

The Effect of Internal and External Attention in Futsal Dribbling Skills on Serum Level of Glial Cell Line-Derived Neurotrophic Factor and Cognitive Function

Elham Sheibani¹ , Leily Khavari Khorasani² , Farahnaz Ayatizadeh³ 

1. Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
E-mail: eli.sheibani.73@gmail.ir
2. Corresponding Author, Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
E-mail: lkhavari@yazd.ac.ir
3. Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
E-mail: fayati@yazd.ac.ir

Article Info

Article type: Research

Article history:

Received:

21 April 2023

Received in revised form:

14 July 2023

Accepted:

23 July 2023

Published online:

23 September 2023

Keywords:

Brain Glial Cells,
Cognitive Function,
Futsal Dribble.

ABSTRACT

Introduction: Exercise has a great effect on health promotion, and recently its effect on improving the nervous system functions and cognitive processes has attracted the attention of many researchers. This study aimed to investigate the effect of internal and external attention during futsal dribbling skill training on the serum level of glial cell-derived neurotrophic factor (GDNF) and cognitive function.

Methods: forty-two untrained female students were selected by available sampling and randomly assigned into four Control without training, Control with training, Internal Attention, and External Attention groups. During 15 sessions, the participants of the training groups did the futsal dribbling training according to the dribbling test by making five trials in each session. Forty-eight hours before the pre-test and after the post-test, blood samples were drawn and cognitive function was measured using the Stroop test. GDNF blood factor was measured via the ELISA method. Statistical analysis was conducted at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: Internal attention during dribbling training had no significant effect on GDNF serum level ($P=0.12$) and cognitive function ($P=0.07$). External attention during dribbling training had a significant effect on GDNF serum level ($P=0.01$) but did not have a significant effect on cognitive function ($P=0.16$).

Conclusion: The type of internal or external attention during futsal dribbling does not make a particular difference in cognitive function and increases the serum level of GDNF. But the effects of external attention on the serum level of GDNF have been significant.

Cite this article: Sheibani, E., Khavari Khorasani, L., & Ayatizadeh, F. (2023). The effect of internal and external attention in futsal dribbling skills on serum level of glial cell Line-derived Neurotrophic factor and cognitive function. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 15 (3), 61-75.
<https://doi.org/10.22059/jsmdl.2023.358143.1713>



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.

Extended Abstract

Introduction

physical activity positively affects different body systems, including the function of the brain. These effects are caused by several physiological mechanisms, such as the increase in cerebral blood flow, changes in the release of neurotransmitters, changes in the structure of the central nervous system, and altered arousal due to activity. The relationship between physical activity and its effect on neurotrophins as polypeptide growth factors is effective in the survival and functioning of the central and peripheral nervous system, especially the hippocampus, which affects memory, learning, and cognitive functions, including attention. A review of the literature shows that few studies have investigated the changes in the levels of neurotrophins such as GDNF, taking into account its simultaneous effect on cognitive function, especially attention. Therefore, this research investigated the simultaneous effect of internal and external attention during futsal dribbling skills on GDNF serum level and cognitive function.

Methods

The statistical population of this study consisted of all female students of Yazd University aged 18-24 years old with complete physical and mental health. The Statistical samples were selected according to the convenient method of sampling. Participants were randomly assigned into four groups: Control with training, Control without training, Internal Attention, and External Attention. Participants completed the demographic information survey, the Spielberger (1983) State-Trait Anxiety Inventory (STAI-Y), and the Perceived Stress Questionnaire (PSQ). Participants performed Futsal dribbling training in 15 sessions with five trials in each session. Forty-eight hours before the pre-test and after the post-test, blood samples were drawn, and cognitive function was measured by the Stroop test. In this test, the stimulus presentation interval was 800 milliseconds, and the duration of each stimulus presentation was 2000 milliseconds. This test was performed in a quiet place and at an appropriate time, and the test conditions were observed following psychometric principles. The GDNF contents were evaluated by the ELISA method. Data were analyzed using One-way analysis of variance, paired t-test, and independent t-test via SPSS-24 software.

Results

According to the descriptive statistics, a high percentage of the research participants were aged 20 to 22, and the body mass index ranged from 22 to 25 kg/m². The homogeneity of the training and control groups was ensured before the start of the training protocol regarding

the demographic characteristics and the dependent variables of the research. The study's results after exercise protocol showed that internal attention had no significant effect on serum GDNF level ($P = 0.11$) and also had no significant effect on cognitive function ($P = 0.07$). External attention significantly affected GDNF serum level ($P = 0.01$) but had no significant effect on cognitive function ($P = 0.16$). There was no significant difference between the two internal and external attention groups in the Cognitive Function Index ($P = 0.17$) and GDNF serum level ($P = 0.91$).

Conclusion

Based on the results obtained from this research, external attention during futsal dribbling skills significantly affected GDNF serum levels. However, in terms of cognitive performance, this effect was not statistically significant despite its improvement. On the other hand, internal attention during futsal dribbling skills caused a slight adjustment in GDNF serum levels and improved cognitive performance, and this improvement was not statistically significant. Therefore, it is suggested that coaches should direct the student's attention to their bodies while performing the dribbling skill for a better effect of physical activities on brain proteins and, as a result, better cognitive performance as well as better skill learning. Finally, in the beginner students of the present study, the type of attention had no significant effect on any of the variables. However, the effects of external attention on serum GDNF levels were significant.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: The present study was extracted from the MA Thesis approved by the University of Bojnurd research committee and with IR.UB.REC.1400.019 ethical code.

Funding: The present research did not use financial resources.

Authors' contribution: Study concept and design: Leily Khavari Khorasani, Farahnaz Ayatizadeh; Critical revision of the manuscript: Leily Khavari Khorasani; data collection: Elham Sheibani

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Acknowledgments: Thanks to all the participants who participated in this research.



رشد و یادگیری حرکتی ورزشی



اثر توجه درونی و بیرونی مهارت دریبل فوتسال بر سطح سرمی عامل رشد عصبی مشتق از سلول‌های گلیال مغز و عملکرد شناختی

الهام شیبانی^۱ ID، لیلی خاوری خراسانی^۲ ID، فرحناز آیتی زاده^۳ ID

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. رایانامه: eli.sheibani.73@gmail.ir

۲. نویسنده مسؤل، گروه علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. رایانامه: lkhavari@yazd.ac.ir

۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. رایانامه: fayati@yazd.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: ورزش بر ارتقای سلامت تأثیر زیادی دارد و اخیراً تأثیر آن بر بهبود عملکرد سیستم عصبی و فرایندهای شناختی مورد توجه پژوهشگران زیادی قرار گرفته است. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر توجه درونی و بیرونی طی تمرین مهارت دریبل فوتسال بر سطح سرمی عامل رشد عصبی مشتق از سلول‌های گلیال (GDNF) و عملکرد شناختی است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۱	روش پژوهش: ۴۲ دانشجوی دختر تمرین نکرده به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در چهار گروه کنترل بدون تمرین، کنترل با تمرین، توجه درونی و توجه بیرونی با تمرین قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی طی ۱۵ جلسه، هر جلسه با انجام پنج کوشش به فعالیت دریبل فوتسال طبق آزمون دریبل پرداختند. ۴۸ ساعت پیش و پس از پیش‌آزمون و پس‌آزمون خون‌گیری و عملکرد شناختی به صورت آزمون استروپ انجام گرفت. عامل خونی GDNF به روش الایزا سنجیده شد. تحلیل آماری در سطح معناداری $P \leq 0.05$ انجام گرفت.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۳	یافته‌ها: توجه درونی طی تمرین دریبل بر سطح سرمی GDNF ($P=0.012$) و عملکرد شناختی ($P=0.007$) تأثیر معناداری نداشت. توجه بیرونی طی تمرین دریبل بر سطح سرمی GDNF تأثیر معناداری داشت ($P=0.001$)، اما بر عملکرد شناختی تأثیر معناداری نداشت ($P=0.016$).
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱	نتیجه‌گیری: نوع توجه درونی یا بیرونی حین دریبل فوتسال تفاوت خاصی در عملکرد شناختی و افزایش سطح سرمی پروتئین مشتق از سلول‌های گلیال ایجاد نمی‌کند. اما تأثیرات توجه بیرونی بر سطح سرمی GDNF قابل توجه بوده است.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱	
کلیدواژه‌ها: دریبل فوتسال، سلول‌های گلیال مغز، عملکرد شناختی.	

استناد: شیبانی، الهام؛ خاوری خراسانی، لیلی؛ و آیتی‌زاده، فرحناز (۱۴۰۲). اثر توجه درونی و بیرونی مهارت دریبل فوتسال بر سطح سرمی عامل رشد عصبی مشتق شده از سلول‌های گلیال مغز و عملکرد شناختی. نشریه رشد و یادگیری حرکتی ورزشی، ۶۱-۷۵.

DOI: <http://doi.org/10.22059/JSMDL.2023.358143.1713>

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



مقدمه

فعالیت‌های بدنی و ورزشی تأثیرات مثبتی بر سیستم‌های مختلف بدن از جمله ساختار و عملکرد مغز انسان دارد. این تأثیرات ناشی از سازوکارهای فیزیولوژیکی متعددی شامل افزایش جریان خون مغزی، تغییر در انتشار انتقال‌دهنده‌های عصبی، تغییرات در ساختار سیستم عصبی مرکزی و میزان انگیزتگی تغییر یافته ناشی از فعالیت است. در سطح مولکولی یکی از میانجی‌های مهم در زمینه فعالیت ورزشی و سلامت مغز، نوروتروفین‌ها هستند که در بین اعضای این خانواده، عامل نوروتروفیک مشتق از سلول‌های گلیال مغز (GDNF) در بهبود عملکرد شناختی، ایفای نقش می‌کند. تحریکات رفتاری و فعالیت ورزشی سبب افزایش GDNF در مغز می‌شود (دایچمن^۱ و همکاران، ۲۰۲۱؛ راشکی و همکاران، ۲۰۱۶). در واقع، اگرچه تمرین‌های ورزشی سبب افزایش نوروتروفین‌ها در مغز می‌شود، ولی ممکن است میزان این تغییر با توجه به شدت و نوع تمرین ورزشی متفاوت باشد. در این زمینه محققین نشان دادند که ورزش اینترنت‌ال با شدت بالا در مقایسه با ورزش با شدت متوسط مداوم می‌تواند به افزایش عملکرد شناختی و افزایش سطوح سرمی GDNF خون منجر شود (ساروات و همکاران، ۲۰۲۲).

از طرفی، اثرپذیری عملکرد شناختی به‌وسیله تمرینات جسمانی به ماهیت وظیفه‌شناختی و نوع فعالیت بستگی دارد که ارزیابی می‌شود. آمادگی جسمانی می‌تواند تأثیر مثبتی بر عملکرد شناختی وظایف پیچیده داشته باشد، اما تأثیری بر عملکرد شناختی وظایف ساده نداشته است. یکی از عملکردهای مهم شناختی، توجه است. توجه فرایندی شناختی است که به‌وسیله آن فرد آگاهی خود در زمینه محرکات کشف‌شده توسط حواس را هدایت و حفظ می‌کند. در سال‌های اخیر تأثیر کانون توجه بر اجرا و یادگیری مهارت‌های حرکتی مورد توجه محققان قرار گرفته است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران در تکلیف جهت‌گیری توجه بینایی، توجه انتخابی، توجه توزیع‌شده بهترند (ممرت^۲، ۲۰۰۹). این پژوهش‌ها از ارتباط زیاد بین اجرای حرکتی، توجه و سطح بالای عملکرد شناختی حمایت می‌کنند (ممرت، ۲۰۰۹؛ ووس^۳ و همکاران، ۲۰۱۰). از این رو هدایت توجه به‌سوی اجرای مهارت می‌تواند برای مبتدیان مفید باشد (کرشنر^۴ و همکاران، ۲۰۱۹).

با توجه به ارتباط فعالیت بدنی و اثر آن بر نوروتروفین‌ها به‌عنوان عوامل رشدی پلی‌پپتیدی مؤثر در بقا و عملکرد سیستم عصبی مرکزی و محیطی و به‌ویژه هیپوکامپ که در اعمال حافظه و یادگیری و کارکردهای شناختی از جمله توجه تأثیرگذار است. تحقیقات زیادی تأثیر فعالیت و تمرین ورزشی بر نوروتروفیک از جمله عامل نوروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) را بررسی کرده‌اند. پژوهشی نشان داد که هر دوی BDNF و GDNF بر برخی عملکردهای مغز به‌خصوص تولید دوپامین مؤثرند. اما تأثیر GDNF تا حدی بیشتر از BDNF است و سبب تولید دوپامین بیشتری می‌شود (پوپووا^۵ و همکاران، ۲۰۱۷). مطالعه ای دیگر نشان داد که دوپامین بر عملکرد شناختی تأثیر مطلوبی دارد (دان^۶ و همکاران، ۲۰۱۹). از طرف دیگر، مطالعاتی نیز گزارش کرده‌اند که مهارت‌های شناختی با مهارت‌های حرکتی ارتباط متقابلی دارند (کان^۷ و همکاران، ۲۰۲۰). بررسی پیشینه پژوهشی نشان می‌دهد که مطالعات کمی به بررسی تغییرات سطوح نوروتروفین‌هایی مانند GDNF با در نظر گرفتن عملکرد شناختی به‌ویژه توجه و مهارت‌های حرکتی پرداخته‌اند. از این رو در این پژوهش به بررسی اثر همزمان توجه درونی و بیرونی طی انجام مهارت در بیل فوتسال بر سطح سرمی GDNF و عملکرد شناختی پرداخته شد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به لحاظ هدف کاربردی بود. طرح تحقیق به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون اجرا شد.

1. Diechmann
2. Memmert
3. Voss

4. Kershner
5. Popova

6. Dan
7. Conn

شرکت کنندگان

جامعه آماری پژوهش حاضر را تمامی دانشجویان دختر دانشگاه یزد تشکیل دادند. از میان دانشجویان داوطلب شرکت در پژوهش، ۴۲ نفر به صورت نمونه‌گیری در دسترس (سن $20 \pm 0/7$ سال، وزن 57 ± 9 کیلوگرم و توده بدنی $23/02 \pm 4/1$) انتخاب شدند. از آزمودنی‌ها وضعیت قاعدگی پرسیده شد و پیش از انتخاب آزمودنی‌ها، افرادی که در دوره عادت ماهانه بودند کنار گذاشته شدند. سپس به صورت تصادفی و بر اساس نتایج آزمون استروپ در گروه‌های همگن ۱۴ نفری (کنترل، کنترل با تمرین مهارت، توجه درونی همراه با تمرین مهارت و توجه بیرونی همراه با تمرین مهارت) قرار گرفتند. معیارهای ورود به تحقیق غیرفعال بودن بر اساس معیار انجمن پزشکی ورزشی آمریکا (نداشتن حداقل ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط در روز برای سه روز در هفته حداقل شش ماه قبل) و عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، کبدی، انجام هورمون درمانی، استعمال سیگار و مصرف الکل، و ابتلا به بیماری‌های استخوانی و عضلانی بود. همچنین معیارهای خروج از تحقیق، اضطراب بالا، استرس بالا، عدم شرکت در بیش از سه جلسه تمرین و ابتلا به بیماری بود. شرکت کنندگان پس از آگاهی از اهداف و شرایط تحقیق، برگه رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل و امضا کردند. همچنین از گروه کنترل درخواست شد که در هیچ فعالیت ورزشی مشارکت نکنند و تنها فعالیت‌های عادی روزانه را انجام دهند (میرزابابی و همکاران، ۲۰۲۰).

ابزار

به منظور بررسی سطح اضطراب و استرس آزمودنی‌ها از پرسشنامه اضطراب آشکار و پنهان اسپیلبرگر^۱ (۱۹۸۳) (STAI-Y) و استرس ادراک شده^۲ (کوهن^۳ و همکاران، ۱۹۸۳) استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد شناختی آزمودنی‌ها از آزمون استروپ استفاده شد (شکل ۱). ابتدا نحوه انجام آزمون و شیوه امتیازدهی برای شرکت کنندگان توضیح داده شد. در این آزمون، فاصله ارائه محرک ۸۰۰ میلی ثانیه و مدت زمان ارائه هریک از محرک‌ها ۲ هزار میلی ثانیه انتخاب شده است. این آزمون باید در مکان آرام و زمانی مناسب اجرا و شرایط اجرای آزمایش از نظر روان‌سنجی رعایت شود (شایان و همکاران، ۲۰۱۵). پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه این آزمون بیانگر اعتبار و روایی مناسب در سنجش بازیابی در بزرگسالان و کودکان است. اعتبار این آزمون از طریق بازآزمایی در دامنه‌ای از ۰/۸۰ تا ۰/۹۱ گزارش شده است. در این آزمون به صورت تصادفی تعدادی کلمه رنگی همخوان (رنگ کلمه با معنای کلمه همسان است) و کلمه رنگی ناهمخوان (رنگ کلمه با معنای کلمه همسان نیست) در اختیار آزمودنی قرار می‌گیرد. تکلیف آزمودنی در این مرحله این است که تنها رنگ صحیح را مشخص سازد. نرم‌افزار زمان واکنش فرد در پاسخدهی به هر کلمه (همخوان و ناهمخوان) را محاسبه می‌کند. نمره آزمودنی از طریق کم کردن جمع زمان کوشش‌های همخوان از جمع زمان کوشش‌های ناهمخوان محاسبه می‌شود (بارون^۴، ۲۰۱۸).

قرمز آبی سبز بنفش زرد
 مشکلی زرد قرمز صورتی آبی
 زرد قرمز سفید سبز قهوه‌ای
 آبی بنفش زرد قرمز سبز

شکل ۱. آزمون استروپ (اثر رنگ‌ها)

^۱. Spielberger State-Trait Anxiety Inventory

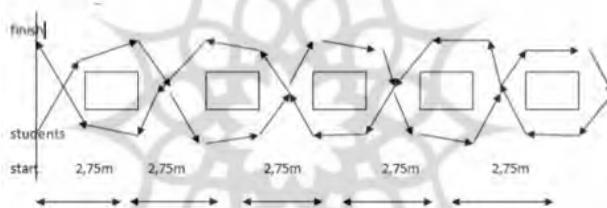
^۲. Perceived Stress Questionnaire

^۳. Cohen

^۴. Baron

پروتکل تمرینی و جلسات اکتساب: آزمودنی‌های سه گروه تمرینی طی ۱۵ جلسه تمرینی و در هر جلسه پنج کوشش به تمرین پرداختند. در گروه توجه درونی توجه بر پا و در گروه توجه بیرونی توجه به توپ بود (لطفی و همکاران، ۲۰۰۹). انجام پروتکل با توجه به دستورالعمل موردنظر به صورت مجزا برای هر گروه توضیح داده شد تا تحت تأثیر پروتکل تمرینی گروه دیگر قرار نگیرند. پروتکل تمرینی به این صورت بود که از خط شروع تا فاصله ۱۳/۷۵ متری از آن ۵ مانع به فاصله ۲/۷۵ متر از هم قرار گرفتند (شکل ۲). شرکت کنندگان باید حرکت را از نقطه شروع که از یک طرف مانع اول قرار داشت، شروع می‌کردند و پس از پیمودن ۵ مانع در رفت و برگشت حرکت را در سمت دیگر مانع اول به پایان می‌رساندند. برای محاسبه سرعت حرکت، زمان حرکت (زمان شروع حرکت تا زمانی که از خط پایان عبور کنند) محاسبه شد (هیوجن^۱ و همکاران، ۲۰۱۰) یکی از گروه‌های کنترل مهارت را آزادانه انجام دادند و گروه دیگر تمرینی نداشتند. مدت زمان استراحت برای هر آزمودنی در فواصل بین تمرین و برای تمام گروه‌های تمرینی پنج دقیقه در نظر گرفته شد. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، پس از آزمون مشابه پیش‌آزمون گرفته و نمونه‌گیری خون و آزمون استروپ نیز ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین به دلیل حذف آثار موقت تمرین اخذ شد.

آزمودنی‌ها پس از آشنایی با تمرین موردنظر، مورد پیش‌آزمون قرار گرفتند و زمان انجام آزمون در بیل فوتسال آنها ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری تأثیر نوع توجه بر آزمودنی‌ها، سرعت انجام هر کوشش توسط زمان سنج دو داور که در محل اجرا حضور داشتند، از زمان عبور از نقطه شروع تا لحظه عبور از خط پایان ثبت شد (زمان هر ست پنج کوششی) و در نهایت میانگین این دو زمان محاسبه، و به عنوان سرعت تکلیف در نظر گرفته شد.



شکل ۲. پروتکل تمرینی در بیل فوتسال

روند اجرای پژوهش

در ابتدا برگه رضایت توسط شرکت کنندگان تکمیل شد و سپس نحوه اجرای مهارت با استفاده از نمایش الگوی ماهر و آموزش کلامی به هریک از شرکت کنندگان آموزش داده شد.

خون‌گیری و ارزیابی بیوشیمیایی: نمونه‌گیری‌های خونی ۴۸ ساعت پیش از انجام پیش‌آزمون و پس از اجرای پروتکل تمرینی گرفته شد. در هر مرحله، خون‌گیری ۱۰ سی‌سی خون از دست راست، به شکل نشسته و توسط کارشناس آزمایشگاه اخذ شد. سپس آنها را با ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور در دقیقه با زمان ۵ دقیقه سانتریفیوژ کردند. سرم‌ها به سرعت جدا شده و برای انجام آزمون‌های تخصصی در دمای (۸۰-) نگهداری شدند. کیت تجاری الایزا ۹۶ تایی شرکت زلیبو ساخت آلمان با حساسیت کمتر از ۷/۸۱ پیکوگرم/میلی‌لیتر به منظور ارزیابی سطح سرمی پروتئین GDNF استفاده شد. پژوهش حاضر دارای کد اخلاق به شماره IR.UB.REC.1400.019 است.

روش آماری

آمار توصیفی برای بررسی شاخص‌های گرایش مرکزی به کار گرفته شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلیک بررسی شد. برابری واریانس‌ها به وسیله آزمون لون بررسی شد. برای بررسی وجود تفاوت بین مقادیر پیش‌آزمون گروه‌ها آنوا^۲ یکطرفه مستقل و

^۱ Huijgen

^۲ Anova

برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آنوا مرکب استفاده شد. همچنین به منظور بررسی تفاوت درون گروهی از آزمون تی وابسته استفاده شد. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار اسپس پی اس نسخه ۲۲ در سطح معناداری $P < 0/05$ انجام گرفت.

یافته‌های پژوهش

از همگنی گروه‌های تمرینی و کنترل پیش از شروع پروتکل تمرین در مورد ویژگی‌های جمعیت‌شناختی همچنین متغیرهای وابسته پژوهش اطمینان حاصل شد (جدول ۱).

جدول ۱. توصیف ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گروه‌ها

گروه	شاخص‌ها	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
کنترل بدون تمرین	میانگین و انحراف استاندارد	۶۴ ± ۷	۱۶۰ ± ۵	۲۰ ± ۱	۲۵ ± ۵
کنترل با تمرین	میانگین و انحراف استاندارد	۵۳ ± ۱۲	۱۶۰ ± ۴	۲۰ ± ۱	۲۱ ± ۲
توجه بیرونی	میانگین و انحراف استاندارد	۵۵ ± ۱۰	۱۶۰ ± ۵	۲۰ ± ۱	۲۱ ± ۹
توجه درونی	میانگین و انحراف استاندارد	۶۱ ± ۱۰	۱۶۱ ± ۶	۱۹ ± ۱	۲۳ ± ۶

میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته این پژوهش به تفکیک گروه‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار داده‌های آزمون استروپ و مقدار GDNF در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
GDNF (نانوگرم / میلی‌لیتر)	کنترل	۱/۳۲ ± ۰/۲۷	۱/۲۲ ± ۰/۶۴
	کنترل با اجرا	۱/۴۹ ± ۰/۲۹	۱/۴۶ ± ۰/۳۶
	توجه درونی	۱/۵ ± ۰/۳۱	۱/۲۵ ± ۰/۴۳
استروپ (صدم ثانیه)	توجه بیرونی	۱/۲ ± ۰/۲۵	۰/۹۵ ± ۰/۲۳
	کنترل	۱/۵۸ ± ۰/۳۶	۱/۶ ± ۰/۳۵
	کنترل با اجرا	۱/۵۹ ± ۰/۳۴	۱/۵۶ ± ۰/۱۴
	توجه درونی	۱/۶ ± ۰/۲۷	۱/۳ ± ۰/۰۵
	توجه بیرونی	۱/۶۲ ± ۰/۵۳	۱/۵ ± ۰/۳۴

برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. از آنجایی که نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان داد توزیع داده‌ها طبیعی است ($P > 0/05$)، برای بررسی تفاوت میانگین‌ها از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون لون، فرض برابری واریانس داده‌ها تأیید شد ($P > 0/05$).

آزمون ANOVA یکطرفه مستقل نشان داد بین مقادیر پیش‌آزمون GDNF ($P > 0.05$) و عملکرد شناختی ($P > 0.05$) گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد. هنگام مقایسه بین گروهی، نتایج آزمون آنوا مرکب 2×4 نشان داد بین گروه‌ها از نظر میزان GDNF ($P > 0.05$) و عملکرد شناختی ($P > 0.05$) تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آزمون آنوای مرکب برای بررسی تفاوت میانگین متغیرهای عملکرد شناختی و GDNF گروه‌ها

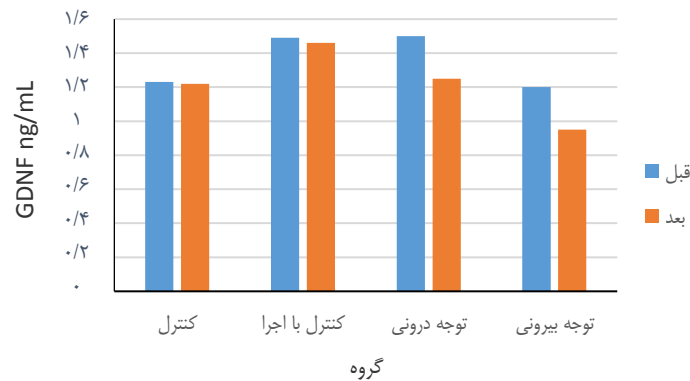
عملکرد شناختی	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
زمان	۰/۱۴۴	۱	۰/۱۴۴	۳/۷۵۳	۰/۰۶۸
گروه	۰/۲۰۹	۳	۰/۰۷۰	۰/۴۴۹	۰/۷۲
تعامل گروه و زمان	۰/۲۱۶	۳	۰/۰۷۲	۱/۸۷۵	۰/۱۶
GDNF					
زمان	۰/۶۱۸	۱	۰/۶۱۸	۲۴/۱۸۴	۰/۰۰۱
گروه	۱/۴۷۱	۳	۰/۴۹	۲/۹۳۴	۰/۰۶
تعامل گروه و زمان	۰/۰۰۱	۳	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۹۹

برای مقایسه درون گروهی، نتایج آزمون تی وابسته نشان‌دهنده تأثیر معنادار توجه بیرونی و مهارت دربیبل فوتسال بر سطح سرمی GDNF بود ($P = 0.01$). اما این نتایج بیانگر عدم معناداری توجه درونی و مهارت دربیبل فوتسال بر سطح سرمی GDNF بود ($P = 0.12$)، همچنین بر توجه درونی عملکرد شناختی نیز تأثیر معناداری نداشت ($P = 0.07$). همچنین توجه بیرونی بر عملکرد شناختی تأثیر معناداری نداشت ($P = 0.16$) (جدول ۴؛ شکل‌های ۲ و ۳).

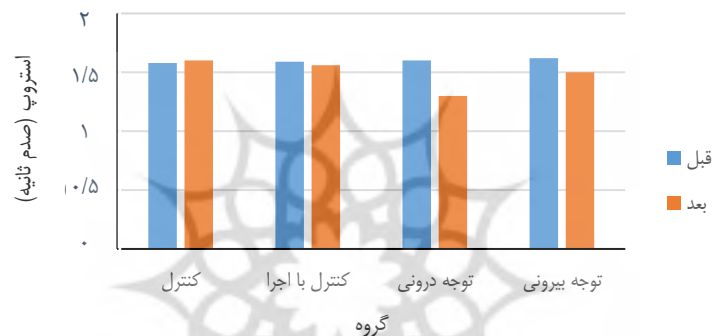
جدول ۴. نتایج آزمون تی وابسته گروه توجه درونی و بیرونی در شاخص GDNF و عملکرد شناختی

گروه	شاخص	مرحله آزمون	میانگین	انحراف استاندارد	P
توجه	GDNF	پیش‌آزمون	۱/۵	۰/۳۱	۰/۱۲
		پس‌آزمون	۱/۲۵	۰/۴۳	
درونی	عملکرد شناختی	پیش‌آزمون	۱/۶	۰/۲۷	۰/۰۷
		پس‌آزمون	۱/۳۰	۰/۰۵	
توجه	GDNF	پیش‌آزمون	۱/۲۰	۰/۲۵	۰/۰۱*
		پس‌آزمون	۰/۹۵	۰/۲۳	
بیرونی	عملکرد شناختی	پیش‌آزمون	۱/۶۲	۰/۵۳	۰/۱۶
		پس‌آزمون	۱/۵	۰/۳۴	

* تفاوت معنادار در سطح $P < 0.05$.



شکل ۲. تفاوت بین مقادیر پیش و پس از تمرین GDNF گروه‌ها؛ * تفاوت معنادار در سطح $P < 0.05$



شکل ۳. تفاوت بین مقادیر پیش و پس از تمرین عملکرد شناختی گروه‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر توجه درونی و بیرونی طی انجام مهارت دریبل فوتسال بر سطح سرمی GDNF و عملکرد شناختی در بین دختران مبتدی و کم‌تحرک بود. نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که توجه درونی مهارت دریبل فوتسال بر سطح سرمی GDNF تأثیر معناداری نداشته است.

عامل نوروتروفیک مشتق از سلول‌های گلیال مغز از انعطاف‌پذیری عصبی در سیستم عصبی عضلانی از کودکی تا بلوغ حمایت می‌کند. برای حفظ سیستم عصبی عضلانی سالم، یک منبع ثابت از عوامل نوروتروفیک برای حمایت از رشد و بلوغ نورون حرکتی مورد نیاز است. NFs با تشویق رشد آنها در طول رشد جنینی، حفظ تا بزرگسالی و بازسازی پس از آسیب، به بقای نورون‌های حرکتی در طول زندگی کمک می‌کنند. در بزرگسالان و سالمندان، NF به‌طور مستقل و هم‌افزا در ارتقای رشد و انعطاف‌پذیری عصبی سالم عمل می‌کند. در میان چندین NF شناخته‌شده، GDNF قوی‌ترین عامل نوروتروفیک در ارتقای بقای نورون حرکتی در شرایط درون‌سلولی و برون‌سلولی است. GDNF دارای ویژگی‌های نوروتروفیک است که در بافت عضله اسکلتی هدف بیان می‌شود، به‌صورت برگشت‌دهنده به سلول آکسون بدن

منتقل می‌سود و نورون‌های حرکتی را در طول عمر خود حفظ می‌کند. GDNF تا ۲۵۰۰ برابر قوی‌تر از سایر نوروتروفین‌ها است (گیورکز^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). ورزش یک راهبرد عملی برای بهبود شناخت و به تأخیر انداختن شروع زوال شناختی است. این یک تکنیک عملی، غیردارویی و کم‌هزینه است که به‌طور کامل بررسی شده است. نتایج تحقیقات نشان داده که تمرین هوازی، تمرین قدرتی یا ترکیبی از هر دو ساختار و عملکرد، رفتار و شناخت مغز را بهبود می‌بخشد (جاردیم^۲ و همکاران، ۲۰۲۱).

نتایج این تحقیق با نتایج برخی از تحقیقات همسوست. برای مثال محققین نشان دادند که چهار هفته دویدن داوطلبانه تغییری در بیان عامل نوروتروفیک مشتق از سلول‌های گلیال ایجاد نمی‌کند (مک کلو^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). این امکان وجود دارد که فعالیت بدنی حاد و کوتاه‌مدت مسیرهای بقای نورونی، مانند پروتئین کیناز فعال شده با میتوزن^۴ و فسفواپنوزیتید ۳-کیناز (PI3-K^۵) را فعال می‌کند که آغازگر تغییرات سریع در سیستم عصبی‌اند. احتمال دیگر می‌تواند این باشد که ورزش حاد استرس (کورتیزول) را کاهش می‌دهد که مشخص شده کاهش‌دهنده مقدار بیان نوروتروفیکی هستند. با این حال ممکن است ورزش مستمر قادر به ایجاد همان نقش محافظت نورونی در کاهش سطح کورتیزول نباشد. به‌نظر می‌رسد که سطح GDNF تحت تأثیر ورزش قرار نمی‌گیرد یا مداخله‌های طولانی‌مدت به بهبود قابل توجهی در سطوح این نوروتروف منجر می‌شود.

همچنین محققین در تحقیق خود تأثیر ورزش را در زنان مبتلا به ام. اس^۶ نشان دادند. تأثیر ورزش بر NT-۳ به وضعیت ناتوانی وابسته بود، به‌طوری‌که گروه‌های ورزشی با سطح پایین و معلولیت بالا در مقایسه با سایر شرایط تغییرات بارزتری داشت. ورزش تأثیری بر سطوح GDNF و CNTF نداشت (بنی‌طالابی و همکاران، ۲۰۲۰). در واقع، اگرچه تمرین‌های ورزشی سبب افزایش نوروتروفین‌ها در مغز می‌شود، ممکن است میزان این تغییر بسته به شدت و نوع تمرین ورزشی متفاوت باشد. احتمالاً این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که افزایش سطح فعالیت بدنی همچنین موجب افزایش سطوح گیرنده‌های GDNF می‌شود که سبب باند شدن این نوروتروفین‌ها به گیرنده‌های خود می‌شود و در نتیجه سطح سرمی آنها در خون بالا نخواهد بود. با این حال، مطالعات انسانی که فقط عامل GDNF را اندازه‌گیری کند، بسیار محدود است (آنگ و گامز پینیلا^۷، ۲۰۰۷).

نتایج بعضی از تحقیقات نیز با نتایج تحقیق حاضر مغایر است. طاهری و همکاران (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که تمرینات شدید تناوبی در موش‌ها توانست سطح GDNF و BDNF را افزایش دهد (طاهری و همکاران، ۲۰۱۴؛ ویانی^۸ و همکاران، ۲۰۱۳). مجموعه این شواهد مبین این هستند که تغییرات ایجادشده در نوروتروفین‌های مغز متعاقب تمرین تناوبی شدید در کنار سایر عوامل احتمالی دیگر ممکن است ناشی از افزایش عوامل پیش‌التهابی و فشار اکسایشی باشند، زیرا سطوح نوروتروفین‌ها و عوامل پیش‌التهابی و فشار اکسایشی افزایش مشابهی را متعاقب تمرین تناوبی شدید نشان دادند. با وجود این، شواهد مستقیمی که از این یافته حمایت کنند، در دست نیست. می‌توان گفت که شدت بالای تمرین بر عوامل نوروتروفیک آنها تأثیرگذار بوده است. از یافته‌های بالا می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات بدنی به‌صورت حاد و تک‌جلسه‌ای و با شدت بالا، سبب افزایش سطح GDNF می‌شود که با نتایج تحقیق ما غیرهمسوست و دلیل عمده آن می‌تواند ماهیت پروتکل تمرینی آنها باشد که برخلاف پروتکل این پژوهش به‌صورت حاد و تک‌جلسه‌ای و با شدت بالا بوده است. ویانی و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «فعالیت بدنی کوتاه‌مدت موجب افزایش سطوح پروتئین GDNF در نخاع موش‌های نر جوان و

1. Gyorkos

2. Jardim

3. McCullough

4. Mitogen-activated protein kinase (MAPK)

5. Phosphoinositide 3-kinase

6. Multiple Sclerosis

7. Ang & Gomez-Pinilla

8. Vianney

پیر می‌شود»، نشان دادند که دو هفته فعالیت بدنی، پروتئین GDNF را در نخاع موش‌ها تغییر می‌دهد (ویانی و همکاران، ۲۰۱۳). این نتایج نشان می‌دهند که محتوای GDNF موجود در نخاع موش‌ها به وسیله ورزش تغییر می‌کند. این تغییرات می‌تواند به علت زمان کوتاه انجام پروتکل تمرینی روی موش‌ها باشد که موجب تغییر در سطوح GDNF شده است. در تمرینات در زمان کوتاه و تک‌جلسه‌ای به نظر می‌رسد که به علت کم بودن گیرنده‌های جذب GDNF میزان این هورمون در خون زیاد است و این عامل موجب غیرهمسو بودن تحقیق آنان با تحقیق حاضر است.

نتایج همچنین نشان دادند توجه بیرونی مهارت در بیل فوتسال بر سطح سرمی GDNF به طور معناداری موجب کاهش شده است که این نتیجه با نتایج تحقیقات بانسی^۱ و همکاران (۲۰۱۳) و میرعالی (۲۰۱۶) همسوست. محققین در تحقیق خود اثر سه هفته تمرین استقامتی منظم در آب و خشکی بر سایتوکان‌ها^۲ و نوروتروفین در بیماران میانسال مبتلا به MS را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تغییرات سایتوکان‌ها و نوروتروفین بین دو گروه تمرین پس از برنامه‌های تمرین استقامتی تفاوت معناداری وجود ندارد. (بانسی^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). علت همسویی با تحقیق حاضر می‌تواند مدت تمرین باشد. نتایج تحقیق دیگری نشان می‌دهد که در پروتکل تمرینی در بیل فوتسال، گروه توجه بیرونی به طور معناداری نسبت به گروه توجه درونی عملکرد بهتری داشتند (میرعالی و همکاران، ۲۰۱۶). علت همسویی تحقیق حاضر با تحقیق میرعالی را می‌توان در تمرین و اثرگذاری توجه بیرونی دانست. محققین دیگر به این نتیجه رسیدند که کانون توجه درونی بر سرعت و دقت افراد مبتدی و نیمه‌ماهر اثرگذار است و کانون توجه بیرونی برای افرادی که ماهرند، مفیدتر است (لطفی و همکاران، ۲۰۰۹). این پژوهش به علت تأثیر متفاوت تمرین مشابه بر گروه مبتدی با پژوهش حاضر غیرهمسوست. تحقیق حاضر با استفاده از آزمودنی‌های مبتدی صورت گرفت که توجه بیرونی بر شاخص موردنظر ما اثرگذار بود. همچنین در ارزیابی و مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین آبی با شدت‌های گوناگون بر سطوح سرمی NGF و GDNF در زنان دچار ام. اس نشان داد شد هر دو پروتکل تمرین در آب با شدت‌های پایین و بالا سطوح NGF و GDNF را به طور معناداری در پایان مداخله در مقایسه با وضعیت پایه افزایش دادند (عسکری و همکاران، ۲۰۱۷) که با پژوهش حاضر غیرهمسوست.

در تحقیق حاضر در هر دو فرضیه مربوط به نوع توجه درونی یا بیرونی طی انجام مهارت در بیل فوتسال بر عملکرد شناختی، تفاوت معناداری مشاهده نشد و با جست‌وجوی انجام گرفته در منابع پژوهشی، تحقیقات زیادی در مورد تفاوت و تأثیر نوع توجه بر عملکرد شناختی یافت نشد. سطح بالایی از عملکرد شناختی برای ادغام و تفسیر اطلاعات حسی حرکتی ضروری برای حفظ تعادل در محیط روزمره حیاتی است. افراد با بالا رفتن سن اغلب از حافظه خود شکایت دارند. با این حال، در مقایسه با حافظه، سایر حوزه‌های شناختی مانند سرعت پردازش، عملکرد اجرایی و توجه بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند که می‌تواند بر عملکردهای حسی-حرکتی تأثیر بگذارد. عملکرد اجرایی و کمبود توجه با بدتر شدن عملکرد بدنی، مانند راه رفتن آهسته‌تر و تعادل ضعیف مرتبط است (تیلور^۴ و همکاران، ۲۰۱۹).

نتایج تحقیقات میرزابابایی و همکاران (۲۰۲۰) و شهبازی و همکاران (۲۰۱۷) با نتایج تحقیق حاضر همسوست. میرزابابایی و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان «تأثیر راهبردهای خودتنظیمی بر سطوح سرمی GDNF، عملکرد شناختی و اکتساب مهارت شوت سه‌گام هندبال روی پسران» انجام دادند. پس از انجام پروتکل تمرینی در ۱۵ جلسه نتایج نشان داد که فعالیت بدنی به همراه استفاده از راهبردهای فراشناختی بر سطوح سرمی GDNF و همچنین بر عملکرد شناختی تأثیر معناداری نداشت (میرزابابایی و همکاران، ۲۰۲۰). شهبازی و

1. Bansi

3. Bansi

2. Cytokine

4. Taylor

همکاران تحقیقی روی دختران و پسران غیرورزشکار برای مقایسه میزان تمرکز، توجه و BDNF ناشی از اعمال تمرین استقامتی انجام دادند. پس از ۱۵ جلسه تمرین نتایج نشان داد که تمرین استقامتی موجب افزایش معنادر میزان BDNF هر دو گروه دختران و پسران شد، ولی زمان پاسخ به آزمون استروپ، فقط در گروه پسران به صورت معناداری کاهش یافت (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد سطح بالای استرس در بین دختران موجب آن شود که نتوانند عکس‌العمل مناسبی را از خود در زمان انجام آزمون موردنظر نشان دهند. از نتایج ناهمسو با تحقیق حاضر پژوهشی است که در آن اثر مداخله تمرین بدنی را بر عملکرد شناختی و عامل نوروتروفیک مشتق از مغز بر روی کودکان مبتلا به اختلال نارسایی توجه/ فزون‌کنشی، بررسی کردند و نشان داد که برنامه‌های ورزشی سازمان‌یافته به بهبود عملکرد شناختی و عامل نوروتروفیک مشتق از مغز کودکان مبتلا به ADHD کمک می‌کند (معمارمقدم و همکاران، ۲۰۱۸). در یک مطالعه ۸ جلسه‌ای روی ۲۰ نفر از بازیکنان تنیس روی میز مشاهده شد که تمرینات شناختی (کنترل اجرایی توجه، زمان واکنش) بر کارایی شبکه عصبی و سرعت پردازش اثر مثبتی دارد (فتیحی و همکاران، ۲۰۱۴). این غیرهمسویی می‌تواند به علت ماهیت تمرینات موردنظر باشد.

از آنجایی که اثر متغیرهای توجه بیرونی و درونی بر عملکرد شناختی و عامل نوروتروفیک GDNF به صورت همزمان با انجام فعالیت بدنی کمتر بررسی شده است، از این رو بحث مربوطه به پژوهش‌های نزدیک‌تر به این موضوع ارجاع داده شده است. برای نمونه پژوهشی بر روی عامل نوروتروفیک مشتق از سلول‌های گلیال کودکان ADHD و افراد سالم نشان داده است که GDNF در کودکان مبتلا به ADHD افزایش داشته و همبستگی مثبت و معناداری با نمره کم‌توجهی در بیماران دارد (شیم^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین با توجه به تحقیقاتی که پیشتر انجام شده است (ساروات و همکاران، ۲۰۲۲؛ طاهری و همکاران، ۲۰۱۴؛ رمضان‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۶) شدت و ماهیت پروتکل تمرینی می‌تواند عاملی مهم برای اثرگذاری بر میزان غلظت نوروتروفین‌ها در عملکرد شناختی باشد. این امر طبق تحقیقات بسیاری از محققان از جمله (دانا و همکاران، ۲۰۱۹؛ معمارمقدم و همکاران، ۲۰۱۸؛ شهبازی و همکاران، ۲۰۱۶؛ راشکی و همکاران، ۲۰۱۶؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۸) موجب شده تا اثر معنادار متفاوتی در پژوهش‌ها بر عملکرد شناختی گزارش شود. بررسی اثر نوع توجه بر عملکرد شناختی به علت محدودیت‌های مالی و عدم امکان اندازه‌گیری تغییر در سایر عوامل نوروتروفیکی و گیرنده‌های آنها در پژوهش حاضر از جمله مسائل و مشکلاتی بود که امید می‌رود در پژوهش‌های آتی رفع شود.

بر اساس نتایج این پژوهش، توجه بیرونی طی انجام مهارت دریبل فوتسال بر سطح سرمی GDNF اثر معناداری داشت. اما در خصوص عملکرد شناختی با وجود بهبود آن، از نظر آماری این تأثیر معنادار نبود. از طرفی توجه درونی طی انجام مهارت دریبل فوتسال موجب تعدیل کمی در سطح سرمی GDNF و بهبود عملکرد شناختی شد و این بهبود از نظر آماری معنادار نبود. از این رو پیشنهاد می‌شود برای اثرگذاری بهتر فعالیت‌های جسمانی بر پروتئین‌های مغزی و در نتیجه عملکرد شناختی بهتر و همچنین یادگیری بهتر مهارت، مرئیان توجه یادگیرندگان را در حین انجام مهارت دریبل، به بدن خود معطوف کنند.

تقدیر و تشکر

از تمام آزمودنی‌هایی که در مراحل انجام این تحقیق همکاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

^۱. Shim

References

- Ang, E. T., Gomez-Pinilla, F. (2007). Potential therapeutic effects of exercise to the brain. *Curr Med Chem.* 2227, 7-14:2564. <https://doi.org/10.2174/092986707782023280>
- Askari, A., Lamir, A. R., Bijeh, N., & Moghadam, M. M. (2017). Effect of 8-Week Aquatic Training and Resistance Training on Plasma NT-4 Levels and NT-4 Expression in Peripheral Blood Mononuclear Cells in Women with Multiple Sclerosis. *Medical Laboratory Journal*, 11(6). <https://doi.org/10.29252/mlj.11.6.1> (In Persian)
- Banitalebi E, Ghahfarrokhi MM, Negaresh R, Kazemi A, Faramarzi M, Motl RW, et al. (2020). Exercise improves neurotrophins in multiple sclerosis independent of disability status. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*. 43:102143. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2020.102143> (In Persian)
- Bansi, J., Bloch, W., Gamper, U., & Kesselring, J. (2013). Training in MS: influence of two different endurance training protocols (aquatic versus overland) on cytokine and neurotrophin concentrations during three week randomized controlled trial. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 19(5), 613–621. <https://doi.org/10.1177/1352458512458605>
- Baron, I., S. (2018). *Neuropsychological evaluation of the child*. New York: Oxford University Press.
- Conn K-A, Burne THJ, Kesby, JP (2020). Subcortical Dopamine and Cognition in Schizophrenia: Looking Beyond Psychosis in Preclinical Models. *Front. Neurosci*, 14:542. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00542>
- Dan R, Růžicka F, Bezdicek O, et al. (2019). Impact of dopamine and cognitive impairment on neural reactivity to facial emotion in Parkinson's disease. *Eur Neuropsychopharmacol*, 29(11):1258-1272. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2019.09.003>
- Dana, A, Falah ZA, Moradi J, Qalavand A. (2019). Effect of cognitive and aerobic exercise on cognitive, motor function and level of brain-derived neurotrophic factor in elderly men. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 10 (4): 537-552. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2018.252689.1352> (In Persian)
- Diechmann, M. D., Campbell, E., Coulter, E., Paul, L., Dalgas, U. G., Hvid, L. G. (2021). Effects of exercise training on neurotrophic factors and subsequent neuroprotection in person with multiple sclerosis- A systematic review and meta-analysis. *Brain sci*. 12:11(11):1499. <https://doi.org/10.3390/brainsci11111499>
- Fathi Rezaei, Z, Farsi, A, Waez Mousavi, S.M.K. (2014). The effect of cognitive training on the performance of the executive control network of attention and processing speed (with Heb theory approach). *Modern psychological research*. 9 (36): 99-76. (In Persian)
- Gyorkos A. M., McCullough M. J., Spitsbergen J. M. (2014). “Glial cell line-derived neurotrophic factor (GDNF) expression and NMJ plasticity in skeletal muscle following endurance exercise”. *Neuroscience*, 257:111–118. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.10.068>
- Huijgen, B. C., Elferink-Gemser, M. T., Post, W., & Visscher, C. (2010). Development of dribbling in talented youth soccer players aged 12-19 years: a longitudinal study. *Journal of sports sciences*, 28(7), 689–698. <https://doi.org/10.1080/02640411003645679>
- Jardim N. Y. V., Bento-Torres N. V. O, Costa V. O. et al. (2021). “Dual-task exercise to improve cognition and functional capacity of healthy older adults.” *Frontiers in Aging. Neuroscience*, 16:13:589299. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.589299>
- Kershner, A. L., Fry, A. C., & Cabarkapa, D. (2019). External Focus of Attention Instructions on Countermovement Jump Variables in NCAA Division I Student-Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 33(6), 1467–1473. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003129>
- Lotfi, M., Khazaei, A., Taheri, H. (2009). Investigating the effect of external and internal focus training instructions on the stages of learning dribble football skills. (2018). *Master Thesis. Razi University*. (In Persian)
- McCullough, M. J., Gyorkos, A. M., Spitsbergen, J. M. (2011). Short-term exercise increases GDNF protein levels inspinal cord of young and old rats. *Neuroscience*. 14; 240: 258–268. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.02.063>
- Memarmoghaddam, M., Taheri Torbati, H., & Kashi, A. (2018). The Effect of Exercise Intervention on Cognitive Function and Brain-Derived Neurotrophic Factor in Children with Attention Deficit

- Hyperactivity Disorder. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 10(2), 227-242. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2018.244615.1313> (In Persian)
- Memmert, D. (2009). Pay attention! A review of visual attentional expertise in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2: 119-138.. <https://doi.org/10.1080/17509840802641372>
- MirAli, H., Khalaj, H., Khajavi, D. (2016). The effect of focus instructions with secondary homework on the performance of children's futsal dribbles. *Master Thesis. Arak University*. (In Persian)
- Mirzababaei, S., Khavari Khorasani, L, Fallah Yakhdani H. (2020). The effect of self-regulatory strategies on serum GDNF levels, cognitive function, and acquisition of Three-step Handball shooting skill. *Journal of Sport and Biomotor Sciences*, 24 (24):42-54. (In Persian)
- Mohamadi Molod S, Heidarian Pour A, Shokri E. (2018).Effect of Submaximal Endurance Training on Serum Concentration of Brain-derived Neurotrophic Factor and Attention Function in Boys with Attention Deficit Hyperactivity Disorder(ADHD). *J Arak Uni Med Sci*; 21 (2) :97-106
- POpova, N.K., Ilchibaeva, T.V. & Naumenko, V.S. (2017). Neurotrophic factors (BDNF and GDNF) and the serotonergic system of the brain. *Biochemistry Moscow*, 82, 308–317. <https://doi.org/10.1134/S0006297917030099>
- Ramazan Nejad, I, Fathi M.(2016, June).Acute effect of aerobic and anaerobic activity on serum BDNF and accuracy of Bojnourd girls basketball players. *The first conference on the application of science in physical education and sports industry*, 10-27. (In Persian)
- Rashki, Z., Samadi, A., Nasiri, I. (2016). Comparison of the effect of two patterns of exercise (simple and complex) on serum levels of brain-derived nerve growth factor and cognitive function in female students. *Master Thesis. Shahed University.Tehran*. (In Persian)
- Sarvat, S., Sabaghi, A., Yosofvand, N., Ebrahim, B. (2022) Effects of Physical Training in Different Modes on Cognitive Function and GNDF Level in Old Mice. *Neurophysiology*, 53:132–139. <https://doi.org/10.1007/s11062-022-09924-w>
- Shahbazi, M., Samadi, A., Nemati, Z., & Shayan Nooshabadi, A. (2017). A Compareson of Focus of Attention and BDNF Caused by Endurance Exercise in Non-Athlete Boys and Girls. *Journal of Sport Biosciences*, 9(1), 143-155. <https://doi.org/doi:10.22059/jsb.2017.61940> (In Persian)
- Shayan, A., Bagherzadeh, F., Shahbazi, M., Chobineh S. (2015). The effect of two types of sports activities (endurance and resistance) on the amount of attention and nerve growth factor derived from the brain of sedentary students. *Journal of Sports and Motor Development and Learning*, 6 (4): 452- 433. <https://doi.org/10.22059/jmlm.2015.52768> (In Persian)
- Shim, S. H., Hwangbo, Y., Yoon, H. J., Kwon, Y. J., Lee, H. Y., Hwang, J. A., & Kim, Y. K. (2015). Increased levels of plasma glial-derived neurotrophic factor in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Nordic journal of psychiatry*, 69(7), 546–551. <https://doi.org/10.3109/08039488.2015.1014834>
- Taheri Chadorneshin, H., Esmail Afzalpour, M., Foadoddini, M., Abtahi, H. (2015). The Effect of high intensity intermittent trainings on brain-derived neurotrophic factor and glial cell line-derived neurotrophic factor levels in brain of rats. *Quarterly Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 22 (1):180-188. (In Persian)
- Taylor, M. E. S. Boripuntakul, B. Toson, et al., (2019). “The role of cognitive function and physical activity in physical decline in older adults across the cognitive spectrum,” *Aging & Mental Health*, 23(7): 863–871. <https://doi.org/10.1080/13607863.2018.1474446>
- Vianney, J. M., Mccullough, M.J., Gyorkos, A.M. & John M. Spitsbergen. (2013). Exercise-dependent regulation of glial cell line-derived neurotrophic factor (GDNF) expression in skeletal muscle and its importance for the neuromuscular system. *Frontiers in Biology*, 8:101-108. <https://doi.org/10.1007/s11515-012-1201-7>
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes ‘expert’ in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24: 812-826. <https://doi.org/10.1002/acp.1588>