*، ۳(۲)، ص-ص.
DOI: http//doi.org/0000000000000000000000000

این نشریه علمی رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کریتیو کامنز CC BY-NC 4.0 به نویسندگان واگذار کرده است.
راهنما: https://jsmdl.ut.ac.ir | رایانامه : jsmdl@ut.ac.ir

ناشر: انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.

مقدمه

یادگیری حرکتی به عنوان آموختن رفتارهای ماهرانه به‌صورت تکرار و تجربه تعریف می‌شود. در این بین، انتقال یادگیری بخش مهمی از برنامه آموزشی و تمرینی است و زمینه‌ای برای ترتیب دادن توالی مهارت‌های ورزشکاران را فراهم می‌کند (مگیل اندرسون، ۲۰۱۳). ورزشکاران در بسیاری از فعالیت‌های ورزشی نیازمند توسعه و مهارت در هر دو سمت بدن هستند. انتقال دو طرفه به‌عنوان توانایی یادگیری آسان‌تر یک مهارت خاص با یک اندام پس از یادگیری مهارت با اندام مخالف، شناخته می‌شود. انتقال ممکن است از اندام برتر[1] به غیر برتر[2] و یا از اندام غیر برتر به اندام برتر صورت بگیرد. قدرت استفاده از هر دو اندام برتر و غیر برتر، مزایای مهمی برای ورزشکاران در حین فعالیت ورزشی دارد. انجام تمرین مداوم و منظم، اجرای درست فنون و تکنیک‌ها طی یک دوره‌ی تمرینی می‌تواند باعث انتقال مهارت از اندام غیر برتر به اندام برتر شود. ورزشکاران به‌ندرت از هر دو اندام بدن در تمرینات استفاده می‌کنند. برخی مطالعات نشان می‌دهند؛ تمرین با اندام غیر برتر باعث تقویت عملکرد و کنترل بهتر اندام برتر شده و باعث تقویت هماهنگی بین اندام‌ها می‌شود. اگر اندام برتر ورزشکار به دلایلی آسیب ببیند و یا در مرحله سکون[3] یادگیری مهارت قرار گیرد، تمرین با اندام غیر برتر می‌تواند در یادگیری حرکتی و قوی‌تر شدن اندام برتر مهم باشد (امامی و همکاران، ۲۰۱۵). لذا تمرین با اندام غیر برتر، برای جلوگیری از تحلیل عملکرد به فرد از طریق تراپیست‌ها توصیه می‌شود. قوی‌تر شدن اندام غیر برتر تمرین کرده موجب کارایی و کنترل بهتر مهارت توسط ورزشکار حتی در شرایط مشابه بین دو ورزشکار باعث برتری ورزشکار تمرین کرده می‌گردد (چوو و همکاران، ۲۰۰۸؛ری، ۲۰۱۵).

اجرای مهارت‌های ورزشی مانند ورزش‌های پرتابی نیازمند دقت است. دقت پرتاب[4] به میزان قابلیت فرد در هدف‌گیری و پرتاب به هدف مشخصی اشاره دارد. بیشتر مطالعات موجود، دقت را به عنوان شاخصی برای سنجش انتقال در مهارت-های پرتابی بیان کرده و آن را محاسبه می‌کنند. از طرفی، بهبود تغییرپذیری و هماهنگی از اهداف مهم برنامه‌های تمرینی و بهبود کنترل حرکتی است (چوو و همکاران،۲۰۰۸ ؛ری، ۲۰۱۵). محققان اذعان دارند که جایگاه تغییرپذیری در اجرای مهارت‌های حرکتی در ورزشکاران همیشه موضوع مورد توجه و شاخص بهبود مهارت می‌باشد (قوجقی و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین تغییرپذیری[5] به‌عنوان امکان سازگار کردن مؤثر الگوهای حرکتی از موضوعات مهم در بحث انتقال هست و به صورت تغییرات معمول اجرای حرکتی، در طول تکرارهای متعدد یک تکلیف حرکتی تعریف می‌شود (دیوید و همکاران، ۲۰۰۶). نظریه‌های مختلف دیدگاه‌های متفاوتی در مورد تغییرپذیری حرکتی دارند؛ بطوریکه نظریه پردازش اطلاعات وجود تغییرپذیری در الگوی حرکتی را نتیجه خطا در سیستم می‌دانند که بیان‌کننده ناتوانی برنامه‌های حرکتی به‌کاررفته در پیش-بینی پارامترهای مورد نیاز است (استرجیو و دکر، ۲۰۱۱). طبق نظریه سنتی (فیتز و پوسنر)[6] و نظریه پردازش اطلاعات[7]، یادگیری حرکتی شامل کاهش تدریجی تغییرپذیری و در نهایت از بین بردن آن باهدف بهینه کردن دقت و کارایی الگوهای حرکتی است (کومار و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس تئوری برنامه‌ریزی حرکتی، کاهش تغییرپذیری با افزایش کارایی در هنگام انجام یک کار حرکتی همراه است. زمانی که شخص در مراحل اولیه یادگیری مهارت قرار دارد، تلاش برای اجرای مهارت ممکن است که باعث افزایش تغییرپذیری شود. با دستیابی به سطوح مهارتی بالا، تغییرپذیری کاهش می‌یابد (دای

---

[1]. Dominant
[2]. Non-Dominant
[3]. Flatt
[4]. Accuracy Throwing
[5]. Variability
[6]. Fitts and Posner
[7]. Information processing theory

In Press

و همکاران، ۲۰۱۳). لذا، عملکرد ماهرانه با کاهش تغییرپذیری حرکت همراه هست (سیفرت و همکاران، ۲۰۱۳). در کنار تغییرپذیری، از شاخص هماهنگی[1] می‌توان به‌عنوان عامل مهم در کنترل حرکتی در افزایش کارایی در مهارت‌های ورزشی نام برد. هماهنگی به‌عنوان استفاده از قسمت و اندام‌های مختلف بدن با یکدیگر برای انجام کار یا تکلیفی ویژه و همچنین به‌کارگیری درجات آزادی مناسب در مفاصل درگیر یادکرد (تروی[2]،۱۹۹۰) (دلینگا و همکاران، ۲۰۰۸؛ پاواو و همکاران، ۲۰۱۹) که در اثر تمرین، هماهنگی حرکتی افزایش می‌یابد. هماهنگی به مجموعه‌ای از ارتباطات موزون پیام‌های عصبی و عملکردهای عضلانی بستگی دارد (رابرتسون و همکاران، ۲۰۱۳).

تحقیقات محدودی در خصوص انتقال از اندام غیر برتر به برتر صورت گرفته است براساس جستجوی انجام شده مطالعه ایی در این حوزه بر مکانیسم های زیربنایی کنترل حرکت مانند هماهنگی و تغییرپذیری صورت نگرفته است. اما مطالعات محدودی به بررسی انتقال دو طرفه از اندام غیر برتر به اندام برتر انجام شده‌است از جمله در پژوهشی به بررسی اثر ۱۶ جلسه تمرین با پای غیر برتر و انتقال مهارت در تکالیف فوتبال در۲۴ دانش‌آموز ۱۰ ساله بی‌تجربه پرداختند، تکالیف شامل دریبل و ضربه زدن به هدف با کسب امتیاز بود. نتایج تأثیر مثبت تمرینات را در انتقال از اندام غیر برتر به اندام برتر را نشان داد (بوژکارت و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین در پژوهش دیگری به بررسی اثر ۶ هفته تمرین چاپستیک با دست غیر برتر در بین ۳۲ دانشجوی دختر پرداختند . نتایج نشان داد که ۶ هفته تمرین چاپستیک با دست غیر برتر به‌طور مؤثر ،عملکرد چاپستیک را بهبود می‌بخشد (ساواموا و همکاران، ۲۰۱۹). در مطالعه‌ی دیگری توسط کومار و همکاران، (۲۰۰۵) انجام شد، به بررسی اثر تمرین با دست غیر برتر در فعالیت ترسیم آیینه در بزرگسالان پرداختند، سرعت و دقت در اجرا را بررسی نمودند و نتایج بیانگر این بود که انتقال از دست غیر برتر به دست برتر رخ داد. رفیعی و همکاران، (۲۰۱۰) نیز در مطالعه خود به بررسی انتقال پرتاب دارت در دانشجویان پسر مبتدی طی ۶ جلسه تمرینی پرداختند؛ براساس امتیاز کسب شده و خطای شعاعی و خطای دوبعدی و متغیر و سوگیری ؛ نتایج نشان داد که انتقال حرکتی از اندام غیر برتر به برتر بیشتر رخ می‌دهد. همچنین غلامی و همکاران(۱۳۸۰) در پژوهش خود به بررسی انتقال در سرویس بلند بدمینتون در دانش آموزان دختر راهنمایی و متوسطه پرداختند. نتایج حاکی از این بود که درصد انتقال از دست چپ به راست بیشتر بود.

به‌طور کلی، مطالعات محدود موجود در زمینه‌ی انتقال از اندام غیر برتر به برتر ، اکثرا نشان داده‌اند که انتقال رخ می‌دهد. با این حال نتایج به‌دست آمده درصد انتقال را صرفاً از طریق فرمول و بر اساس آزمون‌های میدانی بررسی کرده‌اند که احتمال خطای انسانی نیز همیشه در این نوع اندازه‌گیری‌ها وجود دارد. به نظر می‌رسد تغییرات اصلی سینماتیک حرکتی در اندام برتر در اثر تمرین اندام قرینه غیر برتر هنوز ناشناخته مانده است. بررسی مکانیسم‌های زیربنایی مانند تغییرپذیری و هماهنگی حرکت بر اثر تمرین اندام غیر برتر با استفاده از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری بیومکانیکی جهت مشاهده و تجزیه و تحلیل اطلاعات، جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، ضروری هست. در واقع بافهم تغییرات در الگوی متغیرهای اصلی سینماتیک، ممکن است به عامل اصلی افزایش دقت در اجرای یک مهارت پی برد. براساس جستجوی انجام شده ، مطالعه‌ای که به بررسی مکانیسم های زیربنایی مانند تغییر پذیری و هماهنگی در انتقال مهارت از اندامی به اندام دیگر، یافت نشد . بررسی صحت نتایج میدانی از طریق بررسی‌های دقیق بیومکانیکی می‌تواند نتایج بهتر و باکیفیت‌تری را در اختیار محققان و مربیان قرار دهد. لذا، هدف این پژوهش بررسی ۱۲ جلسه تأثیر تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر بر درصد انتقال دقت پرتاب، تغییرپذیری و هماهنگی حرکت آرنج_مچ در دست برتر دختران دانشجو است.

روش‌شناسی پژوهش

شرکت‌کنندگان

[1]. Coordination

[2]. Turvey

مطالعه حاضر نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری دانشجویان دختر دانشگاه مازندران در دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال بودند. طبق معیارهای ورود به مطالعه که شامل: ۱- راست‌دست بودن. ۲- عدم آشنایی در مهارت پرتاب دارت (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۰). ۳- دامنه‌ی سنی ۲۵-۱۸ سال بود؛ تعداد ۲۴ دانشجوی داوطلب انتخاب و پس از پر کردن فرم رضایت نامه و به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۲ نفره تقسیم شدند (بوژکارت و همکاران، ۲۰۲۰). دامنه سنی گروه تجربی (۲/۷۷ ± ۲۱/۹۰) و کنترل (۱/۶۰ ± ۲۰/۷۱) بود. گروه تجربی در ۱۲ جلسه تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر شرکت نمود و گروه کنترل در این بازه‌ی زمانی هیچ‌گونه تمرین هدفمند ورزشی را دنبال نکرد. کلیه شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه را تکمیل نمودند. مجوز اخلاقی تحقیق از سوی دانشگاه مازندران (کمیته اخلاق در پژوهش) با کد IR.UMZ.REC.1402.020 مورد تأیید قرار گرفت.

ابزار پژوهش

حسگر IMU

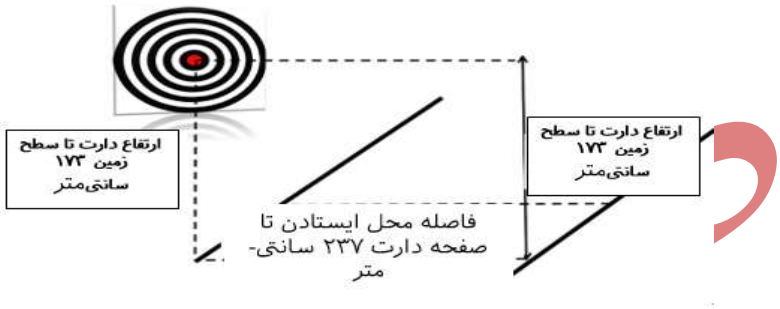
حسگرهای حرکتی سیستم آنالیز حرکت سه‌بعدی (IMU[1]) وسیله‌ای است که در به دست آوردن اندازه‌گیری برای ارزیابی سینماتیک به ما کمک می‌کنند. حسگرهای IMU شرکت نوراکسون ساخت کشور آمریکا جهت اندازه‌گیری زوایای مفاصل مچ، آرنج و شانه استفاده شد. برای انجام آزمون و اندازه‌گیری زوایای مفصلی چهار حس‌گر IMU در سمت راست به نقاط زائده گردنی C۷، انتهای استخوان بازو، انتهای دیستال استخوان اولنا و مچ دست، چسبانده شد (شکل ۱). از هر دو گروه کنترل و تجربی، با انجام ۱۰ پرتاب دارت با دست راست داده‌ها جمع‌آوری شد (لیو و همکاران، ۲۰۰۵؛ بقائیان و همکاران، ۲۰۱۸).

شکل ۱. آزمودنی و سنسورهای متصل شده

صفحه دارت

صفحه دارت، دایره‌ای به قطر ۱۰۰ سانتی‌متر بود. مرکز سیبل با ارتفاع استاندارد بین‌المللی در ارتفاع ۱۷۳ سانتی‌متری از سطح زمین قرار داشت و محل پرتاب با نوارچسب در فاصله ۲۳۷ سانتی‌متری از سیبل مشخص گردید (امانوئل و همکاران، ۲۰۰۸). از صفحه سفید برای نشانه‌گذاری جهت محاسبه دقت پرتاب و مختصات پرتاب‌ها مورد استفاده قرار گرفت. پرینت صفحه دارت جهت جلوگیری از پرت شدن حواس شرکت‌کنندگان روی صفحه سفید نیز چسبانده شد (شکل ۲).

[1] - Inertial Measurement Units



شکل ۲. فواصل و محل قرار گیری صفحه دارت تا محل ایستادن جهت پرتاب دارت

پرسشنامه

پرسشنامه دست برتری چاپمن_ چاپمن (۱۹۸۷) برای تشخیص دست برتری و جهت کسب رضایت برای شرکت در مطالعه از شرکت‌کنندگان گرفته شد (علی‌پور ، ۲۰۰۶).

روند اجرای پژوهش

آزمون شامل دو مرحله پیش و پس آزمون بود. گروه تجربی به مدت ۱۲ جلسه (شامل ۳ جلسه در هفته) تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر (دست چپ) انجام دادند. آزمودنی‌ها در هر جلسه تمرین، پرتاب دارت را در ۵ دست کوشش ۱۰ تایی انجام دادند. بین هر دست با فواصل زمانی بین ۱۰ تا ۳۰ ثانیه استراحت کردند (رفیعی و همکاران،۲۰۱۰؛ چوو و همکاران،۲۰۰۸). گروه تجربی جلسات تمرین دارت با دست غیر برتر را به‌صورت اختصاصی در سالن ورزشی دانشگاه انجام دادند. در ابتدا داده‌های پیش آزمون از آزمودنی‌ها گرفته شد پس از جلسات تمرین مجدداً از آزمودنی‌ها در شرایط مشابه پس آزمون گرفته شد. گروه کنترل هیچ‌گونه تمرین خاص مربوط به پرتاب دارت را انجام نمی‌دادند. صفحه دارت به مرکز یک هدف دایره‌ای به قطر ۱۰۰ سانتی‌متر بود. مرکز سیبل با ارتفاع استاندارد بین‌المللی در ارتفاع ۱۷۳ سانتی‌متری از سطح زمین قرار داشت و در فاصله ۲۳۷ سانتی‌متری از سیبل مشخص گردید (شکل ۲).

برای محاسبه دقت از معیار خطای شعاعی استفاده شد. خطای شعاعی میانگین انحراف مختصات تیر دارت در نقطه اصابت شده از مرکز هدف را بیان می‌کند که هرچه میزان این مقدار کم باشد نشان‌دهنده‌ی دقت بالا است (امانوئل و همکاران، ۲۰۰۸) (رابطه ۱).

$$RE^{1} = \sqrt{X^2 + Y^2}$$ رابطه ۱)

خطای شعاعی=RE / مختصات افقی تیر پرتاب‌شده=X / مختصات عمودی تیر پرتاب‌شده=Y

[1]. Radial Error

به‌منظور تعیین درصد انتقال، نمرات پیش و پس آزمون خطای شعاعی پرتاب هریک از افراد جمع‌آوری شد. سپس میزان درصد انتقال رخداده را با (رابطه ۲) محاسبه شد :

رابطه ۲)
$$\text{درصد انتقال} = \left(\frac{\text{پیش آزمون خطای شعاعی} - \text{پس آزمون خطای شعاعی}}{\text{پیش آزمون خطای شعاعی} + \text{پس آزمون خطای شعاعی}}\right) \times 100$$

درصد انتقال اگر مثبت باشد مقدار انتقال بیشتر هست، در صورت منفی شدن درصد انتقال بیانگر این هست انتقالی رخ نداده است و درصورتی‌که مقدار صفر شود بیانگر این است که بی تمرینی از تمرین کردن بهتر هست (مگیل اندرسون، ۲۰۱۳).

دستگاه نوراکسون زوایای نسبی آرنج_مچ را محاسبه کرد. سپس زوایا به ۱۰۰ تبدیل شدند، هماهنگی برای هر آزمودنی با روش کدگذاری برداری[1] محاسبه شد. ابتدا زاویه‌ی فازی[2] بین ۰ تا ۳۶۰ درجه برای ده تکرار محاسبه شد، با توجه به این‌که زاویه فازی یک بردار است، برای میانگین‌گیری از آمار دایره‌ای[3] استفاده کردیم. با توجه به زوایا و ربع‌های هم‌فازی، غیر هم‌فازی را مشخص می‌شود و هماهنگی مفصل آرنج _ مچ دست برتر محاسبه شد (نیدهام و همکاران، ۲۰۱۴؛ رابرتسون و همکاران،۲۰۱۳). تغییرپذیری زاویه کاپلینگ (CAV [4]) توسط (رابطه ۳) محاسبه شد و مقادیر کمتر نشان‌دهنده تغییرپذیری کمتر است (نیدهام و همکاران،۲۰۱۴):

رابطه ۳)
$$cav_{i=}\sqrt{2 \times (1 - \bar{r}_i)} \times \frac{180}{\pi}$$

تغییرپذیری زاویه کاپلینگ (درجه) = Cav_i/ طول میانگین زاویه کاپلینگ=$\bar{r}_i$

در پایان ۱ نفر از گروه تجربی و ۵ نفر از گروه کنترل در پس آزمون شرکت نکردند.

روش آماری

از آمار توصیفی برای محاسبه‌ی میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. سپس پیش فرض‌های تحلیل واریانس مورد بررسی قرار گرفت و بعد از تائید از روش آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری دوعاملی[5] برای بررسی فرضیه‌های تحقیق در سطح معنی‌داری P=۰/۰۵ در نرم‌افزار اس پی اس اس با نسخه۲۷[6] انجام شد. همچنین به کمک مدل برنامه‌نویسی نقشه برداری پارامتریک آماری (SPM[7]) در محیط برنامه نویسی متلب (بلندفورد و همکاران، ۲۰۲۲) از آزمون t نیز برای بررسی داده‌های بیومکانیکی استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

[1].Vector Coding
[2]. Phase Angle
[3]. Circular Statistic
[4]. Coupling Angle Variability
[5]. Analysis of Variance with Two-Factor Repeated Measures
[6].IBM Spss Statistics27
[7]. Statistical Parametric Mapping

In Press

جدول ۱. داده‌های توصیفی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف استاندارد)

شرایط / متغیرها	تجربی		کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
خطای شعاعی	۱۸/۱۸ ۴±/۵۲	۳/۷۳±۱۳/۲۱	۲۳/۶۴ ±۱/۰۳	۲۶/۰۵ ± ۵/۶۶
تغییرپذیری	۰/۰۶±۰/۸۳	۰/۰۲±۰/۶۹	۰/۰۸±۰/۹۳	۰/۱۰±۰/۷۸
هماهنگی	۱۳/۸۷±۲۰۰/۴۴	۱۵/۵۰±۲۴۳/۴۲	۱۵/۷۶±۲۱۰/۹۶	۱۱/۱۶±۲۰۱/۵۲

یافته‌های مربوط به آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر درون‌گروهی نشان داد که بین شرایط پیش و پس آزمون خطای شعاعی گروه تجربی کاهش معنی‌دار ۲۷ درصد داشته است (P=۰/۰۰۲). مقدار مجذور اتا برابر با ۰/۴۶ بیانگر آن است که اندازه اثر تمرین در میزان میانگین خطای شعاعی در پس آزمون گروه تجربی بالا هست (رفیعیان و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین مقایسه‌ی خطای شعاعی گروه کنترل در شرایط پیش و پس آزمون تغییر معنی‌دار نیست (P>۰/۰۵) (جدول ۲).

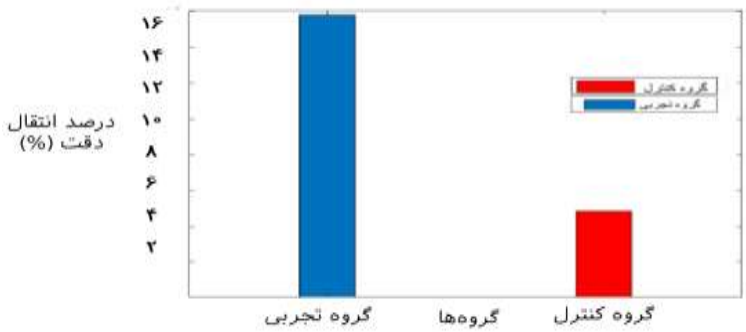
جدول ۲. مقایسه‌ی خطای شعاعی بین شرایط پیش¬آزمون و پس‌آزمون در گروه تجربی و کنترل

متغیرها / گروه‌ها	شرایط	حداقل	حداکثر	توان آزمون	درجات آزادی	اندازه اثر مجذور اتا	سطح معناداری
تجربی	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۱۳/۴۶	۱۷/۹۲	۰/۹۴	۱	۰/۴۶	۰/۰۰۲*
کنترل	پیش‌آزمون پس‌آزمون	۲۲/۰۶	۲۷/۶۴	۰/۲۷	۱	۰/۱۱	۰/۱۶۶

* P<۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار است.

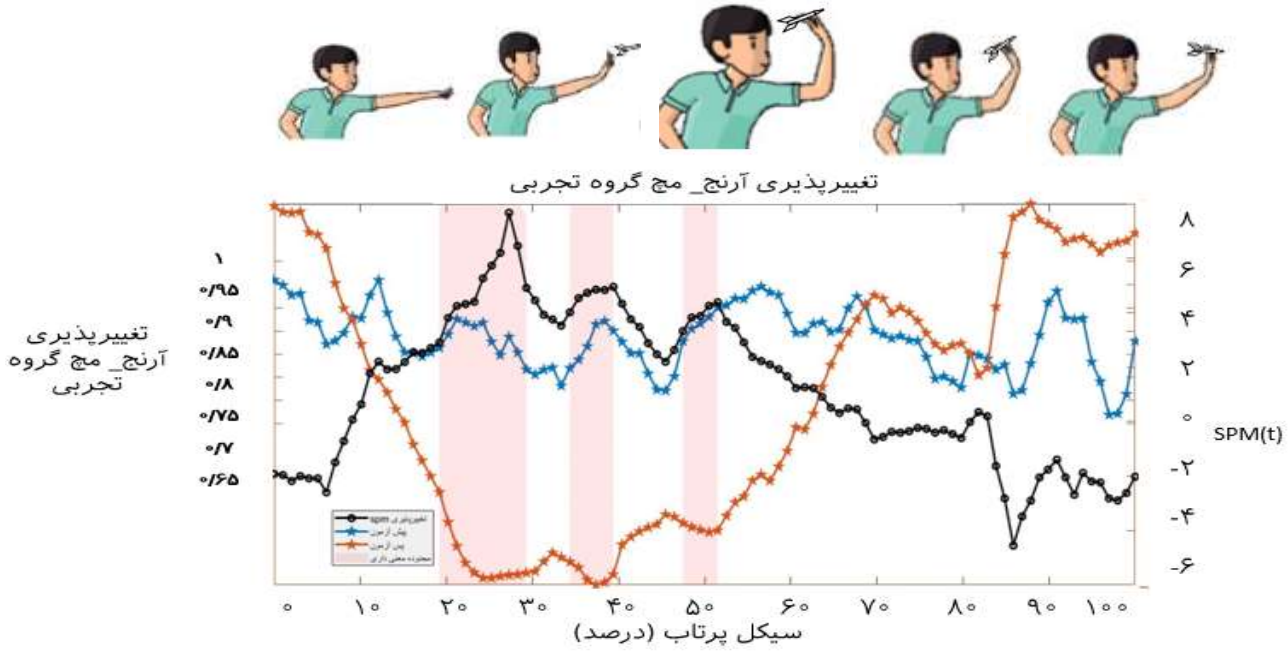
همچنین میزان درصد انتقال دقت در گروه کنترل ۴/۸۴ و گروه تجربی ۱۵/۸۳ به‌دست آمد. با توجه به تفاوت قابل مشاهده بین دو گروه در میزان درصد انتقال دقت می‌توان به این نتیجه رسید که ۱۲ جلسه تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر باعث انتقال بیشتر دقت به دست برتر در گروه تجربی گردیده است (شکل ۳).

In Press



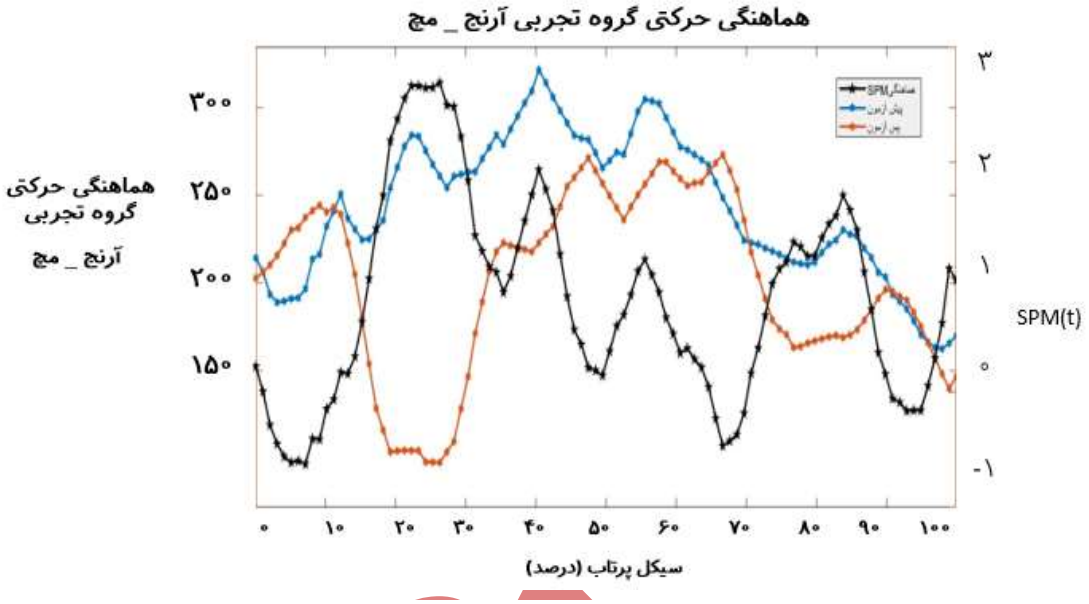
شکل ۳. مقایسه ی درصد انتقال دقت بین گروه کنترل و تجربی

با بررسی نتایج آزمون t گروه تجربی در تغییرپذیری هماهنگی آرنج_مچ اندام برتر نشان داد که تغییرپذیری هماهنگی در بازه‌ی ۲۰ الی ۵۰ درصدی بازه حرکتی پرتاب بین شرایط پیش و پس آزمون تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P< ۰/۰۵). نتایج نشان داد که در این بازه‌ی معنی‌داری، میزان تغییرپذیری هماهنگی در پس آزمون در فاز شروع خم شدن آرنج تا بیشترین مقدار خم شدن آرنج از میزان تغییرپذیری هماهنگی در پیش آزمون کمتر است. بخش صورتی ناحیه معنی‌داری را نشان می‌دهد (شکل ۴).



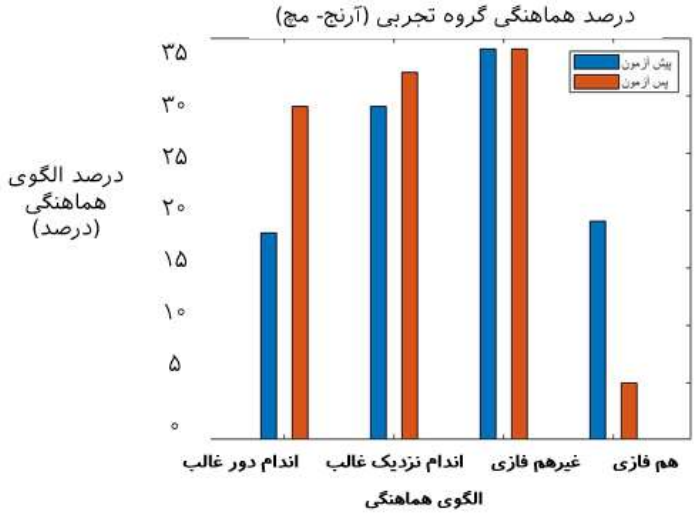
شکل ۴. آزمون جفت نمونه‌ای تغییرپذیری و مقایسه ی تغییرپذیری هماهنگی حرکتی آرنج_ مچ گروه تجربی در شرایط پیش آزمون و پس آزمون

با مقایسه‌ی بین دو شرایط پیش و پس آزمون گروه تجربی پس از ۱۲ جلسه تمرین پرتاب دارت، هماهنگی حرکتی آرنج_مچ دست برتر بررسی نتایج آزمون جفت نمونه‌ای گروه تجربی در هماهنگی آرنج_مچ اندام برتر نشان داد که بین شرایط پیش و پس آزمون تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل ۵).



شکل ۵. آزمون جفت نمونه ای هماهنگی و مقایسه ی هماهنگی حرکتی آرنج _ مچ گروه تجربی در شرایط بین پیش آزمون و پس آزمون

درصد فراوانی الگوی هماهنگی حرکتی آرنج_ مچ در شرایط پیش و پس آزمون قابل مشاهده است که تفاوت معنی‌داری بین شرایط پیش و پس آزمون ملاحظه نشد (شکل ۶).



شکل ۶. درصد فراوانی الگوی هماهنگی آرنج_ مچ

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی تأثیر تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر بر درصد انتقال دقت پرتاب، تغییرپذیری و هماهنگی حرکتی آرنج_مچ دست برتر دانشجویان دختر بود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد؛ انجام ۱۲ جلسه تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر گروه تجربی بر دقت تأثیر گذاشته است. به‌طوریکه خطای شعاعی در گروه تجربی کاهش معنی‌دار ۲۷ درصدی داشته است(P=۰/۰۰۲) و تمرین با دست غیر برتر باعث افزایش ۱۵/۸۳ درصد انتقال از پیش به پس آزمون دقت پرتاب دارت در دست برتر شد. نتایج این تحقیق با پژوهش رفیعی و همکاران، (۲۰۱۰) که انتقال پرتاب دارت در دانشجویان پسر مبتدی را با بررسی خطای شعاعی مورد ارزیابی قرار دادند همخوانی داشت. مطالعات نشان می دهد؛ تمرین با دست غیر برتر باعث تقویت عملکرد و کنترل بهتر دست برتر و تقویت هماهنگی بین دست‌ها می شود؛ همچنین تمرین مداوم و منظم، مشاهده دقیق و هدف‌گیری، اجرای درست فنون و تکنیک‌های پرتاب در طی یک دوره‌ی تمرینی می‌تواند باعث انتقال مهارت از دست غیر برتر به دست برتر شود. مکانیسم های عصب شناختی در انتقال از اندام چپ به دست راست، اشتراک‌گذاری اطلاعات بین دو نیمکره مغز از طریق پل‌های مغزی و جسم پینه‌ای را نشان می دهد و بیان می کند سرعت هدایت آکسونی در نیمکره راست بیشتر از نیمکره چپ بوده و در مهارت‌هایی که نیاز به‌دقت فضایی مانند پرتاب دارت و تیراندازی دارند، اطلاعات با سرعت بیشتری به نیمکره چپ منتقل می‌شود؛ لذا این مطالعات اظهار می دارند که انتقال از اندام چپ (غیر برتر) به راست (اندام برتر) سرعت انتقال بیشتری را نشان می دهد (آی، ۱۹۹۱؛ کوسیس،۱۹۹۵؛ لئونارد،۱۹۹۸). از دلایل رخ دادن انتقال می‌توان به نظریات انتقال در این خصوص اشاره کرد؛ طبق نظریه عناصر همانند ثورانداک (۱۹۲۷)، انتقال هنگامی که دو تکلیف اصول عمومی یکسان و مشابهی را نیاز دارند و یا دو تکلیف از مسیرهای عصبی یکسانی استفاده کنند؛ رخ می دهد یا طبق نظریه عناصر عمومی (جود، ۱۹۰۸) صرف نظر از ماهیت محرک‌ها اگر هدف دو پاسخ یکسان باشد، انتقال صورت می گیرد؛ همچنین طبق نظریه ازگود (۱۹۴۹) که تعمیم یافته‌ی نظریه عناصر همانند بوده، بیان می دارد که ارتباط بین محرک‌ها و پاسخ‌های مربوطه عامل کلیدی در انتقال می باشد (قاسمی و همکاران، ۲۰۱۴). از طرف دیگر، نظریه پردازش معتقد است که میزان انتقال به فعالیت‌های پردازشی مشابه در دو مهارت وابسته است. اگر در نظر بگیریم که پرتاب دارت

در جلسات آزمون با دست برتر و جلسات تمرین با دست غیر برتر تفاوت‌هایی دارند، بازهم می‌توانیم از عناصر مشترکی مانند تمرکز و توجه به سمت پرتاب درست، هدف، اجزا و اجرا استفاده کنیم (هی‌وود و همکاران، ۲۰۰۵؛ مگیل و همکاران، ۲۰۱۳).

دیگر نتایج این تحقیق نشان داد تغییرپذیری هماهنگی حرکتی آرنج_مچ گروه تجربی در بازه ۲۰ الی ۵۰ در صدی حرکت، بعد از ۱۲ جلسه تمرین بین شرایط پیش و پس آزمون کاهش معنی‌دار داشت و میزان تغییرپذیری هماهنگی حرکتی آرنج_مچ دست برتر براثر تمرین کاهش یافت. با توجه به نوآوری تحقیق بر اساس جستجوی انجام شده این اولین مطالعه‌ای می‌باشد که به بررسی تغییرپذیری هماهنگی حرکت در انتقال دو طرفه پرداخته است بااین‌حال تحقیقات انجام شده بر روی مقایسه بین ورزشکاران ماهر و مبتدی نشان می دهد که تغییرپذیری در افراد ماهرکاهش می‌یابد (هیلی و همکاران، ۲۰۱۳؛ واگنر و همکاران، ۲۰۱۲؛ فلیزینگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ چوو و همکاران،۲۰۰۸؛ ویلسون و همکاران،۲۰۰۸). بر اساس تئوری برنامه‌ریزی حرکتی، کاهش تغییرپذیری با افزایش کارایی در هنگام انجام یک کار حرکتی همراه است (اشمیت و همکاران، ۲۰۱۹). تئوری برنامه‌ریزی حرکتی نیز بیشتر برای مهارت‌های گسسته و بسته مثل پرتاب دارت کاربرد دارد. با کاهش تغییرپذیری پرتاب دارت شاهد بهبود عملکرد بودیم. تئوری برنامه ریزی حرکتی نشان می‌دهد که وقتی یک تکلیف حرکتی آموخته شد برنامه حرکتی تعمیم یافته شامل توالی زمان نسبی، نیروی نسبی نسبتاً ثابت خواهد بود، در حالی‌که پارامترهایی مانند مدت زمان کلی و نیروی کلی را می‌توان با توجه به شرایط تغییر داد. با این‌حال، تکنیک‌ها به احتمال زیاد قبل از پرتاب برنامه‌ریزی شده‌اند و در حین پرتاب کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند. علاوه بر این، محیط در طول همان رقابت نسبتاً ثابت است. بنابراین، پرتاب دارت یک کار گسسته و بسته در نظر گرفته می شود و در چارچوب تئوری برنامه ریزی حرکتی به بهترین شکل درک می‌شود. بر اساس تئوری برنامه ریزی حرکتی، کاهش تنوع با افزایش کارایی در هنگام انجام یک کار حرکتی همراه است از دلایل کاهش تغییرپذیری می‌توان به کسب تجربه و انجام تمرین اشاره کرد که تمرین با دست غیر برتر بر بهبود عملکرد افراد تأثیر گذاشته است. اجزای حرکتی که شامل بازو، ساعد، مچ دست و عضلات بوده در تمرین با دست غیر برتر به هماهنگی و سازمان‌دهی مناسبی رسیده‌اند تا در لحظه فعالیت خود را انجام دهند و فرد تکلیف حرکتی درستی را داشته باشد (اشمیت و همکاران، ۲۰۱۹؛دای و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج تغییرپذیری هماهنگی با یک منحنی U شکل، نشان دهنده تنوع هماهنگی، با افزایش مهارت بود. تغییرپذیری هماهنگی بالایی در ورزشکاران مبتدی وجود دارد در حالی‌که بر اثر تمرین ویژگی های مناسبی که الگوهای هماهنگی حرکتی را تعریف می‌کنند به دست می‌آیند. این تغییرپذیری هماهنگی ممکن است برای عملکرد مفید نباشد. با دستیابی به اصلاح این ویژگی‌ها، تغییرپذیری هماهنگی کاهش می‌یابد، که منجر به عملکرد سازگارتر یا تنظیم‌شده‌تر می‌شود (ویلسون و همکاران،۲۰۰۸).

نتایج این تحقیق نشان داد هماهنگی حرکتی آرنج_مچ در گروه تجربی پس از جلسات تمرین تفاوت معنی‌داری نداشت ($P> ۰/۰۵$). با توجه به نوآوری تحقیق و محدودیت منابع تحقیق بررسی‌شده بر اساس جستجوی انجام شده بررسی هماهنگی حرکت بر اساس تمرین اندام غیر برتر بررسی نشده است. گروه تجربی یک حالت هماهنگی عملکردی را در پیش و پس آزمون نشان دادند که میزان درصد درگیری مفصل پروگزیمال (آرنج) و میزان غیر هم فازی حرکت در دو شرایط در پیش و پس آزمون مشابه مشاهده بود. (یامنگ لی والکساندر،۲۰۱۶؛ آرنولد و همکاران، ۲۰۱۷؛ تاکاباياشی و همکاران،۲۰۱۸؛ نیدهام و همکاران،۲۰۱۵) به شناسایی الگوهای هماهنگی حرکتی درراه رفتن، دویدن، شوت در مهارت-های اندام تحتانی پرداختند و به بررسی اثر تمرین بااندام غیر برتر بر اندام برتر نپرداختند. با توجه به عدم معنی‌داری مقدار هماهنگی حرکتی آرنج- مچ در پرتاب دارت براثر جلسات، درنتیجه جلسات تمرینی هماهنگی حرکتی آرنج- مچ دست برتر آزمودنی‌ها تأثیری نداشت. با توجه به توضیح فوق درصورتی‌که بین شرایط پیش و پس آزمون بعد از انجام تمرین با دست غیر برتر تفاوتی در الگوی هماهنگی حرکتی آرنج- مچ دست برتر به وجود می‌آمد انتظار حرکت ناهماهنگ، همراه با کاهش عملکرد بود اما با توجه به بهبود عملکرد و کاهش تغییرپذیری حرکتی این نتیجه قابل قبول هست. همچنین در مقایسه‌ی زوایای مفصلی مچ، آرنج، شانه بین شرایط پیش و پس آزمون مشاهده شد که زاویه‌ی مفصل شانه تغییرات معنی‌داری داشت، باوجود اینکه زوایای مفصلی مچ، آرنج معنی‌دار نشد اما تغییراتی داشت و این تغییرات همراه با بهبود عملکرد در آزمودنی‌ها همراه شد. با توجه به نتایج تغییرپذیری هماهنگی حرکتی که در بازه‌ی ۲۰ الی ۵۰ درصدی بازه‌ی

In Press

حرکت بین شرایط پیش و پس آزمون کاهش معنی‌داری مشاهده شد، در این بازه‌ی حرکتی هماهنگی و الگوی هماهنگی افراد تغییری نکرده است، که نشان دهنده این است که تمرین افراد با دست غیر برتر در بازه‌ی ۲۰ الی ۵۰ درصدی حرکت باعث شده‌است که افراد در این بازه الگوی حرکتی با ثبات‌تری در اجرا داشته باشند و حرکتشان هماهنگ‌تر شود و الگوی اجرای پرتاب دارت بین تکرارهای مختلف مشابه‌تر شود. طبق (شکل ۶) میزان درصد هماهنگی در پیش و پس آزمون نشان داد که میزان مشارکت اندام غالب دور که مچ دست است در پس آزمون افزایش یافته و ۱۲ جلسه تمرین پرتاب دارت با دست غیر برتر موجب فعالیت بیشتر عضلات مچ دست شد و دامنه‌ی حرکتی مناسبی را در اجرا داشت. همچنین میزان غیر هم فازی حرکت (خم شدن مچ دست و باز شدن آرنج یا باز شدن مچ دست و خم شدن آرنج) در سیکل پرتاب در مقایسه‌ی شرایط پیش و پس تغییری نداشت و این بیانگر ثبات الگوی پرتاب در فاز اول و دوم پرتاب است. وقتی از هماهنگی در عملکردهای ورزشی صحبت می‌شود منظور هماهنگی عصبی عضلانی است. اگر توالی نیروها صحیح نباشد حرکت ناهماهنگ می‌شود (رابرتسون و همکاران، ۲۰۱۳). محدودیت درجات آزادی، هماهنگی مفاصل از طریق تعامل عضلات درونی و بیرونی تحت محدودیت بافت از جمله عوامل تاثیر گذار در بررسی هماهنگی یاد می‌شود (هداگز و همکاران، ۲۰۰۵؛ آرنولد و همکاران، ۲۰۱۷). با توجه به عوامل ذکر شده و انتقال صورت گرفته اجزای حرکتی که شامل بازو، ساعد، مچ دست و عضلات در تمرین با دست غیر برتر به هماهنگی و سازمان‌دهی مناسبی رسیده‌اند و الگوی حرکتی با ثباتی را اجرا نمودند که همراه با انتقال مهارت از اندام غیر برتر به برتر شد و میزان دقت پرتاب بهبود یافت.

نتایج تحقیق بر اساس اصل انتقال نشان داد، تمرین پرتاب دارت با اندام غیر برتر باعث انتقال مهارت از اندام غیر برتر به اندام برتر شد. به‌طوری‌که ۱۲ جلسه تمرین با اندام غیر برتر توانست دقت پرتاب دارت را در دست برتر افزایش دهد؛ این افزایش دقت همراه با کاهش در میزان تغییرپذیری هماهنگی حرکتی آرنج _ مچ دست برتر آزمودنی‌ها در بازه ۲۰ الی ۵۰ درصدی سیکل حرکتی بود؛ همچنین افراد در این بازه الگوی حرکتی با ثبات‌تری را در اجرا داشتند و حرکت هماهنگ‌تر بود و الگوی اجرای پرتاب دارت بین تکرارهای مختلف مشابه‌تر بود. بنابراین به مربیان و تراپیست‌ها توصیه می‌گردد در صورت آسیب اندام برتر با تمرین اندام غیر برتر از افت عملکرد افراد جلوگیری کنند، همچنین تمرین اندام غیر برتر بر عملکرد اندام برتر می‌تواند مؤثر باشد.

این مطالعه محدودیتی هایی نیز داشت، از جمله این که تنها بر روی دختران انجام شد و فقط انتقال از دست غیر برتر به دست برتر مورد مطالعه قرار گرفت . به محققان آینده پیشنهاد می‌شود ؛ به بررسی انتقال از اندام برتر به غیر برتر نیز بپردازند و همچنین میزان و سرعت تغییرات اندام تمرین کرده در حین جلسات تمرین نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

در پایان نیز از کلیه دانشجویان عزیزی که در این مطالعه با ما همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Alipur. (2006). Examining the reliability and validity of Chapman's hand test in middle school students. Evolutionary Psychology: Iranian Psychologists, 2(7), 197-206. (In Persian)

Arnold, John B. et al. 2017. “Movement Coordination Patterns between the Foot Joints during Walking.” Journal of Foot and Ankle Research 10(1): 47. http://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-017-0228-z.

In Press

Baghaiyan, Eslami, Abbasi, Khaleghinazji, Hosseini-nejad, & Seyed Ismail. (2018). Comparison of coordination and variability of upper limb joints in semi-professional and elite young men's kayak rowing. Sports Medicine Studies, 24(10), 103-124. (In persion)

Blandford, Lincoln, Emily Cushion, and Ryan Mahaffey. 2022. "Segmental and Intersegmental Coordination Characteristics of a Cognitive Movement Control Test: Quantifying Loss of Movement Choices." Biomechanics 2(2): 213–34. https://www.mdpi.com/2673-7078/2/2/18.

Bozkurt, Sinan, Mert Çoban, and Umut Demircan. 2020. "The Effect of Football Basic Technical Training Using Unilateral Leg on Bilateral Leg Transfer in Male Children." Journal of Physical Education (Maringa) 31(1):1–10. doi: 10.4025/JPHYSEDUC.V31I1.3164.

Chow, Jia Yi, Keith Davids, Chris Button, and Michael Koh. 2008. "Coordination Changes in a Discrete Multi-Articular Action as a Function of Practice." Acta Psychologica 127(1):163–76. doi: 10.1016/j.actpsy.2007.04.002.

Dai, Boyi, Steve Leigh, Hanjun Li, Vicki S. Mercer, and Bing Yu. 2013. "The Relationships between Technique Variability and Performance in Discus Throwing." Journal of Sports Sciences 31(2):219–28. doi: 10.1080/02640414.2012.729078.

Deliagina, Tatiana G, I N Beloozerova, P V Zelenin, and G N Orlovsky. 2008. "Spinal and Supraspinal Postural Networks." Brain research reviews 57(1): 212–21.

Emami, Tektem, Sohrabi, Hosseini, & Fooladiyan. (2015). The effect of training sequence with dominant and non-dominant hand on the acquisition, memory and transfer of basketball dribbling skills. Sports Psychology, 7(1), 1005-1014. (In persion)

Emanuel, Michal, Tal Jarus, and Orit Bart. 2008. "Effect of Focus of Attention and Age on Motor Acquisition, Retention, and Transfer: A Randomized Trial." Physical Therapy 88(2):251–60. doi: 10.2522/ptj.20060174.

Fleisig, Glenn, Yungchien Chu, Adam Weber, and James Andrews. 2009. "Variability in Baseball Pitching Biomechanics among Various Levels of Competition." Sports Biomechanics 8(1):10–21. doi: 10.1080/14763140802629958.

Ghasemi, Ray McMorris; The translators of Rasool Sahtatabal, Seyyed Kaus Salehi, Abdullah. 2014. Acquisition and performance of sports skills / Terry McMorris; The translators are Rasool Dahtatabal, Seyyed Kaus Salehi, Abdullah Ghasemi. Second. Tehran: Tehran: Science and Motion, 2017. P:292-297 https://opac.nlai.ir/opac-(In Persian)

Ghojoghi M, Tahmasebi Boroujeni S, Aghapoor SM, Shahbazi M, Shirzad E. Effect of Task Constraints on Coordination Variability in Missed and Successful Trails of Chip Pass. Motor Behavior. Winter 2020; 11 (38): 97-114. (In Persian). Doi: 10.22089/mbj.2018.4732.1554(In Persian)

Gholami, Mina. 1380. "Investigation of two-way transmission of badminton long serve and also its relationship with intelligence, age and body type in female middle and high school students of 11th district of Tehran. Under the guidance of Mohammad Ali Aslankhani. Tehran: Shahid Beheshti University, Faculty of Educational Sciences and Psychology. (In persion)

Haywood, K, and N Getchell. 2005. "Lifespan Motor Development." (May).

Hiley, Michael J., Vitaly V Zuevsky, and Maurice R. Yeadon. 2013. "Human Movement Science Is Skilled Technique Characterized by High or Low Variability ? An Analysis of High Bar Giant Circles." Human

In Press

Movement Science 32(1):171–80. doi: 10.1016/j.humov.2012.11.007.

Hodges, Nicola J, Spencer Hayes, Robert R Horn, and Andrew Mark Williams. 2005. "Changes in Coordination, Control and Outcome as a Result of Extended Practice on a Novel Motor Skill." In Ergonomics, , 1672–85. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140130500101312.

I, Kopfennann. 1991. "Learning and Memory. Principles of Neural Science." 997–1008.

Keith Davids, Simon Bennett, Karl M. Newell. 2006. Movement System Variability. Human kineticshttps://books.google.com/books?id=IAamvxsVlGAC&lpg=PP1&pg=PR10#v=onepage&q&f=false.

Kocsis, Jeffery D. 1995. "Competition Synaptic Marketplace : Activity Is Important." 1(4):185–87.

Komar, John, Ludovic Seifert, and Régis Thouvarecq. 2015. "What Variability Tells Us about Motor Expertise : Measurements." 77: 65–77.

Kumar, Sameer, and Manas K. Mandal. 2005. "Bilateral Transfer of Skill in Left- and Right-Handers." Laterality 10(4):337–44. doi: 10.1080/13576500442000120.

Leonard, Charles T. 1998. The Neuroscience of Human Movement. Mosby.

Liu, John, and Craig A. Wrisberg. 2005. "Immediate and Delayed Bilateral Transfer of Throwing Accuracy in Male and Female Children." Research Quarterly for Exercise and Sport 76(1):20–27. doi: 10.1080/02701367.2005.10599258.

Magill, Richard, and David Anderson. 2013. Motor Learning and Control: Concepts and Applications. New York City. P:298-316

Needham, Robert A, Roozbeh Naemi, and Nachiappan Chockalingam. 2015. "Short Communication A New Coordination Pattern Classi Fi Cation to Assess Gait Kinematics When Utilising a Modi Fi Ed Vector Coding Technique." Journal of Biomechanics 48(12): 3506–11. http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.07.023.

Needham, Robert, Roozbeh Naemi, and Nachiappan Chockalingam. 2014b. "Quantifying Lumbar–Pelvis Coordination during Gait Using a Modified Vector Coding Technique." Journal of Biomechanics. doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.12.032.

Pavão, Silvia Leticia, Ana Carolina de Campos, and Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha. 2019. "Age-Related Changes in Postural Sway during Sit-to-Stand in Typical Children and Children with Cerebral Palsy." Journal of Motor Behavior 51(2): 185–92.

Rafiei, Saleh, Vaez Mousavi, Seyyed Mohammad Kazem, & Abdoli. (2010). Direction and amount of error in two-way transfer of dart throwing skill. Sports Psychology, 2(1). (In persion)

Rafieyan, Vahid, Maryam Sharafi-Nejad, and Siew Eng Lin. 2014. "Effect of Pragmatic Instruction on Sustainable Development of Pragmatic Awareness." Journal of Studies in Education 4(1): 206.

Rey, Patricia Del. 2015. "Research Quarterly for Exercise and Sport Training and Contextual Interference Effects on Memory and Transfer." 1367(November).

Robertson, D. Gordon E., Graham E. Caldwell, Joseph Hamil, Gary Kamen, and Saunders N. Whittlesey.

In Press

2013. Research Methods in Biomechanics. P:291-315

Sawamura, Daisuke, Satoshi Sakuraba, Yumi Suzuki, Masako Asano, Susumu Yoshida, Toshihiro Honke, Megumi Kimura, Yoshiaki Iwase, Yoshitaka Horimoto, Kazuki Yoshida, and Shinya Sakai. 2019. "Acquisition of Chopstick-Operation Skills with the Non-Dominant Hand and Concomitant Changes in Brain Activity." Scientific Reports 9(1):1–11. doi: 10.1038/s41598-019-56956-0.

Schmidt, Richard A et al. 2019. "Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis, 6th Edition." Medicine & Science in Sports & Exercise 51(1): 226–226. https://journals.lww.com/00005768-201901000-00030.

Seifert, Ludovic, Chris Button, and Keith Davids. 2013. "Key Properties of Expert Movement Systems in Sport: An Ecological Dynamics Perspective." Sports Medicine 43(3): 167–78. http://link.springer.com/10.1007/s40279-012-0011-z.

Stergiou, Nicholas, and Leslie M Decker. 2011. "Human Movement Science Human Movement Variability , Nonlinear Dynamics , and Pathology : Is There a Connection ?" Human Movement Science 30(5): 869–88. http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2011.06.002.

Takabayashi, Tomoya, Mutsuaki Edama, Takuma Inai, and Masayoshi Kubo. 2018. "Sex-Related Differences in Coordination and Variability among Foot Joints during Running." Journal of Foot and Ankle Research 11(1): 1–8.

Wagner, Herbert, Jürgen Pfusterschmied, Miriam Klous, Serge P. von Duvillard, and Erich Müller. 2012. "Movement Variability and Skill Level of Various Throwing Techniques." Human Movement Science 31(1):78–90. doi: 10.1016/j.humov.2011.05.005.

Wilson, Cassie, Scott E. Simpson, Richard E. A. Van Emmerik, and Joseph Hamill. 2008. "Coordination Variability and Skill Development in Expert Triple Jumpers." Sports Biomechanics 7(1):2–9. doi: 10.1080/14763140701682983.

YUMENG LI, MARION ALEXANDER, CHERYL GLAZEBROOK, and JEFF LEITER. 2016. "Quantifying Inter-Segmental Coordination during the Instep Soccer Kicks YUMENG."

In Press