2025, Volume 2, Number 1

Functional Research in
Sport Psychology

The Effect of Dynamic Yard Exercises on Motor Skills and Executive Functions of Overweight Girls

Elaheh Azadian [1]

1. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 07 Feb 2025
Received in revised form
10 March 2025
Accepted 26 March 2025
Available online 30
March 2025

Keywords:
Dynamic yard.
Executive function,
Motor performance,
Overweight,

ABSTRACT

Objective: The impact of modern life has led to increased sedentary behavior and reduced physical activity among children. One of the most accessible solutions in schools or urban public spaces is the creation of dynamic yard. This study aimed to investigate the effects of 32 sessions of dynamic yard training on the motor and cognitive performance of overweight 10-year-old girls.

Method: Participants included 30 overweight 10-year-old girls selected randomly from schools in Hamedan based on their Body Mass Index (BMI). Physical performance was assessed using the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT-2), while executive functions were evaluated using the Stroop Test and Simple Reaction Time Test. Analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare the results.

Results: The findings indicated that dynamic playground exercises significantly improved subscales of running speed and balance ($p < 0.05$). Additionally, after the intervention, there was an increase in the number of correct responses and a decrease in the number of unanswered stimuli in both the reaction time and Stroop tests ($p < 0.05$).

Conclusions: The results of this study suggest that dynamic playground exercises can significantly enhance components of executive functions and motor skills in overweight 10-year-old girls. By integrating cognitive and motor challenges in an engaging and interactive environment, these exercises promote physical activity and positively impact cognitive and motor performance in children.

Cite this article: Azadian, E. The Effect of Dynamic Yard Exercises on Motor Skills and Executive Functions of Overweight Girls. *Functional Research in Sport Psychology*, 2025:2(1):1-13. 10.22091/FRS.2024.11143.1000

© The Author(s).

Publisher: University of Qom.
DOI: 10.22091/FRS.2024.11143.1000

Extended Abstract

Introduction

The increasing prevalence of childhood obesity has emerged as a serious public health concern, with profound implications for children's overall health and development (1). Recent research suggests that the increasing rates of childhood obesity are linked to a variety of lifestyle factors, including decreased physical activity and increased sedentary behaviors, that have become more prevalent in modern society (2). According to the World Health Organization (WHO), the global prevalence of childhood obesity has increased from 4% in 1975 to approximately 18% in recent years, affecting more than 340 million children and adolescents aged 5–19 years worldwide (3, 4).

Research suggests that obese children are more likely to have deficits in both gross and fine motor skills compared to their normal-weight peers (5). This decline in motor skill performance can limit their ability to participate in physical activities, creating a cycle of inactivity and weight gain (6). Studies have also shown that mechanical limitations caused by excess weight can have a negative impact on motor control and coordination (7-10), balance and agility (11), and in addition, reduce self-esteem and increase social isolation (12).

In addition, some studies have provided evidence that indicates a negative association between excess weight and cognitive function (13). These associations have also been observed with different cognitive domains such as learning and memory abilities (14). Cognitive functions, especially executive functions, are closely related to motor performance. Individuals with severe obesity have shown poorer performance in tasks that require motor planning, processing speed, attention and inhibition (15). The integration of cognitive and motor functions depends on an extensive network in the frontal region of the brain that is essential for performing various executive functions. Disturbances in this network can lead to problems in cognitive and motor functions (16). However, some studies have reported conflicting evidence that, according to the "obesity paradigm," obese individuals may perform similarly or better than normal-weight individuals in executive functions (17).

Perceptual-motor skills are a complex and multidimensional set of developmental abilities in children that have two main aspects: perception and movement. The acquisition of these abilities is an important element in successful athletic performance (18). The quality of motor performance depends on sensory integration, which is influenced by the correct perception of information from the environment and the ability of the individual to interpret and integrate this information into the nervous system. Sensory integration is a complex neural process whose final product is known as the basis for motor and perceptual development in children (19). Perceptual-motor skills are influenced by many factors such as age, gender, maturity, family socioeconomic status, etc. Some studies have shown that opportunities for children to practice and exercise have an impact on the development of perceptual-motor skills, and therefore these skills can be taught and improved (18).

Some studies on the effects of motor training have shown that interventions that focus on increasing physical activity levels and developing motor skills can improve motor skills in overweight children by creating a supportive environment. Some studies have shown that structured exercise interventions that focus on fundamental motor skills, such as moving and controlling objects, have produced significant improvements in motor abilities in overweight children (20, 21). Other studies include dynamic and static balance exercises, which have shown a significant positive effect on balance skills in these individuals (22). The use of active video games has also been effective in improving specific motor skills, such as throwing and catching, in overweight children (23).

Despite these findings, there is still little research on the effects of exercise programs on the motor and cognitive development of overweight children, especially during childhood. This study intends to use environmental interventions with an emphasis on games available in a dynamic yard. In a dynamic yard, purposeful shapes are designed on the ground to practice fundamental motor skills and also develop physical fitness of students (24, 25). Therefore, this study was conducted to investigate the effects of a dynamic yard on perceptual-motor skills and cognitive performance of 10-year-old overweight children.

Method: The present study was a semi-experimental study conducted in the field. The research design included a pre-test and post-test using two experimental and control groups. Participants: The statistical population included all overweight female students in the fourth grade of elementary school studying in schools in Hamedan. Using G-Power software with a power of 80% and an alpha of 0.05,

the minimum number of students in each group was estimated to be 30 (26). Among all elementary schools, two schools were selected in a multi-stage cluster. Then, 15 students from one school were selected as the experimental group and 15 students from the other school were selected as the control group. The inclusion criteria for both groups were age of about 10 years and being overweight, and the exclusion criteria were inability to perform the pre-post-test, the presence of diseases and neuromuscular and orthopedic problems that affect the execution of movements. The consent form was signed by the parents of the students.

Results: The results of the BOT-2 test are shown in Table 3. According to the results of the covariance test, the implementation of dynamic yard exercises led to improvements in some perceptual-motor skills. According to the results, the experimental group showed significant improvements in the subscales of running speed and agility ($p=0.035$), balance ($p=0.046$), and total score ($p=0.042$) after the exercises. The results of the covariance test after adjusting the means showed that the dynamic yard exercises caused a decrease in response time ($p=0.018$) and a decrease of more than 100 percent in the number of no-response stimuli ($p<0.001$) in the experimental group. Also, in the subscale of compatible stimuli of the Stroop test, after the exercises, the number of correct responses increased by about 34 percent ($p=0.015$) and the number of no-response stimuli decreased by 38 percent ($p=0.009$). In the incongruent stimuli subscale, the number of correct responses increased by about 25% ($p=0.034$) and the number of unresponsive stimuli decreased by about 37% ($p=0.012$). The interference score also decreased significantly by about 60% ($p=0.008$).

Conclusion: The findings of this study indicate that dynamic training in the school yard significantly improved motor skills in overweight 10-year-old girls. These improvements were observed in running speed and balance, as well as in the overall score of the BOT-2 test. The improvement in balance, in particular, indicates the potential of dynamic training in the yard to enhance postural control and stability, which are critical for general motor skills and injury prevention.

The results of this study are consistent with previous research that has shown the benefits of physical activity for the development of motor skills in children. Some of these studies have shown that structured physical activity programs can improve balance, coordination, and agility in overweight and obese children (20, 21). The findings of this study on the effect of dynamic training were also consistent with the results of Babakhani et al. (2022) (25). The significant improvements in running speed and balance after dynamic yard exercises suggest that these activities may promote the development of motor skills by providing a sensorimotor-rich environment. These activities typically involve varied and unpredictable movements that may help develop motor planning, coordination, and adaptability. These findings are consistent with the principles of ecological dynamics, which emphasize the importance of task variety and interaction with the environment in learning skills. From an ecological perspective, all experiences that children encounter from birth contribute to strengthening the person-environment relationship and are considered learning experiences (28). The school environment plays a significant role in providing constructive learning opportunities that increase cognitive flexibility and prepare students to effectively deal with the most complex tasks (29).

The findings of this study on the effect of dynamic yard exercises indicated a significant effect of these exercises on executive functions. The increase in the number of correct responses indicates an improvement in decision-making and planning efficiency, and the significant reduction in unresponsive stimuli may indicate the effect of the exercises on increasing the concentration of these individuals. These factors are especially important for overweight children, because according to previous studies, this group often faces deficits in executive function, including reduced information processing speed and concentration and attention (30, 31). These results were in line with studies that emphasize the role of physical activity on cognitive and motor performance in overweight children (32). The results of the Stroop test also confirm the cognitive benefits of dynamic yard exercises. The increase in correct responses and the reduction in unresponsive stimuli in both the congruent and incongruent stimuli subscales indicate improvements in selective attention, cognitive flexibility, and inhibitory control. The significant reduction in the interference score may also indicate a reduction in the impact of contradictory information on movement execution and indicates an improvement in the ability to manage cognitive interference. These findings are consistent with the principles of cognitive-motor integration, which states that physical activities that require complex movements and decision-making can stimulate neural pathways associated with executive functions (33, 34). A dynamic playground is an environment that is constantly available to children without the need for sports equipment. In general, enriching children's

environments in terms of sensory, social, and physical stimuli provides new experiences, mental and motor challenges, and opportunities for interaction and learning. Research has shown that exposure to such environments can have a positive effect on brain development and improve cognitive and motor functions (35). One mechanism that can explain these changes in the nervous system is increased neuroplasticity, which means the creation of new neural connections and strengthening existing networks in the brain. This process helps the brain learn better and adapt to new conditions (36).

Keywords: Dynamic yard, Executive function, Motor performance, Overweight,

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was conducted with applied goals and in compliance with all research guidelines and ethical principles regarding participants, including informed voluntary consent, the right to withdraw from the study if desired, and the protection of confidential information of the subjects.

Funding

No financial support was received from public, commercial, or non-governmental funding sources during this study.

Authors' contribution

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the present study.

تأثیر تمرینات حیاط پویا بر مهارت‌های حرکتی و کارکردهای اجرایی دختران با اضافه وزن

الهه آزادیان ✉

۱. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۰۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۱۰

کلیدواژه‌ها:
اضافه وزن،
حیاط پویا
کارکردهای اجرایی،
مهارت حرکتی،

چکیده

هدف

تاثیر زندگی مدرن موجب افزایش مدت زمان نشستن در کودکان و کاهش فعالیت بدنی گردیده است. یکی از در دسترس‌ترین امکانات در هر مدرسه یا فضای عمومی شهری ایجاد حیاط پویا است. هدف این مطالعه بررسی تاثیر ۳۲ جلسه تمرینات حیاط پویا بر عملکرد حرکتی و شناختی دختران ده ساله دارای اضافه وزن بود.

روش پژوهش

شرکت‌کنندگان این مطالعه شامل ۳۰ دختر ده ساله دارای اضافه وزن بود که بر اساس شاخص توده بدنی (BMI) و به صورت تصادفی از مدارس شهر همدان انتخاب شدند. عملکرد جسمانی این افراد با استفاده از آزمون برونینکس-ازوروتسکی (BOT-2) ارزیابی شد. کارکردهای اجرایی نیز با استفاده از آزمون استروپ و زمان واکنش ساده مورد سنجش واقع گردید. برای مقایسه نتایج از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد.

یافته‌ها

طبق نتایج، تمرینات حیاط پویا توانست موجب افزایش معنی‌دار در خرده مقیاس‌های سرعت دویدن و تعادل گردید ($p<۰/۰۵$). همچنین بعد از تمرینات، افزایش تعداد پاسخ‌های صحیح و کاهش تعداد محرک‌های بی‌پاسخ در هر دو آزمون زمان واکنش و آزمون استروپ، مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$).

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد، تمرینات حیاط پویا می‌تواند به‌طور قابل توجهی اجزای کارکردهای اجرایی و مهارت‌های حرکتی را در دختران ده‌ساله دارای اضافه وزن بهبود بخشد. این تمرینات با ادغام چالش‌های شناختی و حرکتی در یک محیط جذاب و تعاملی موجب افزایش فعالیت‌های جسمانی و در نتیجه تاثیر مثبت بر عملکرد شناختی و حرکتی این کودکان داشته است.

استناد: آزادیان، الهه. تأثیر تمرینات حیاط پویا بر مهارت‌های حرکتی و کارکردهای اجرایی دختران با اضافه وزن. *مطالعات عملکردی در روانشناسی ورزشی*،۱۴۰۴: ۲ (۱)، ۱-۱۳.

DOI: 10.22091/FRS.2024.11143.1000

ناشر: دانشگاه قم.

© نویسندگان.

مقدمه

افزایش شیوع چاقی در کودکان به عنوان یک نگرانی جدی در حوزه بهداشت عمومی مطرح شده است و تأثیرات عمیقی بر سلامت کلی و رشد کودکان دارد (۱). تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که افزایش نرخ چاقی در میان کودکان با عوامل مختلف سبک زندگی از جمله کاهش فعالیت بدنی و افزایش رفتارهای بی‌تحرک که در جامعه مدرن شایع‌تر شده‌اند، مرتبط است (۲). طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، شیوع جهانی چاقی در کودکان از ۴٪ در سال ۱۹۷۵ به حدود ۱۸٪ در سال‌های اخیر افزایش یافته و بیش از ۳۴۰ میلیون کودک و نوجوان در گروه سنی ۵ تا ۱۹ سال را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده است (۳, ۴).

تحقیقات نشان می‌دهند که کودکان چاق معمولاً نسبت به همتایان با وزن طبیعی خود دچار نقص در اجرای مهارت‌های حرکتی درشت و ظریف هستند (۵). این کاهش در سطح اجرای مهارت‌های حرکتی می‌تواند توانایی آن‌ها را برای شرکت در فعالیت‌های بدنی محدود کرده و چرخه‌ای از بی‌تحرکی و افزایش وزن ایجاد خواهد شد (۶). همچنین مطالعات نشان داده‌اند که محدودیت‌های مکانیکی ناشی از اضافه وزن می‌توانند تأثیر منفی بر کنترل و هماهنگی حرکتی (۷–۱۰)، تعادل و چابکی (۱۱) داشته باشد و بعلاوه موجب کاهش عزت نفس و افزایش انزوای اجتماعی گردد (۱۲).

علاوه بر این، برخی از پژوهش‌ها شواهدی ارائه کرده‌اند که نشان‌دهنده ارتباط منفی بین اضافه وزن و عملکرد شناختی می‌باشد (۱۳). همچنین این ارتباطها با حوزه‌های مختلف شناختی مانند توانایی‌های یادگیری و حافظه نیز مشاهده شده است (۱۴). عملکردهای شناختی، به ویژه کارکردهای اجرایی، ارتباط نزدیکی با اجرای حرکتی دارند. افراد با چاقی مفرط در انجام تکالیفی که نیازمند برنامه‌ریزی حرکتی، سرعت پردازش، توجه و بازداری می‌باشند، عملکرد ضعیف‌تری را نشان داده‌اند (۱۵). یکپارچگی عملکردهای شناختی و حرکتی به شبکه‌ای وسیع در ناحیه پیشانی مغز وابسته است که برای انجام کارکردهای اجرایی مختلف ضروری است. اختلالات در این شبکه می‌تواند منجر به مشکلاتی در عملکردهای شناختی و حرکتی شود (۱۶). با این حال، برخی تحقیقات شواهد متناقضی گزارش کرده‌اند که طبق "پارادایم چاقی"، افراد چاق ممکن است عملکردی مشابه یا بهتر از افراد با وزن نرمال در کارکردهای اجرایی داشته باشند (۱۷).

مهارت‌های ادراکی– حرکتی مجموعه‌ای پیچیده و چندبعدی از توانایی‌های رشدی در کودک است که دارای دو جنبه اصلی ادراک و حرکت می‌باشد. کسب این توانایی‌ها، عنصر مهمی در عملکرد ورزشی موفق است (۱۸). کیفیت عملکرد حرکتی به یکپارچگی حسی وابسته است که تحت تاثیر ادراک صحیح اطلاعات از محیط و قابلیت فرد برای تفسیر و ادغام این اطلاعات در سیستم عصبی می‌باشد. یکپارچگی حسی فرآیندهای عصبی پیچیده‌ای است که محصول نهایی این فرایند، به عنوان پایه رشد حرکتی و ادراکی در کودکان شناخته می‌شود (۱۹). مهارت‌های ادراکی–حرکتی از عوامل بسیاری همچون سن، جنس، بلوغ، وضعیت اجتماعی– اقتصادی خانواده و غیره تأثیر می‌پذیرد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که فرصت‌هایی که کودکان برای تمرین و ورزش در اختیار دارند، بر رشد مهارت‌های ادراکی– حرکتی موثر است و بنابراین این مهارت‌ها قابل آموزش و ارتقا هستند (۱۸).

برخی مطالعات در مورد تاثیر تمرینات حرکتی نشان داده‌اند مداخلاتی که بر ارتقای سطح فعالیت بدنی و توسعه مهارت‌های حرکتی تمرکز دارند، با ایجاد یک محیط حمایتی می‌توانند موجب بهبود مهارت‌های حرکتی در کودکان دارای اضافه وزن شوند. برخی مطالعات نشان داده‌اند مداخلات ورزشی ساختارمند که بر مهارت‌های حرکتی بنیادی مانند مهارت‌های جابه‌جایی و کنترل اشیاء تمرکز دارند، بهبودهای قابل توجهی در توانایی‌های حرکتی در کودکان دارای اضافه وزن ایجاد کرده‌اند (۲۰, ۲۱). مطالعات دیگری تمرینات تعادل پویا و ایستا را دربر می‌گیرند، که تاثیر مثبت قابل توجهی در مهارت‌های تعادلی این افراد نشان داده‌اند (۲۲). همچنین استفاده از بازی‌های ویدیویی فعال به‌طور مؤثر در بهبود مهارت‌های حرکتی خاص مانند پرتاب و گرفتن در کودکان اضافه وزن عمل کرده است (۲۳).

با وجود این یافته‌ها، هنوز در مورد تأثیر برنامه‌های ورزشی بر رشد حرکتی و شناختی کودکان مبتلا به اضافه وزن به ویژه در دوران کودکی تحقیقات کمی وجود دارد. این مطالعه در نظر دارد از مداخلات محیطی با تاکید بر بازی‌های موجود در حیاط پویا استفاده کند. در حیاط پویا از طراحی اشکال هدفمند بر روی زمین به منظور تمرین مهارت‌های حرکتی بنیادی و همچنین توسعه آمادگی جسمانی دانش آموزان، استفاده می‌شود (۲۴, ۲۵). بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تاثیر حیاط پویا بر مهارت‌های ادراکی–حرکتی و عملکرد شناختی کودکان ۱۰ ساله دارای اضافه وزن اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

طرح پژوهش: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود که به صورت میدانی اجرا شد. طرح تحقیق شامل پیش‌آزمون – پس‌آزمون با استفاده از دو گروه تجربی و کنترل بود.

شرکت کننده‌ها: جامعه آماری شامل تمامی دانش‌آموزان دختر دارای اضافه وزن پایه چهارم ابتدائی شاغل به تحصیل در مدارس شهر همدان بود. با استفاده از نرم‌افزار **G-Power** با توان ۸۰ درصد و آلفای ۰/۰۵ حداقل تعداد نفرات هر گروه ۳۰ نفر تخمین زده شد (۲۶). از بین کلیه مدارس ابتدایی دو مدرسه به صورت خوشه‌ای چند مرحله‌ای انتخاب شد. سپس ۱۵ دانش‌آموز، از یک مدرسه به عنوان گروه تجربی و ۱۵ دانش‌آموز از مدرسه دیگر، به عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. ملاک ورود برای هر دو گروه، سن حدود ۱۰ سال و داشتن اضافه وزن و ملاک خروج عدم توانایی در انجام پیش–پس‌آزمون، وجود بیماری و مشکلات عصبی–عضلانی و ارتوپدیکی که بر اجرای حرکات تاثیر داشته باشد. فرم رضایت‌نامه توسط والدین دانش‌آموزان امضا شد.

ابزار اندازه گیری:

آزمون های آنتروپومتری

جهت تشخیص اضافه وزن و چاقی، از صدک نمایه توده بدنی استفاده شد. ابتدا وزن بدن به کیلوگرم (kg) با دقت ۰/۱ کیلوگرم با استفاده از ترازوی الکترونیکی اندازه‌گیری شد و قد به سانتی‌متر (cm) با استفاده از استادیومتر هارپندن اندازه‌گیری گردید. شاخص توده بدنی (BMI) به صورت کیلوگرم بر متر مربع (kg/m^2) محاسبه شد. با توجه به این که نمایه توده بدنی در سنین پایین به تنهایی شاخص مناسبی برای نشان دادن اضافه وزن نیست، از صدک BMI تنظیم شده توسط مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری های آمریکا تدوین شده در سال ۲۰۰۰، استفاده شد (BMI واقع در صدک۸۵ تا ۹۵، به عنوان اضافه وزن، و بالاتر از ۹۵، به عنوان چاق تعریف شد) (۲۷). در تحقیق حاضر، با توجه به سن آزمودنی‌ها، نمایه‌ی توده بدنی همه آنها بالاتر از صدک ۸۵ قرار داشت.

آزمون مهارت‌های ادراکی–حرکتی برونینیکس اوسرستکی

آزمون مهارت‌های حرکتی برونینیکس اوسرستکی، ویرایش دوم برای ارزیابی مهارت‌های حرکتی در افراد بین ۴ تا ۲۱ سال طراحی شده است. این مجموعه آزمایش شامل چهار بخش اصلی کنترل حرکتی ظریف، هماهنگی مهارت‌های دستی، هماهنگی بدن، قدرت و چابکی است که شامل هشت زیرمجموعه می‌شود: ۱) دقت حرکتی ظریف، ۲) ادغام حرکتی ظریف، ۳) مهارت دستی، ۴) هماهنگی دوطرفه، ۵) تعادل، ۶) سرعت دویدن و چابکی، ۷) هماهنگی اندام فوقانی و ۸) قدرت. چهار گزینه ارزیابی برای BOT-2 در دسترس است: فرم کامل، فرم کوتاه، اجزای منتخب و زیرمجموعه‌های منتخب. برای هدف این مطالعه، سه زیرمجموعه کامل (قدرت، سرعت دویدن و چابکی، تعادل و سرعت و چابکی اندام فوقانی) استفاده شد.

آزمون‌های شناختی

برای ارزیابی عملکرد شناختی از آزمون بازداری پاسخ استروپ و آزمون زمان واکنش ساده استفاده شد (نرم‌افزار این دو آزمون از شرکت روان‌تجهیز سینا، ایران، تهران تهیه شده بود). آزمون استروپ به منظور اندازه‌گیری توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری و بازداری شناختی از طریق پردازش دیداری ساخته شد. در این آزمون، ۴۸ کلمه رنگی همخوان (یکسان بودن رنگ کلمه با معنای کلمه) و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان (متفاوت بودن رنگ کلمه با معنای کلمه) با رنگ های قرمز، آبی، زرد و سبز به آزمودنی نمایش داده می‌شود. آزمودنی می‌بایست صرف نظر از معنای کلمات، تنها رنگ ظاهری آن را مشخص کند. زمان واکنش ساده نیز شامل زمان پاسخ به محرک دیداری بود که با فواصل نامنظم و در مدت ۳ دقیقه به شرکت‌کننده ارائه شد.

پروتکل آزمایشی: در این پژوهش تمرینات حیاط پویا بر اساس مطالعات گذشته، شامل ۸ هفته و هر هفته ۴روز و هر جلسه حدود ۲۰ دقیقه اجرا شد، گروه کنترل در این بازه زمانی فقط به انجام فعالیت‌های معمول مدارس پرداختند. در ابتدا و انتهای تمرینات هر دو گروه در پیش-پس آزمون شرکت کردند. جدول ۱، خلاصه‌ای از فعالیت‌ها را نشان می‌دهد (۲۵).

جدول ۱. پروتکل تمرینی برای گروه تجربی

مولفه	شرح فعالیت
ایستگاه نشانه‌گیری	در این تمرین، توپ بسکتبال یا والیبال به دیوار زده شده و پس از برخورد با آن، دوباره توسط آزمودنی دریافت می‌شود. فاصله آزمودنی از دیوار ۱,۵ متر بوده و شعاع دایره هدف روی دیوار ۲۵ سانتیمتر است. هر یک از شرکت‌کنندگان به مدت ۲۰ ثانیه این تمرین اجرا می‌کنند.
ایستگاه لی‌لی	در این ایستگاه، دانش‌آموزان به گروه‌های ۱ تا ۶ نفری تقسیم شده و در یک جدول ابتدا روی پای راست و سپس روی پای چپ لی‌لی می‌کنند. پس از رسیدن به انتهای مسیر، حرکت را به سمت عقب تکرار می شود.
ایستگاه دویدن مارپیچ	دانش‌آموزان با سرعت بالا در مسیری مارپیچی که روی زمین ترسیم شده می‌دوند و پس از رسیدن به انتهای مسیر، تغییر جهت داده و به سمت نقطه شروع برمی‌گردند.
ایستگاه مار و پله	همانند بازی مار و پله، تمرینات به صورت گروهی اجرا می‌شود. هدف از این ایستگاه، تقویت عکس‌العمل و دقت آن‌ها است.
ایستگاه نردبان چابکی	دانش‌آموزان به صورت پشت سر هم تمریناتی مانند پرش به طرفین (جفت، ساده، جمع، باز و لی‌لی) انجام می‌دهند. هدف از این تمرینات تقویت هماهنگی عصبی و عضلانی، آموزش حرکات ریتمیک و بهبود آمادگی جسمانی و قدرت عضلانی است.
ایستگاه چابکی، عمل و عکس‌العمل	در این ایستگاه، دانش‌آموزان بدون استفاده از وسیله، به صورت پرش جفت، لی‌لی، بیرون و داخل دایره پرش می‌کنند، این کار در ترکیب با صدای سوت موجب تقویت چابکی، عمل و عکس‌العمل می‌گردد.

روش امتیازدهی و تحلیل داده‌ها

از آمار توصیفی به‌منظور محاسبه میانگین و انحراف معیار استفاده شد. همچنین آزمون شاپیرو-ویلک برای ارزیابی نرمال بودن توزیع داده‌ها به کار گرفته شد. برای مقایسه بین-گروهی از آزمون تی-تست مستقل و برای مقایسه درون-گروهی از آزمون تی وابسته استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار **SPSS** نسخه ۲۶ انجام گرفت و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲. ویژگی‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان

گروه	تعداد	سن	قد	وزن	BMI
گروه تجربی	۱۵	۱۰/۳±۰/۹	۱۴۰/۹±۲/۵	۵۱/۰۲±۷/۵	۲۵/۱۵±۱/۲
گروه کنترل	۱۵	۱۰/۲±۰/۷	۱۴۲/۱±۳/۱	۵۲/۱±۸/۳	۲۴/۷±۲/۸

نتایج آزمون BOT-2 در جدول ۳ نشان داده شده است، طبق نتایج آزمون کواریانس، اجرای تمرینات حیاط پویا موجب بهبود در برخی مهارت‌های ادراکی-حرکتی گردیده بود. مطابق با نتایج، گروه تجربی بعد از تمرینات در خرده مقیاس‌های سرعت دویدن وچابکی (p=۰/۰۳۵)، تعادل (p=۰/۰۴۶) و در نمره کل (p=۰/۰۴۲) بهبود معنی‌داری را نشان داده است.

جدول ۳. نتایج مقایسه بین-گروهی در در گروه کنترل و تجربی

گروه		نمره کل	سرعت دویدن و چابکی	تعادل	قدرت	سرعت و چابکی اندام فوقانی
تجربی	قبل	۴۱/۸۸±۹/۶۶	۲/۵۲±۲/۴۵	۱۰/۸۵±۴/۰۹	۱۵/۸۵±۵/۷۰	۳۴/۸۷±۶/۷۶
	بعد	۴۷/۰۶±۵/۶۷	۶/۱۵±۱/۱۶*	۱۴/۰۰±۳/۲۳*	۱۶/۵۶±۴/۴۸	۳۸/۵۲±۹/۰۱
کنترل	قبل	۴۲/۱۵±۷/۱۶	۲/۷۳±۲/۶۱	۱۱/۰۷±۳/۹۱	۱۵/۰۳±۳/۱۲	۳۴/۹۷±۸/۷۸
	بعد	۴۳/۵۳±۶/۳۹	۲/۱۱±۱/۹۲	۱۱/۱۶±۳/۳۴	۱۶/۰۵±۵/۰۷	۳۶/۳۲±۶/۱۰

نکته: نمرات بر اساس مدل امتیازگذاری می‌باشند، و واحد اندازه‌گیری به دلیل امتیازگذاری، بی‌اثر شده است.

نتایج آزمون کواریانس پس از تعدیل میانگین‌ها نشان داد، تمرینات حیاط پویا موجب کاهش زمان پاسخ (p=۰/۰۱۸) و کاهش بیش از ۱۰۰ درصدی در تعداد محرک‌های بدون پاسخ (p<۰/۰۰۱) در گروه تجربی گردیده است. همچنین در خرده مقیاس محرک‌های هم‌خوان از آزمون استروپ، بعد از تمرینات تعداد پاسخ‌های صحیح افزایش حدود ۳۴ درصدی (p=۰/۰۱۵) و تعداد محرک‌های بدون پاسخ کاهش ۳۸ درصدی نشان داده بود (p=۰/۰۰۹). در خرده مقیاس محرک‌های ناهمخوان نیز تعداد پاسخ‌های صحیح حدود ۲۵ درصد افزایش (p=۰/۰۳۴) و تعداد محرک‌های بی‌پاسخ نیز حدود ۳۷ درصد کاهش (p=۰/۰۱۲)، نشان داده بودند. همچنین نمره تداخل نیز کاهش معنی‌دار حدود ۶۰ درصدی یافته بود (p=۰/۰۰۸).

جدول ٤. مقایسه نتایج بین-گروهی در آزمون‌های شناختی

			گروه تجربی		گروه کنترل	
			قبل	بعد	قبل	بعد
آزمون زمان واکنش		پاسخ صحیح	۴۳/۴۰±۱۵/۲۰	۵۱/۰±۴/۰۸	۴۴/۱۲±۱۳/۶۸	۴۳/۱۲±۱۲/۲۹
		بی پاسخ	۱۵/۹۰±۶/۵۹	۷/۰±۲/۰۸*	۱۳/۹۰±۷/۴۳	۱۵/۹۰±۵/۸۷
		زمان پاسخ	۸۱۷/۱۹±۱۰۸/۷۶	۶۵۲/۰۵±۹۵/۵۰*	۸۷۹/۰۶±۹۸/۵۰	۹۰۵/۱۷±۱۱۳/۰۸
آزمون استروپ	محرک همخوان	پاسخ صحیح	۴۶/۹۲±۱/۹۰	۶۲/۸۹±۲/۱۱*	۴۳/۱۲±۲/۵۴	۴۵/۱۷±۱/۶۵
		بی پاسخ	۰/۴۰±۱/۱۹	۰/۲۹±۰/۲۳*	۰/۳۷±۲/۰۱	۰/۳۹±۱/۱۳
		زمان پاسخ	۸۸۰/۵۷±۱۴۰/۵۰	۷۹۳/۸۵±۹۹/۱۶	۹۰۵/۴۵±۱۲۹/۰۹	۸۴۳/۹۸±۱۶۵/۵۴
	محرک ناهمخوان	پاسخ صحیح	۴۵/۵۶±۴/۴۷	۵۶/۷۶±۵/۳۲*	۴۲/۱۵±۳/۸۴	۴۴/۵۹±۲/۳۲
		بی پاسخ	۰/۵۲±۱/۳۲	۰/۳۸±۱/۰۸*	۰/۶۰±۱/۱۳	۰/۵۳±۱/۲۱
		زمان پاسخ	۱۰۵۵/۸۳±۱۳۷/۱۸	۹۱۳/۵۲±۱۶۹/۰۹	۱۰۳۸/۶۵±۹۹/۷۶	۹۹۸/۳۱±۱۰۲/۷۱
نمره تداخل			۴/۳۴±۱/۱۸	۲/۹۸±۰/۶۶*	۴/۵۷±۳/۲۰	۴/۴۰±۳/۸۷

بحث

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تمرینات دینامیک در حیاط مدرسه به‌طور قابل توجهی مهارت‌های حرکتی را در دختران ده‌ساله دارای اضافه وزن بهبود می‌بخشد. این بهبودها در سرعت دویدن و تعادل، و همچنین در نمره کلی آزمون BOT-2 مشاهده گردید. بهبود تعادل به‌طور خاص، نشان‌دهنده پتانسیل تمرینات حیاط پویا برای تقویت کنترل وضعیتی و ثبات است که برای مهارت‌های حرکتی کلی و پیشگیری از آسیب‌ها حیاتی هستند.

نتایج این مطالعه با تحقیقات قبلی که فواید فعالیت بدنی را برای توسعه مهارت‌های حرکتی در کودکان نشان داده‌اند، همسو است. برخی از این مطالعات نشان داده‌اند که برنامه‌های ساختاریافته فعالیت بدنی می‌توانند تعادل، هماهنگی و چابکی را در کودکان دارای اضافه وزن و چاق بهبود بخشند (۲۰, ۲۱). همچنین یافته‌های این پژوهش در مورد تاثیر حیاط پویا با نتایج پژوهش باباخانی و همکاران (۲۰۲۲) همسو بود (۲۵). بهبود قابل توجه در سرعت دویدن و تعادل پس از انجام تمرینات حیاط پویا نشان می‌دهد که این فعالیت‌ها ممکن است به دلیل فراهم کردن محیطی غنی از نظر حسی-حرکتی موجب توسعه مهارت‌های حرکتی گردند. این فعالیت‌ها معمولا شامل حرکات متنوع و غیرقابل پیش‌بینی است که

ممکن است به توسعه برنامه‌ریزی حرکتی، هماهنگی و انطباق‌پذیری کمک کند. این یافته‌ها با اصول دینامیک اکولوژیک همسو است که بر اهمیت تنوع وظایف و تعامل با محیط در یادگیری مهارت‌ها تأکید می‌کند. از منظر اکولوژیک، تمام تجربیاتی که کودکان از بدو تولد با آنها مواجه می‌شوند، به تقویت رابطه فرد–محیط کمک کرده و به‌عنوان تجربیات یادگیری در نظر گرفته می‌شوند (۲۸). محیط مدرسه سهم به سزایی در فراهم ساختن فرصت‌های یادگیری سازنده‌ای که انعطاف‌پذیری شناختی را افزایش دهند و دانش‌آموزان را برای مواجهه مؤثر با پیچیده‌ترین وظایف آماده کنند (۲۹).

یافته‌های این مطالعه در مورد تاثیر تمرینات حیاط پویا نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه این تمرینات بر کارکردهای اجرایی بود. افزایش تعداد پاسخ‌های صحیح نشان‌دهنده بهبود کارایی در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی است، همچنین کاهش چشمگیر محرک‌های بی‌پاسخ، می‌تواند نشان‌دهنده تاثیر تمرینات بر افزایش تمرکز این افراد باشد. این عوامل به‌ویژه برای کودکان دارای اضافه وزن حائز اهمیت است، زیرا طبق مطالعات گذشته، این گروه اغلب با نقص در عملکرد اجرایی، از جمله کاهش سرعت پردازش اطلاعات و تمرکز و توجه، مواجه هستند (۳۰, ۳۱). این نتایج هم‌راستا با مطالعاتی بود که بر نقش فعالیت بدنی بر عملکرد شناختی و حرکتی، در کودکان دارای اضافه وزن تأکید دارند (۳۲). نتایج آزمون استروپ نیز مزایای شناختی تمرینات حیاط پویا را مورد تأیید قرار می‌دهد. افزایش پاسخ‌های صحیح و کاهش محرک‌های بی‌پاسخ در هر دو خرده مقیاس محرک‌های هم‌خوان و ناهم‌خوان نشان‌دهنده بهبود در توجه انتخابی، انعطاف‌پذیری شناختی و کنترل بازداری است. کاهش معنی‌دار نمره تداخل نیز می‌تواند نشان‌دهنده کاهش تأثیر اطلاعات متناقض بر اجرای حرکات باشد و بیانگر بهبود توانایی مدیریت حین تداخل شناختی است. این یافته‌ها با اصول یکپارچگی شناختی–حرکتی همسو است که بیان می‌کند فعالیت‌های بدنی که نیازمند حرکات پیچیده و تصمیم‌گیری هستند، می‌توانند مسیرهای عصبی مرتبط با کارکردهای اجرایی را تحریک کنند (۳۳, ۳۴).

حیاط پویا محیطی است که بدون نیاز به ابزارهای ورزشی، به صورت دائم در اختیار کودکان قرار می‌گیرد. به طور کلی غنی کردن محیط کودکان از نظر محرک‌های حسی، اجتماعی و جسمانی موجب فراهم کردن تجربیات جدید، چالش‌های ذهنی و حرکتی، و فرصت‌هایی برای تعامل و یادگیری هستند. تحقیقات نشان داده‌اند که قرار گرفتن در چنین محیط‌هایی می‌تواند تأثیر مثبتی بر رشد مغز و بهبود عملکردهای شناختی و حرکتی داشته باشد (۳۵). یکی از مکانیسم‌هایی که می‌تواند این تغییرات را در سیستم عصبی توجیه کند، افزایش انعطاف‌پذیری عصبی می‌باشد که به معنی ایجاد ارتباطات عصبی جدید و تقویت شبکه‌های موجود در مغز می‌باشد. این فرآیند به مغز کمک می‌کند تا بهتر یاد بگیرد و با شرایط جدید سازگار شود (۳۶).

نتیجه گیری

این مطالعه شواهد قانع‌کننده‌ای ارائه می‌دهد که تمرینات حیاط پویا می‌تواند به‌طور قابل توجهی کارکرد اجرایی و مهارت‌های حرکتی را در دختران ده‌ساله دارای اضافه وزن بهبود بخشد. با ادغام چالش‌های شناختی و حرکتی در یک محیط جذاب و تعاملی، که موجب کاهش نابرابری‌های ورزشی در جامعه می‌گردد، میتوان تاثیر ارزشمندی بر عملکردهای حرکتی کودکان ایجاد کرد. بعلاوه این مطالعه نشان داد برای بهبود عملکردهای شناختی و حرکتی کودکان دارای اضافه وزن، تنها دارا بودن فضا و تجهیزات ورزشی خاص تاثیرگذار نیستند، بلکه عامل مهم‌تر اجرای تمرینات هدایت شده و دقیق اما ساده و در دسترس می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، اثرات بلندمدت و قابلیت تعمیم این مداخله بیشتر مورد مطالعه واقع شود. طراحی‌های خاص در فضای مدرسه، روی زمین یا دیوار، که دائم در دسترس کودکان می‌باشد، ممکن است برای کودکان جذاب‌تر از فعالیت‌های سنتی تربیت بدنی باشد. بعلاوه موجب افزایش مشارکت و انگیزه برای شرکت در فعالیت‌های بدنی می‌گردد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه با اهداف کاربردی و با رعایت کلیه دستورالعمل‌های پژوهشی و اصول اخلاقی در رابطه با شرکت‌کنندگان از جمله رضایت آگاهانه داوطلبانه، حق کناره‌گیری از پژوهش در صورت تمایل و حفاظت از اطلاعات محرمانه آزمودنی‌ها، انجام پذیرفته است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان این پژوهش در کلیه مراحل اجرای پروژهش مشارکت یکسانی داشته اند.

حامی مالی

در طی این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از منابع تأمین مالی در بخش عمومی، تجاری و غیردولتی دریافت نشد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع نداد.

سپاسگزاری

از کلیه شرکت‌کنندگان و مدیران مدارسی که در اجرای این پژوهش همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Sheikholeslami-Vatani D, Jahani N. The effect of rope training on physical fitness parameters in 9-12 years old overweight/obese boys. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2014;2(3):60-71.
2. Colley RC, Garriguet D, Adamo KB, Carson V ,Janssen I, Timmons BW, et al. Physical activity and sedentary behavior during the early years in Canada: a cross-sectional study. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2013;10:1-9.
3. Hasan HA. Child and adolescent obesity prevalence in the Gulf Cooperation Council countries and its impact on adolescent females in Kuwait. 2021.
4. Organization WH. The double burden of malnutrition: priority actions on ending childhood obesity: World Health Organization. Regional Office for South-East Asia; 2020.
5. Zacks B, Confroy K, Frino S, Skelton JA. Delayed motor skills associated with pediatric obesity. Obesity Research & Clinical Practice. 2021;15(1):1-9.
6. Gil Madrona P, Romero Martinez SJ, Sáez-Gallego NM, Ordóñez Camacho XG. Psychomotor limitations of overweight and obese five-year-old children: Influence of body mass indices on motor, perceptual, and social-emotional skills. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019;16(3):427.
7. Liang J, Matheson B, Kaye W, Boutelle K. Neurocognitive correlates of obesity and obesity-related behaviors in children and adolescents. International journal of obesity. 2014;38(4):494-506.
8. Jiménez-Pavón D, Kelly J, Reilly JJ. Associations between objectively measured habitual physical activity and adiposity in children and adolescents: Systematic review. International Journal of Pediatric Obesity. 2010;5(1):3-18.
9. Roshandel Hesari A, Roshandel Hesari A, Mohagheghi Pirshahid A. Comparison of Musculoskeletal Disorders in the Upper Limbs of Male Athletes with Obese and Thin Non-Athlete Males. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(1):32-46.
10. Najafian Razavi M. The Comparison of Gait Kinematics in Over-Weight and Normal-Weight People across Age Groups. Journal of Sport Biomechanics. 2022;8(3):214-30.
11. Barros WMA, Silva KGd, Silva RKP, Souza APdS, Silva ABJd, Silva MRM, et al. Effects of overweight/obesity on motor performance in children: a systematic review. Frontiers in endocrinology. 2022;12:759165.
12. Sagar R ,Gupta T. Psychological aspects of obesity in children and adolescents. The Indian Journal of Pediatrics. 2018;85:554-9.
13. Balasubramanian P, Kiss T, Tarantini S, Nyúl-Tóth Á, Ahire C, Yabluchanskiy A, et al. Obesity-induced cognitive impairment in older adults: a microvascular perspective. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2021;320(2):H740-H61.
14. Klupp S, Möhring W, Lemola S, Grob A. Relations between fine motor skills and intelligence in typically developing children and children with attention deficit hyperactivity disorder. Research in developmental disabilities. 2021;110:103855.

15. Appelhans BM, French SA, Pagoto SL, Sherwood NE. Managing temptation in obesity treatment: A neurobehavioral model of intervention strategies. Appetite. 2016;96:268-79.
16. Du Z, Li J, Huang J, Ma J, Xu X, Zou R, et al. Executive functions in predicting weight loss and obesity indicators: A meta-analysis. Frontiers in Psychology. 2021;11:604113.
17. La Marra M, Villano I, Ilardi CR, Carosella M, Staiano M, Iavarone A, et al. Executive functions in overweight and obese treatment-seeking patients: Cross-sectional data and longitudinal perspectives. Brain Sciences. 2022;12(6):777.
18. Rice MS, Rizzardo B, Warburton DE, Bredin SS. Developing skilled motor performance: A systematic review of perceptual skill training in children and youth. Journal of Exercise, Movement, and Sport (SCAPPS refereed abstracts repository). 2019;51(1):50.-
19. Wuang Y-P, Huang C-L, Tsai H-Y. Sensory integration and perceptual-motor profiles in school-aged children with autistic spectrum disorder. Neuropsychiatric Disease and Treatment. 2020;16:1661.
20. Cliff DP, Wilson A, Okely AD, Mickle KJ, Steele JR. Feasibility of SHARK: a physical activity skill-development program for overweight and obese children. Journal of Science and Medicine in Sport. 2007;10(4):263-7.
21. Korsten-Reck U, Kaspar T, Korsten K, Kromeyer-Hauschild K, Bös K, Berg A, et al. Motor abilities and aerobic fitness of obese children. International journal of sports medicine. 2007;28(09):762-7.
22. Sola K, Brekke N, Brekke M. An activity-based intervention for obese and physically inactive children organized in primary care: feasibility and impact on fitness and BMI: A one-year follow-up study. Scandinavian journal of primary health care. 2010;28(4):199-204.
23. Van Biljon A, Longhurst G. The influence of exergaming on the functional fitness in overweight and obese children: Physical activity, health and wellness. African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance. 2012;18(42):984-91.
24. Ridgers ND, Stratton G, McKenzie TL. Reliability and validity of the System for Observing Children's Activity and Relationships during Play (SOCARP). Journal of Physical Activity and Health. 2010.۲۵-۱۷:(۱)۷;
25. Babakhani M, Namazizadeh M, Mousavi Sadati SK, Daneshfar A. The effect of dynamic yard on motor development of 8 to 12 year old students. medical journal of mashhad university of medical sciences. 2022;64(6):4214-23.
26. Dehghan Nasab A ,Azadian E. Relationship between Fundamental Movement Skills and Variability in Postural Control: Comparison of Children with and without Intellectual Disability. Pajouhan Scientific Journal. 2024;22(1):31-41.
27. De Waal E, Pienaar AE. Influences of persistent overweight on perceptual-motor proficiency of primary school children: The North-West CHILD longitudinal study: Persistent overweight and perceptual-motor proficiency in children. BMC pediatrics. 2021;21(1):245.
28. Davids K, Rothwell M, Rudd J. Enriching lives across the lifescourse: adopting an ecological perspective to foster the person-environment relationship throughout development. Universidade do Algarve-Escola Superior de Educação e Comunicação. 2023:21-8.
29. D'Anna C, Coppola S, Vastola R .Transfer goal: real task in physical education as representative learning environment. GIORNALE ITALIANO DI EDUCAZIONE ALLA SALUTE, SPORT E DIDATTICA INCLUSIVA. 2022;6.(1).
30. Mazzoccante R, de Luca Corrêa H, de Santana FS, Câmara MA, de Sousa BC, de Sousa IC, et al. Attention and executive function are predicted by anthropometric indicators, strength, motor performance and aerobic fitness in children aged 6 to 10 years. Human Movement. 2020;21(1):40-8.
31. Emery RL, Levine MD. Questionnaire and behavioral task measures of impulsivity are differentially associated with body mass index: A comprehensive meta-analysis. Psychological bulletin. 2017;143(8):868.
32. Wang Y, Wang H, Zhao H. Effects of aerobic exercise on executive function among overweight and obese children: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Psychology. 2024;15:1485610.

33. Tomporowski PD, Lambourne K, Okumura MS. Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. Preventive medicine:۵۲;۲۰۱۱ .S3-S9.
34. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. Nature reviews neuroscience. 2008;9(1):58-65.
35. Sale A, Berardi N, Maffei L. Environment and brain plasticity: towards an endogenous pharmacotherapy. Physiological reviews. 2014;94(1):189-234.
36. Nithianantharajah J, Hannan AJ. Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. Nature Reviews Neuroscience. 2006;7(9):697-709.