

Research Paper



Comparing Dominant and Non-Dominant Hand Performance with Force Changes in a Two-Hand Equilibrium Task: A Challenge to Dominant Hand Theories

*Yaser Khanjari¹

1. Department of Physical Education, Khajeh Nasiruddin Toosi University.



Citation: Khanjari Y. Comparing Dominant and Non-Dominant Hand Performance with Force Changes in a Two-Hand Equilibrium Task: A Challenge to Dominant Hand Theories. Journal of Sport Biomechanics.2022;7(4):290-302. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.300.2>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.300.2>



Article Info:

Received: 25 July 2021

Accepted: 19 Dec. 2021

Available Online: 1 March 2022

Keywords:

Motor program, Kinetics,
Two-handed coordination

ABSTRACT

Objective Although most studies believe that the dominant hand performs better than the non- dominant hand in performing various tasks, there is still the challenge among researchers as to why the non- dominant hand performs better than the dominant hand in certain situations and tasks. The aim of this study was to compare dominant and non- dominant hand performance with force changes in a two-handed balance task.

Methods The samples of this study consisted of 30 male and female subjects with a mean and standard deviation of 28 ± 6.5 years. This research was conducted in Shiraz Health Center. In this study, a Huber device was used to measure hand function.

Results The results of independent t-test showed that when the force on the handle sensor was the same in both hands, the performance of the dominant and non-dominant hand did not differ significantly ($P>0.05$). However, the dominant hand performed better when the dominant hand applied more force and the non- dominant hand performed better than the dominant hand when the non- dominant hand applied more force to the handles ($P<0.05$).

Conclusion The results of this study showed that the performance of the superior hand is not always better than the non-superior hand and the performance of both hands depends on the type of task, synthetic factors (force) and the amount of attention to each hand. These results support the theory of dynamic systems and the specialized hemisphere model in hand control.

* Corresponding Author:

Yaser Khanjari

Address: Department of Physical Education, Khajeh Nasiruddin Toosi University.

E-mail: ykhanjari@kntu.ac.ir

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2022 The Author(s). Journal of Sport Biomechanics published by Islamic Azad University, Hamedan Branch.

Extended Abstract

1. Introduction

Hand dominance is a concept defined as the tendency and preference to use one hand in performing motor tasks. The strong inclination of both hands to produce similar spatial-temporal movements in bimanual tasks has led to the hypothesis that there is a single movement program for both hands. This hypothesis is presented in the form of a generalized motor program (1). According to this theory, proposed by Schmidt et al. (1979) in the context of a generalized motor program, even when the hands perform different movements, there is only one controlling movement program, although the specific parameters for each limb may be determined differently from one another (2). In contrast to the generalized motor program model, the skill (specialized) model generally posits that there are two independent motor programs for both hands that control each hand separately (3). The most recent model proposed in the field of bimanual coordination is the dynamic systems theory, which does not have the limitations of generalized motor program models and interference (4). Aside from the theories regarding hand control in bimanual coordination tasks, there are studies that show that the dominant hand performs better than the non-dominant hand in executing motor tasks (5-7). However, there are also studies that support better performance of the non-dominant hand or show negligible differences in performance between the two hands (8-10). It is clear that the performance of the dominant and non-dominant hands in different tasks and conditions may vary, and theories of hand dominance provide different justifications regarding hand control. The main question of this research is whether changes in force affect the performance of the dominant and non-dominant hands in a bimanual coordination task. Therefore, given the contradictions in previous research findings, the aim of this study was to compare the performance of the dominant and non-dominant hands using different forces in a bimanual coordination task.

2. Methods

The sample for this research consisted of 30 right-handed male and female participants with an average age of 28 years and a standard deviation of $6.5 \pm$. This research was conducted at the Health-Oriented Wellness Center in Shiraz. In this study, the Huber device (Figure 1) (11) was used to measure hand performance. This device has a movable platform under the feet to disrupt balance and handles equipped with sensors that display the amount of force applied in various directions as a numerical value on the monitor for the participant. In this research, participants were required to apply force to the handles under three different conditions while the moving platform disrupted their balance: once with equal force (dominant hand 6, non-dominant hand 6), the second stage (dominant hand 8, non-dominant hand 6), and the third stage (dominant hand 6, non-dominant hand 8). Each stage was repeated five times, and after each stage, the performance of the dominant and non-dominant hands was displayed on the monitor from 0 to 100 percent. It is worth noting that in each stage, each participant performed a trial run to familiarize themselves with the test. All participants were in good physical health and completed a consent form before the test.

3. Results

The results of the independent t-test in Table 1 indicate that there is no significant difference in performance between the dominant and non-dominant hands when the force applied for both hands is equal and equal to 6 ($D=N-D$) ($p>0.05$). In another condition where the force applied for the dominant hand is 8 and for the non-dominant hand is 6 ($D>N-D$), the performance of the dominant hand is significantly better than that of the non-dominant hand ($p=0.012$). Additionally, when the force applied for the dominant hand is 6 and for the non-dominant hand is 8 ($D<N-D$), the performance of the non-dominant hand is significantly better than that of the dominant hand ($p=0.001$).

Table 1. Independent t-test results for dominant and non-dominant hands under three different force conditions.

Dominant hand (D)		t-test				
Non-Dominant hand(N-D)		t	df	Sig	Mean Difference	Std. Error Difference
D=N-D	Assuming equal variances	-.768	28	.449	-1.80	2.34
	Assuming unequal variances	-.768	27.10	.449	-1.80	2.34
D>N-D	Assuming equal variances	2.690	28	.012	7.13	2.65
	Assuming unequal variances	2.690	27.10	.012	7.13	2.65
D<N-D	Assuming equal variances	-3.861	28	0.001	-8.86	2.29
	Assuming unequal variances	-3.861	27.10	0.001	-8.86	2.29

4. Discussion

The results of this study indicate that although there is no difference in performance between the dominant and non-dominant hands when performing a symmetrical bimanual coordination task (in this study, using equal forces for both hands), the application of greater force for one hand compared to the other leads to better performance for that hand. Most studies have supported the better performance of the dominant hand compared to the non-dominant hand in executing identical tasks for both hands (6, 7, 12-15). One of the main reasons for the inconsistency of results from some previous studies with the findings of the present study appears to be the use of a complex asymmetric bimanual task in the current research, whereas most studies that have shown the performance advantage of the dominant hand have used an identical and familiar task. Furthermore, there are tasks where it is difficult to judge whether the dominant hand performs better than the non-dominant hand (10, 16). Additionally, tasks such as writing, eating, etc., which are regularly performed with the dominant hand, exhibit better performance than the non-dominant hand (17, 18). Therefore, the better performance of the dominant or non-dominant hand depends on the type of task, the amount of force applied, and the repetition of that task over time. Pellegrini et al. (2004) demonstrated in their research on bimanual coordination tasks that when specific instructions are given to focus on the dominant or non-dominant hand, the performance of that hand improves compared to when there is no focus, and in these conditions, the performance of the non-dominant hand improves more than that of the dominant hand (19). In this study as well, the application of greater force for each hand was associated with increased attention and better performance for that hand. Overall, the results of this study showed that the performance of the dominant hand is not always better than that of the non-dominant hand, and it depends on the type of task, the level of attention given to the hands, and kinetic factors. Ultimately, the findings of this study support the hemispheric specialization model, which believes in the existence of separate movement programs for controlling the hands in motor tasks, as well as the dynamic systems theory in controlling bimanual coordination tasks, which is among the latest theories on this control.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

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

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

مقایسه عملکرد دست برتر و غیربرتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی دودستی: چالشی بر نظریات دست برتری

*یاسر خنجری^۱

۱. گروه تربیت بدنی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.



Citation: Khanjari Y. Comparing Dominant and Non-Dominant Hand Performance with Force Changes in a Two-Hand Equilibrium Task: A Challenge to Dominant Hand Theories. Journal of Sport Biomechanics.2022;7(4):290-302. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.300.2>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.300.2>

چکیده

هدف اگر چه، اغلب تحقیقات اعتقاد بر عملکرد بهتر دست برتر نسبت به دست غیر برتر در اجرای تکالیف مختلف دارند، اما همچنان این چالش که چرا دست غیر برتر در برخی شرایط و تکالیف بهتر از دست برتر عمل می کند، بین محققان وجود دارد. هدف از این تحقیق مقایسه عملکرد دست برتر و غیربرتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی دودستی بود.

روش ها نمونه های این تحقیق را ۳۰ نفر از آزمودنی های دختر و پسر با میانگین و انحراف معیار سنی $6/5 \pm$ سال تشکیل دادند. این تحقیق در مرکز تندرستی سلامت نگر شهر شیراز انجام شد. در این مطالعه از دستگاه هوپر (Huber) به منظور اندازه گیری عملکرد دست ها استفاده شد.

یافته ها نتایج آماری تی مستقل نشان داد زمانی که نیروی وارد بر سنسور دستگیره ها در هر دو دست یکسان بود عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی داری نداشت ($P \geq 0.05$). با این وجود، زمانی که دست برتر نیروی بیشتری را وارد می کرد دست برتر عملکرد بهتر و زمانی که دست غیر برتر نیروی بیشتری به دستگیره ها وارد می کرد دست غیر برتر عملکرد بهتری نسبت به دست برتر داشت ($P \leq 0.05$).

نتیجه گیری نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد دست برتر همیشه بهتر از دست غیربرتر نیست و عملکرد هر دو دست به نوع تکلیف، عوامل سنتیکی (نیرو) و میزان توجه به هر دست بستگی دارد. این نتایج از نظریه های سیستم های پویا و مدل تخصصی نیمکره ای در کنترل دست ها حمایت می کند.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۳ مرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۸ آذر ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۱۰ اسفند ۱۴۰۰

کلید واژه ها:

برنامه حرکتی، سینتیک،

هماهنگی دودستی

*نویسنده مسئول:

یاسر خنجری

آدرس: گروه تربیت بدنی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

ایمیل: ykhanjari@kntu.ac.ir

مقدمه

دست برتری مفهومی است که به عنوان تمایل و ترجیح استفاده از یک دست در اجرای تکالیف حرکتی تبیین می‌شود. تمایل شدید دو دست برای تولید حرکات مشابه از نظر فضایی - زمانی در حرکات دودستی، منجر به به وجود آمدن این فرضیه شده است که برای هر دو دست یک برنامه حرکتی وجود دارد. این فرضیه در قالب برنامه حرکتی تعمیم‌یافته مطرح شده است (۱). این نظریه بیان می‌دارد که حرکات با یک برنامه حرکتی در سیستم عصبی مرکزی و با پارامترهای حرکتی ارائه می‌شوند. در نظریه برنامه حرکتی تعمیم‌یافته، یک برنامه حرکتی شکل اصلی حرکت را قبل از شروع آن تعیین می‌کند. اشمیت و همکاران (۱۹۷۹) پیشنهاد کردند این مفهوم در حرکات دودستی قابل کاربرد است و ممکن است یک برنامه حرکتی کنترل حرکات هر دو دست را بر عهده 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 (۲). بر خلاف مدل برنامه حرکتی تعمیم‌یافته، مدل تبحر (تخصصی) عموماً بیان می‌کند که دو برنامه حرکتی مستقل برای دو دست وجود دارد که به‌طور جداگانه هر دست را کنترل می‌کنند (۳). جدیدترین مدلی که در زمینه هماهنگی دودستی مطرح شده، مدل نظری سیستم‌های پویا می‌باشد که محدودیت مدل‌های برنامه حرکتی تعمیم‌یافته و تداخل را ندارد. در این مدل ساختارهای هماهنگ با هم (هم‌کوشی‌ها) در قالب همکاری یک گروه ویژه از عضلات، عمل می‌کنند. ساختارهای هماهنگ از طریق کاهش تعداد درجات آزادی کنترل حرکات پیچیده را تسهیل می‌کند (۴). اکثر پدیده‌های رفتاری مشاهده شده در حرکات هماهنگی دودستی به‌وسیله چنین مدلی توضیح داده می‌شود (۲۰).

جدای از نظریات مطرح شده مربوط به کنترل دست‌ها در تکالیف هماهنگی دو دستی تحقیقاتی وجود دارند که نشان می‌دهند در اجرای تکالیف حرکتی عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است. به عنوان مثال، ناگوچی و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای بروی مقایسه عملکرد نیروی کنترل شده در دست برتر و غیر برتر نشان دادند که دست برتر عملکرد بهتری دارد (۵). واتر هوس و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی بروی پرتاب دارت نشان دادند علیرغم عملکرد بهتر دست برتر در اجرای پرتاب‌ها، هر دو دست برتر و غیر برتر با یک برنامه حرکتی کنترل می‌شوند و تفاوت پرتاب‌ها به علت تغییرات پارامترهاست (۶). کوتز و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه‌ای بروی مهارت پرتاب دارت به این نتیجه رسیدند که اگرچه عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است با این وجود شکل الگوهای EMG دست برتر و غیر برتر به هنگام پرتاب دارت با یکدیگر شباهت بسیار زیادی دارند (۷). در تحقیقات رفتاری مزیت‌های زیادی از عضو برتر نسبت به عضو غیر برتر به هنگام اجرای یک تکلیف شامل قدرت عضلانی بیشتر (۱۲، ۱۳)، سرعت بیشتر (۱۴) و ثبات حرکت بهتر (۱۵) نشان داده شده است. این مزیت‌های عملکردی عضو برتر نه تنها به استفاده و تمرین بیشتر عضلات عضو برتر (۲۱)، بلکه به تحریکات نسبتاً بیشتر قشر حرکتی اندام برتر در مغز (۲۲) و همچنین تحریکات بیشتر نرون‌های حرکتی اندام برتر در سطح نخاع (۲۳) نسبت داده شده است.

اگرچه، اغلب تحقیقات اعتقاد بر عملکرد بهتر دست برتر نسبت به دست غیر برتر در اجرای تکالیف دارند اما تحقیقاتی نیز وجود دارند که از عملکرد بهتر دست غیر برتر و یا تفاوت ناچیز عملکرد دو دست حمایت کرده‌اند؛ بنابراین، ممکن است که عملکرد دست برتر که توسط پرسشنامه دست برتری اولفیلد مشخص می‌شود، همیشه در انجام تکالیف برتری نداشته باشد (۵). خنجری و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه‌ای نشان دادند که اگرچه الگوهای فعالیت EEG و شکل نقشه مغزی دست برتر و غیر برتر در اجرای مهارت پرتاب دارت متفاوت است با این حال، بین عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی‌دار وجود ندارد (۸). وانگ و همکاران (۲۰۰۷)

طی تحقیقات خود به این نتیجه می‌رسند که دست برتر و غیر برتر طی انجام یک تکلیف هرکدام به‌طور ویژه ابعادی از حرکت را به عهده می‌گیرند و به‌طور کلی نظریه برتری جانبی قشری را زیر سؤال می‌برند (۹). براوی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای نشان دادند که به کار بردن کنزیوتیپ (نوار درمانی که برای آسیب‌های ورزشی استفاده می‌شود) به‌طور معناداری سبب عملکرد بهتر تکالیف زمان‌بندی مچ دست در دست غیر برتر نسبت به دست برتر می‌شود (۱۰). با توجه به نظریات و تحقیقات فوق‌الذکر کاملاً روشن است که عملکرد دست برتر و غیر برتر در تکالیف و شرایط مختلف ممکن است متفاوت باشد و نظریات دست برتری نیز توجیحات متفاوتی در ارتباط با کنترل دست‌ها دارند. در این تحقیق، سؤالات اصلی این است که آیا با به‌کارگیری نیروهای متفاوت در یک تکلیف تعادلی -هماهنگی دودستی، عملکرد هر دو دست تغییر می‌کند؟ آیا تغییرات کینتیکی اجرای تکلیف بر عملکرد دست برتر و غیر برتر مؤثر است؟ نتایج این مطالعه از کدام‌یک از این نظریات مطرح شده در کنترل هم‌زمان دست‌ها حمایت می‌کند؟ بنابراین، با توجه به تناقض موجود در نتایج تحقیقاتی که عملکرد دست برتر و غیر برتر را بررسی نموده‌اند و همچنین، عدم وجود تحقیقات کافی بروی مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر در تکالیف هماهنگی دو دستی نامتقارن، هدف از این مطالعه مقایسه عملکرد دست برتر و غیربرتر با به‌کارگیری نیروهای متفاوت در یک تکلیف هماهنگی دو دستی بود.

روش‌شناسی

هدف از این تحقیق مقایسه عملکرد دست برتر و غیربرتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف تعادلی بود. نمونه‌های این تحقیق را ۳۰ نفر از آزمودنی‌های دختر و پسر راست دست با میانگین و انحراف معیار سنی 28 ± 5 سال تشکیل دادند. این تحقیق در مرکز تندرستی سلامت‌نگر شهر شیراز انجام شد. در این مطالعه از دستگاه هوبر (Huber) به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دست‌ها استفاده شد. این دستگاه یک صفحه متحرک در زیر پاها به‌منظور بر هم زدن تعادل و دستگیره‌هایی مجهز به سنسور دارد که میزان نیروی وارد شده بر آن را در جهات مختلف به‌صورت عدد بروی مانیتور به آزمودنی نشان می‌دهد. در این تحقیق آزمودنی‌ها می‌بایست در سه شرایط مختلف درحالی که صفحه متحرک زیر پاها تعادل آزمودنی را به هم می‌زند یک بار با نیروی مساوی (دست برتر ۶، دست غیر برتر ۶)، مرحله دوم (دست برتر ۸، دست غیربرتر ۶)، مرحله سوم (دست برتر ۶، دست غیربرتر ۸) به دستگیره‌ها نیرو وارد کنند. هرکدام از مراحل ۵ مرتبه تکرار شد که بعد از هر مرحله عملکرد دست برتر و غیربرتر از ۰ تا ۱۰۰ درصد بروی مانیتور نمایش داده می‌شد. لازم به ذکر است که در هر مرحله هر آزمودنی برای آشنایی با آزمون یک مرتبه به‌صورت آزمایشی کوشش را انجام می‌داد. همه آزمودنی‌ها از وضعیت جسمانی سالم برخوردار بودند و قبل از آزمون فرم رضایت شرکت در تحقیق را تکمیل نمودند.

دستگاه هوبر (شکل ۱) از اولین دستگاه‌های ساخته شده در جهان برای اندازه‌گیری میزان هماهنگی عصبی-عضلانی و تعادل است و سازندگان آن اعتقاد دارند این دستگاه به‌طور هم‌زمان عضلات را تقویت کرده و هماهنگی را افزایش می‌دهد (۱۱).

نتایج

در جدول ۱ آمار توصیفی داده‌ها آورده شده است. در این جدول میزان نیروی وارد شده از دست‌ها (دست برتر (Dominant) D و دست غیر برتر (Non-Dominant) D-N) به دستگیره‌های سنسوردار دستگاه هوبر در هر سه مرحله از آزمون آورده شده است. همچنین، میانگین و انحراف معیار داده‌های آزمون در دست برتر و غیر برتر نشان داده شده است.



شکل ۱. انجام تکلیف هماهنگی دو دستی توسط آزمودنی بروی دستگاه هوبر

جدول ۱. آمار توصیفی (N دست برتر، ND دست غیر برتر)

تغییرات نیرو	نیرو	عملکرد	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
D=N-D	۶	دست برتر	۳۰	۵۰/۶۶	۶/۹۷
	۶	دست غیر برتر	۳۰	۵۲/۴۶	۵/۸۰
D>N-D	۸	دست برتر	۳۰	۶۴/۷۳	۷/۲۲
	۶	دست غیر برتر	۳۰	۵۷/۶۰	۷/۲۹
D<N-D	۶	دست برتر	۳۰	۵۶/۰۰	۶/۴۸
	۸	دست غیر برتر	۳۰	۶۴/۸۶	۶/۰۹

جدول ۲. آزمون تی مستقل برای نتایج دست برتر و غیر برتر در سه شرایط متفاوت کشش نیرو

دست برتر (Dominant) D		آزمون t-test				
دست غیر برتر (Non-Dominant) D-N		t	df	Sig	Mean	Std. Error
					Difference	Difference
D=N-D	با فرض برابری واریانس	-۰/۷۶۸	۲۸	/۴۴۹	-۱/۸۰	۲/۳۴
	با فرض عدم برابری واریانس	-۰/۷۶۸	۲۷/۱۰	/۴۴۹	-۱/۸۰	۲/۳۴
D>N-D	با فرض برابری واریانس	۲/۶۹۰	۲۸	۰/۰۱۲	۷/۱۳	۲/۶۵
	با فرض عدم برابری واریانس	۲/۶۹۰	۲۷/۱۰	۰/۰۱۲	۷/۱۳	۲/۶۵
D<N-D	با فرض برابری واریانس	-۳/۸۶۱	۲۸	۰/۰۰۱	-۸/۸۶	۲/۲۹
	با فرض عدم برابری واریانس	-۳/۸۶۱	۲۷/۱۰	۰/۰۰۱	-۸/۸۶	۲/۲۹

در جدول ۲ نیز همان طور که نشان داده شده است از آزمون تی مستقل برای بررسی تفاوت بین داده های آزمون در گروه های دست برتر و غیر برتر استفاده شده است. لازم به ذکر است که از آزمون K-S برای بررسی نرمال بودن داده ها استفاده شد. نتایج آزمون t مستقل در این جدول نشان می دهد که بین دو گروه دست برتر و غیر برتر زمانی که نیروی به کار برده شده برای هر دو دست یکسان و برابر ۶ است ($D=N-D$) است بین عملکرد دو گروه دست برتر و غیر برتر تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P>0.05$). در شرایط دیگر آزمون که نیروی به کار برده شده برای دست برتر ۸ و دست غیر برتر ۶ است ($D>N-D$)، عملکرد دست برتر به طور معنی داری بهتر از دست غیر برتر است ($P=0.012$). همچنین، زمانی که نیروی به کار گرفته شده برای دست برتر ۶ و دست غیر برتر ۸ است ($D<N-D$)، عملکرد دست غیر برتر به طور معنی داری بهتر از دست برتر است ($P=0.01$).

به طور کلی، این نتایج نشان می دهد که عملکرد دست برتر و غیر برتر در تکلیف به کار برده شده در این تحقیق به میزان نیروی به کار برده شده برای دست ها بستگی دارد. به هنگام نیروی اعمال شده مساوی برای هر دو دست عملکرد دست برتر و غیر برتر یکسان است. با این وجود، زمانی که دست برتر و یا غیر برتر نیروی بیشتری را نسبت به دیگری به عهده می گیرد عملکرد آن نیز برتر است.

بحث

هدف از این تحقیق مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر با تغییرات نیرو در یک تکلیف هماهنگی دودستی بود. نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه به هنگام انجام یک تکلیف هماهنگی دودستی متقارن (در این تحقیق به کارگیری دو نیروی مساوی برای هر دو دست) بین عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوتی وجود ندارد با این حال، به کارگیری دو نیروی نامتقارن برای هر دست حین اجرای تکلیف سبب عملکرد متفاوت دست ها می شود به طوری که به کارگیری نیروی بیشتر برای هر دست نسبت به دست دیگر سبب عملکرد بهتر آن می شود. تاکنون تحقیقات بسیار کمی به منظور مقایسه عملکرد دست برتر و غیر برتر حین اجرای یک تکلیف تعادلی هماهنگی دودستی نامتقارن (یک تکلیف پیچیده) انجام شده است. اغلب تحقیقات از عملکرد بهتر دست برتر نسبت به غیر برتر در اجرای تکالیف یکسان برای هر دو دست حمایت کرده اند (۶، ۷، ۱۵-۱۲). ناگوچی و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه ای بروی مقایسه عملکرد نیروی کنترل شده در دست برتر و غیر برتر نشان دادند که به طور کلی دست برتر عملکرد بهتری دارد، با این وجود تکالیفی که به نیروی حداکثر نیاز دارند و یک تکلیف کمتر انجام شده برای سیستم عصبی - عضلانی هستند، عملکرد دست برتر در آن ها برتری ندارد (۵).

واتر هوس و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی بروی پرتاب دارت نشان دادند که عملکرد دست برتر بهتر از دست غیر برتر است اما به نظر می رسد که هر دو دست با یک برنامه حرکتی کنترل می شوند و تفاوت پرتاب ها به علت تغییرات پارامترهاست (۶). کوتز و همکاران (۲۰۱۹) نیز از عملکرد بهتر دست برتر نسبت به غیر برتر در پرتاب دارت حمایت کردند با این وجود تفاوت معنی داری در الگوهای EMG دو دست مشاهده نکردند (۷). این که چرا با وجود آناتومی یکسان دست ها مزیت های عملکردی بهتری در تحقیقات مختلف رفتاری برای دست برتر نسبت به غیر برتر نشان داده شده است می توان به قدرت عضلانی بیشتر دست برتر (۱۲، ۱۳)، سرعت بیشتر (۱۴) و ثبات حرکت بهتر دست برتر نسبت به دست غیر برتر (۱۵) اشاره کرد. همچنین، این مزیت های عملکردی عضو برتر نه تنها به استفاده و تمرین بیشتر عضلات عضو برتر (۲۱)، بلکه به تحریکات نسبتاً بیشتر قشر حرکتی اندام برتر در مغز (۲۲) و همچنین تحریکات بیشتر نرون های حرکتی اندام برتر در سطح نخاع (۲۳) نیز نسبت داده شده است.

اگرچه نتایج این تحقیق زمانی که یک تکلیف متقارن و یکسان برای دو دست در نظر گرفته شد تا حدودی با نتایج تحقیقات ذکر شده یکسان است، با این وجود نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد زمانی که این تکلیف با به‌کارگیری نیروهای متفاوت برای دست‌ها نامتقارن شود عملکرد دست برتر الزاماً بهتر از دست برتر نیست. این نتیجه با تحقیقات ذکر شده که نشان می‌دهند عملکرد دست برتر بهتر از دست غیربرتر است همخوانی ندارد. به نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین دلایل این عدم همخوانی نتایج به‌کارگیری یک تکلیف دودستی نامتقارن پیچیده در تحقیق حاضر باشد به‌طوری‌که در اغلب تحقیقاتی که مزیت عملکردی دست برتر را نشان داده‌اند در یک تکلیف یکسان و تجربه شده در گذشته بوده است. همچنین، تکالیفی وجود دارند که قضاوت در ارتباط با اینکه دست برتر عملکرد بهتری نسبت به دست غیر برتر دارد مشکل است. بوهانون و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که اگرچه به‌طور معمول نیروی گرفتن دست برتر قوی‌تر از دست غیر برتر است اما در به‌کار بردن حداکثر نیرو بین عملکرد دست برتر و غیر برتر تفاوتی وجود ندارد (۱۶). براوی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای نشان دادند که به‌کار بردن کنزیوتیپ (نوار درمانی که برای آسیب‌های ورزشی استفاده می‌شود) به‌طور معناداری سبب عملکرد بهتر تکالیف زمان‌بندی مچ دست در دست غیر برتر نسبت به دست برتر می‌شود. به عقیده آن‌ها استفاده از کنزیوتیپ اطلاعات زیادتر و قوی‌تری برای نیمکره دست غیربرتر نسبت به دست برتر که از این ابزار برای آن به‌کاربرده نشده است، به وجود می‌آورد. بنابراین، عملکرد حرکتی دست‌ها در اجرای یک تکلیف مشابه به شرایط محیطی و بازخوردهای حسی انتقال داده شده به نیمکره‌ها نیز بستگی دارد (۱۰). علاوه بر این، تحقیقاتی وجود دارند که نشان می‌دهند تکالیفی مثل نوشتن، خوردن و ... که به‌طور مرتب روزانه انجام می‌شوند معمولاً به هماهنگی، مهارت و چیرگی نیاز دارند که طی کاربرد مکرر آن‌ها در طول زندگی با دست برتر حاصل شده است و آشکار است که دست برتر در این نوع تکالیف عملکرد بهتری دارد (۱۷، ۱۸). بنابراین، عملکرد بهتر دست برتر و یا غیر برتر به نوع تکلیف، میزان نیروی به‌کار گرفته شده و تکرار آن تکلیف در زمان‌های مختلف دارد. بنابراین، یکی از دلایلی که می‌توان برای تفسیر نتایج تحقیق حاضر ذکر کرد این است که تکلیف به‌کاربرده شده در مطالعه حاضر یک تکلیف معمولی که در روزمره به‌کاربرده شده باشد و دست برتر مدام آن را تکرار کرده باشد، نیست.

وانگ و همکاران (۲۰۰۷) طی تحقیقات خود به این نتیجه می‌رسند که دست برتر و غیر برتر طی انجام یک تکلیف هرکدام به‌طور ویژه ابعادی از حرکت را به عهده می‌گیرند. مثلاً در حرکات هدف‌گیری دست برتر در سرعت و جهت حرکت (در موقعیت‌های جدید و متغیر) مزیت‌هایی دارد و دست غیر برتر در دقت نهایی رسیدن به اهداف دسترسی (در موقعیت‌های ثابت) برتری دارد و به‌طور کلی آن‌ها نظریه برتری جانبی قشری را به چالش می‌کشند و به سیستم اندام غیر برتر به‌عنوان یک سیستم ضعیف‌تر نگاه نمی‌کنند (۹). نتایج مطالعه حاضر، با این تحقیقات همسو است چراکه نشان می‌دهند دست برتر و غیر برتر ابعاد مختلفی را در شرایط مختلف کنترل می‌کنند و الزاماً همیشه دست برتر عملکرد بهتری از دست غیر برتر ندارد همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان داد نیروی بیشتر و متفاوت در عملکرد دست‌ها مؤثر است.

یکی از موضوعات تأثیرگذار دیگر در نتایج این مطالعه می‌تواند بحث توجه به دست‌ها حین اجرای تکلیف هماهنگی دودستی باشد. در تحقیقات قبلی نشان داده شده است که اطلاعات بینایی برای اصلاح عملکرد تکالیف دودستی و رسیدن به هدف مورد نظر بسیار ضروری است (۲۴) و هدایت توجه به سمت یک دست در تکالیف هماهنگی دودستی (جدای از این که دست برتر یا غیر برتر باشد) می‌تواند در عملکرد بهتر آن دست تأثیرگذار باشد (۲۵، ۲۶). پلگرینی و همکاران (۲۰۰۴) طی تحقیقی بروی تکالیف هماهنگی دودستی نشان دادند که زمانی که با دستورالعمل‌های از پیش تعیین‌شده به دست برتر و یا غیر برتر توجه می‌شود عملکرد آن دست در مقایسه با زمانی که توجهی وجود ندارد، بهتر است و در این شرایط عملکرد دست غیر برتر نسبت به دست برتر بهبود بیشتری دارد

(۱۹). در این مطالعه نیز آزمودنی‌ها هم‌زمان با اجرای یک تکلیف پیچیده، نتیجه عملکرد دست‌های خود را بروی مانیتور دستگاه مشاهده می‌کردند و با توجه به نیروی کشش نامتقارن برای هر دست و پلتفرم متحرک زیر پای آزمودنی‌ها (که در هر لحظه تعادل آن‌ها را به چالش می‌کشید)، هر آزمودنی در ابتدا سعی می‌کرد از این بازخورد بینایی که یک نوع توجه هدایت شده بود برای اصلاح عملکرد دستی که نیروی بیشتری را اعمال می‌کند استفاده کند. در تحقیق حاضر، این توضیح می‌تواند یکی از دلایل عملکرد بهتر دست برتر و غیر برتر در شرایطی که نیروی بیشتری را در اجرای تکلیف دودستی به عهده داشتند، باشد. در حقیقت، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم عصبی در ابتدا توجه خود را برای تنظیم بهینه عملکرد دستی (بدون توجه به دست برتر یا غیر برتر بودن) اختصاص می‌دهد که نیروی بیشتری را در اجرای تکلیف به عهده دارد و سپس برای تنظیم عملکرد دست دیگر تلاش می‌کند. درنهایت، نتایج این مطالعه از مدل تخصصی نیمکره‌ای که معتقد بر وجود دو برنامه حرکتی مجزا در کنترل عصبی دست‌هاست در یک تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن حمایت می‌کند. همچنین، نتایج مطالعه حاضر که نشان داد عملکرد دست‌ها با تغییرات نیرو و در شرایط مختلف تغییر می‌کند با مدل نظریه سیستم‌های پویا که جدیدترین مدلی است که در زمینه هماهنگی دودستی مطرح شده است (۴) و محدودیت مدل‌های برنامه حرکتی تعمیم‌یافته و تداخل را ندارد هماهنگی دارد. با توجه به اینکه عملکرد دست برتر و غیر برتر در شرایط هماهنگی دودستی نامتقارن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است پیشنهاد می‌شود که تحقیقات دیگری در این زمینه بروی افراد متفاوت با جنس مخالف و همچنین شرایط مختلف کینماتیکی دیگر نیز بررسی شود.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که نه تنها عملکرد دست برتر همیشه و الزاماً در تمام تکالیف حرکتی بهتر از دست غیر برتر نیست بلکه در شرایط و تکالیف خاص ممکن است بهتر از دست برتر عمل کند. این نتیجه به‌طور ویژه در مطالعه حاضر و در یک تکلیف هماهنگی دو دستی نامتقارن نشان داده شد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد که یک متغیر کینماتیکی مانند مقدار نیرو، نوع تکلیف به کار برده شده و شرایط مختلف اجرا در عملکرد نهایی دست برتر و غیر برتر در تکالیف هماهنگی دودستی مؤثر است. نهایتاً، نتایج این مطالعه از مدل تخصصی نیمکره‌ای که اعتقاد بر وجود برنامه‌های حرکتی مجزا برای کنترل دست‌ها در تکالیف حرکتی دارد و همچنین، نظریه سیستم‌های پویا در کنترل تکالیف هماهنگی دو دستی که از جدیدترین نظریه‌ها در کنترل این تکالیف است حمایت می‌کند. با این وجود، نتایج این تحقیق می‌تواند چالشی برای نظریاتی مانند تئوری مدل پینه‌ای و نظریه برنامه حرکتی تعمیم‌یافته اشمیت که از وجود یک برنامه حرکتی واحد در کنترل دست‌ها حمایت می‌کند، باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاق تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

- Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychol Rev.* 1975; 82(4):225-60. [DOI:10.1037/h0076770]
- Schmidt RA, Zelaznik H, Hawkins B, Frank JS, Quinn JT Jr. 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]
- Marteniuk RG, MacKenzie CL. Information processing in movement organization and execution. In: *Attention and Performance VIII*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1980. p. 29-57.
- Turvey MT. Preliminaries to a theory of action with reference to vision. In: Shaw R, Bransford J, editors. *Perceiving, acting and knowing*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1977. p. 211-65.
- Noguchi T, Demura S, Aoki H. Superiority of the dominant and nondominant hands in static strength and controlled force exertion. *Percept Mot Skills.* 2009; 109(2):339-46. [DOI:10.2466/pms.109.2.339-346]
- Waterhouse C. The Effect of Extended Practice on EMG, Kinematics and Accuracy in Dominant and Non-dominant Dart Throwing [dissertation]. Auckland: University of Auckland; 2014.
- Kuhtz-Buschbeck JP, Keller P. Muscle activity in throwing with the dominant and non-dominant arm. *Cogent Med.* 2019; 6(1):1678221. [DOI:10.1080/2331205X.2019.1678221]
- Khanjari Y, Saemi E, Abedi A, Motamed Y, Soltani M. SYNERGY PATTERNS OF BRAIN ACTIVITY DURING LEARNING OF THE DART THROWING SKILL WITH THE DOMINANT AND NON-DOMINANT HAND. *S Afr J Res Sport Phys Educ Rec.* 2020; 42(2):45-60.
- Wang J, Sainburg RL. The dominant and nondominant arms are specialized for stabilizing different features of task performance. *Exp Brain Res.* 2007; 178(4):565-70. [DOI:10.1007/s00221-007-0936-x]
- Bravi R, Cohen EJ, Martinelli A, Minciaccchi D, Tognoli E. When non-dominant is better than dominant: Kinesiotape modulates asymmetries in timed performance during a synchronization-continuation task. *Front Integr Neurosci.* 2017; 11:21. [DOI:10.3389/fnint.2017.00021]
- Couillandre A, Lewton-Brain P, Portero P. Changes in balance and strength parameters induced by training on a motorised rotating platform: A study on healthy subjects. *Ann Readapt Med Phys.* 2008; 51(1):1-9. [DOI:10.1016/j.annrmp.2007.11.001]
- Armstrong CA, Oldham JA. A comparison of dominant and non-dominant hand strengths. *J Hand Surg Br.* 1999; 24(4):421-5. [DOI:10.1054/JHSB.1999.0236]

13. Farthing JP, Chilibeck PD, Binsted G. Cross-education of arm muscular strength is unidirectional in right-handed individuals. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37(9):1594-600. [DOI:10.1249/01.mss.0000177588.74448.75]
14. Noguchi T, Demura S, Nagasawa Y, Uchiyama M. An examination of practice and laterality effects on the purdue pegboard and moving beans with tweezers. *Percept Mot Skills.* 2006; 102(1):265-74. [DOI:10.2466/pms.102.1.265-274]
15. Schmidt SL, Oliveira RM, Krahe TE, Filgueiras CC. The effects of hand preference and gender on finger tapping performance asymmetry by the use of an infra-red light measurement device. *Neuropsychologia.* 2000; 38(5):529-34. [DOI:10.1016/S0028-3932(99)00120-7]
16. Bohannon RW. Grip strength: a summary of studies comparing dominant and nondominant limb measurements. *Percept Mot Skills.* 2003; 96(3):728-30. [DOI:10.2466/pms.2003.96.3.728]
17. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia.* 1971; 9(1):97-113. [DOI:10.1016/0028-3932(71)90067-4]
18. Touwen BC. Laterality and dominance. *Dev Med Child Neurol.* 1972; 14(6):747-55. [DOI:10.1111/j.1469-8749.1972.tb03318.x]
19. Pellegrini AM, Andrade EC, Teixeira LA. Attending to the non-preferred hand improves bimanual coordination in children. *Hum Mov Sci.* 2004; 23(3-4):447-60. [DOI:10.1016/j.humov.2004.08.017]
20. Kugler PN, Kelso JS, Turvey MT. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. In: Stelmach GE, Requin J, editors. *Tutorials in motor behavior.* Amsterdam: North-Holland; 1980. p. 3-47. [DOI:10.1016/S0166-4115(08)61936-6]
21. Ozcan A, Tulum Z, Pinar L, Baskurt F. Comparison of pressure pain threshold, grip strength, dexterity and touch pressure of dominant and non-dominant hands within and between right-and left-handed subjects. *J Korean Med Sci.* 2004; 19(6):874-8. [DOI:10.3346/jkms.2004.19.6.874]
22. De Gennaro L, Ferrara M, Bertini M. Handedness is mainly associated with an asymmetry of corticospinal excitability and not of transcallosal inhibition. *Clin Neurophysiol.* 2004; 115(6):1305-12. [DOI:10.1016/j.clinph.2004.01.014]
23. Adam A, De Luca CJ, Erim Z. Hand dominance and motor unit firing behavior. *J Neurophysiol.* 1998; 80(3):1373-82. [DOI:10.1152/jn.1998.80.3.1373]
24. 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]
25. Provins KA. The specificity of motor skill and manual asymmetry: A review of the evidence and its implications. *J Mot Behav.* 1997; 29(2):183-92. [DOI:10.1080/00222899709600832]
26. Wuyts IJ, Summers JJ, Carson RG, Byblow WD, Semjen A. Attention as a mediating variable in the dynamics of bimanual coordination. *Hum Mov Sci.* 1996; 15(6):877-97. [DOI:10.1016/S0167-9457(96)00033-4]