

Research Paper

Prediction of Executive Functions Based on Impairment in Motor and Linguistic Growth



Karim Abdolmohamadi¹, *Ahmad Ashouri², Farhad Ghadiri Sourman Abadi³, Ali Mohammadzadeh⁴

1. Department of Psychology, Faculty of Psychology & Educational Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2. Department of Clinical Psychology, School of Behavioral Sciences and Mental Health (Tehran Institute of Psychiatry), Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Psychology, Faculty of Literature and Humanities, Urmia University, Urmia, Iran.
4. Department of Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran.



Citation Abdolmohamadi k, Ashouri A, Ghadiri Sourman Abadi F, Mohammadzadeh A. [Prediction of Executive Functions Based on Impairment in Motor and Linguistic Growth (Persian)]. Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology. 2020; 26(2):188-199. <http://dx.doi.org/10.32598/ijpcp.26.2.227.12>

doi <http://dx.doi.org/10.32598/ijpcp.26.2.227.12>



Received: 26 Jun 2019
 Accepted: 16 May 2020
 Available Online: 01 Jul 2020

Key words:

Growth, Movements, Linguistic, Executive functions

ABSTRACT

Objectives Executive functions refer to the use of cognitive processes to control thoughts and emotions. The purpose of this study was to predict impairment in executive functions, based on impairment in motor and linguistic growth in children.

Methods The research method is descriptive correlational. The statistical population of this study was all students of elementary school studying in the academic year of 2018-2019 in Tabriz City, AMONG them 700 were selected in a multi-stage cluster. In the next step, their parents were asked to complete the Coolidge Neuropsychological and Personality Questionnaire (2002) and FTF-5 -15 questionnaire. The data were analyzed by Simultaneous Regression tests.

Results The results showed that defective motor skills, language proficiency, and communication skills cause an executive function disorder.

Conclusion Language skills and motor development are factors that are effective in the growth of executive functions.

Extended Abstract

1. Introduction

Executive functions refer to the ability to use cognitive processes to control thoughts and emotions and this ability causes goal-directed behavior, therefore the executive functions necessary to succeed in the daily lives of all human beings. In neurobiological studies, it has been determined that the prefrontal cortex and its connections have a major impact on the growth of executive functions. The growth of the prefrontal cortex begins

at birth and continues until puberty and this long-term growth is more influenced by environmental stimuli.

Research has shown that the main growth of executive functions occurs between the ages of 3 and 7 and continues gradually until the teenage years. Children in different periods are susceptible to the impact of their environment. There is also research evidence that in early childhood, children in terms of the growth of executive functions, are more influenced by their environment. The research has shown that motor growth is one of the environmental factors affecting the growth of executive functions.

*Corresponding Author:

Ahmad Ashouri, PhD.

Address: Department of Clinical Psychology, School of Behavioral Sciences and Mental Health (Tehran Institute of Psychiatry), Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 66551656

E-mail: ahmad.ashouri@gmail.com

Motor growth refers to progressive changes in motor behavior throughout life, which is the result of the interaction between task needs, individual biological characteristics, and environmental conditions. Studies conducted by researchers who examined the effects of movements on executive functions in adolescents showed that children's executive functions are influenced by their motor growth. The other components of the environment associated with executive functions are language development. In this regard, the research has identified, children with language impairments also have weaknesses in executive functions. Given the existing vacuum and the lack of coherent research that examines the impact of environmental factors such as motor and lingual skills growth on executive functions, the present study was conducted with the purpose prediction of impairment in executive functions based on defects in motor and linguistic growth.

2. Methods

The research method is descriptive correlational. The statistical population of this study was all students of elementary school studying in the academic year of 2018-2019 in Tabriz City that 700 of them were selected through multistage cluster sampling. In the next step, their parents were asked to complete The Coolidge Personality and Neuropsychological Questionnaire (2002) and FTF-5 -15 Growth Inventory.

3. Results

The findings of this study showed that the effect of the defect in the received language (0.19) and defect in the communication language (0.25) on the executive function disorder was significant at the level of 0.0001. Also, the effect of the defect in large movements (0.12) is significant on the incidence of executive functions at the level of 0.004; however, defects in expressive language and delicate movements do not have a significant effect on the prediction of executive function disorder. Hence, the lack of large motor skills, receptive language skills, and communication language skills can lead to executive function disorder.

4. Discussion

The present study showed that defect in the receptive and communication language is effective in predicting executive function disorder. This finding is consistent with the results of some studies. In explaining the relationship between language deficits and disruptions in executive functions, the function of brain structures, especially the prefrontal lobe, can be used.

Given that language development facilitates the transfer of people's experiences, helps people without direct experience, and uses concepts to intervene in various affairs that will result in the growth of higher-level cognitive processes such as executive functions.

Of the etiology of the relationship between deficits in motor skills and executive function disorder, it can be argued that physical activity by controlling the maintenance, growth, and differentiation of neurons, synapses, and angiogenesis improves neurotrophin and, as a result, improves cognitive functions such as processing speed, control strategies, and scheduling and working memory.

Another explanation for the relationship between motor growth and executive functions can be raised. Given that the three main executive functions strategies - inhibition, working memory, and shifting attention - are affected by the development of the cerebellum, whose development is also influenced by the motor growth, especially the delicate movements. The development of motor skills plays a role in the growth of executive functions by facilitating the development of the cerebellum. Language skills and motor development are factors effective in improvement of executive functions in children.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All participants were informed about the study Objectives and its potential benefits and they were assured of the confidentiality of their information. They were free to leave the study at any time.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not for profit organizations.

Authors contributions

Investigation and draft preparation: Karim Abdolmohamadi; Project administration, supervision, editing & review: Ahmad Ashouri; Resource and data analysis: Farhad Ghadiri Sourman Abadi; methodology, editing & review: Ali Mohammadzadeh.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest

Acknowledgements

The authors would like to thank the head and staff of Education Departments in five districts of Tabriz city, and the participants for their valuable cooperation.

پیش‌بینی اختلال در کارکردهای اجرایی بر اساس نقص در رشد حرکتی و زبانی

کریم عبدالحمیدی^۱، * احمد عاشوری^۲، فرهاد غدیری صورمان آبادی، علی محمدزاده

۱. گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
۲. گروه روانشناسی بالینی، دانشکده علوم رفتاری و بهداشت روان (انستیتوی روانپزشکی تهران)، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
۳. گروه روانشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۴. گروه روانشناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

حکمه

تاریخ دریافت: ۰۵ تیر ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۷ تیر ۱۳۹۹

اهداف: کارکردهای اجرایی اشاره به استفاده از فرایندهای شناختی برای کنترل افکار و هیجانات دارد. هدف از پژوهش حاضر پیش‌بینی اختلال در کارکردهای اجرایی بر اساس نقص زبانی و حرکتی در کودکان بود.

مواد و روش‌ها: روش پژوهش حاضر توصیفی و از نوع همبستگی است. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی مشغول به تحصیل در سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ شهر تبریز بودند که از بین آن‌ها هفتصد نفر به صورت خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند و در گام بعدی از والدین آن‌ها خواسته شد پرسش‌نامه‌های عصب-روان‌شناختی و شخصیتی کولبیج (۲۰۰۲) و پرسش‌نامه مشکلات رشدی و رفتاری کودکان ۵ تا ۱۵ سال (نسخه والدین) را تکمیل کنند. داده‌ها با استفاده از آزمون رگرسیون هم‌زمان و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد نقص در مهارت حرکتی درشت (۰/۱۲)، مهارت زبان دریافتی (۰/۱۹) و مهارت زبان ارتباطی (۰/۲۵) به صورت معنی‌داری در به وجود آمدن اختلال کارکردهای اجرایی نقش ایفا می‌کنند.

نتیجه‌گیری: مهارت‌های زبانی و رشد حرکتی عواملی هستند که در رشد کارکردهای اجرایی مؤثرند.

کلیدواژه‌ها:

رشد، حرکت، زبان، کارکردهای اجرایی

مقدمه

امروزه این دیدگاه که رشد مغز افراد تحت تأثیر محیط اولیه زندگی آن‌هاست به عنوان یک دیدگاه مطرح است [۱]. در این راستا در مجامع علمی نیز تلاش‌ها و بررسی‌ها برای اثبات تأثیر محیط اولیه بر رشد عصبی کودک با سرعت بالایی در حال انجام است [۲]. یکی از جنبه‌های مهم رشد شناختی که به شدت تحت تأثیر رشد و تکامل مغزی قرار دارد، کارکردهای اجرایی است [۳]. کارکردهای اجرایی، توانایی کنترل فکر و عمل در پاسخ به اهداف است [۴] و این توانایی باعث بروز رفتارهای معطوف به هدف می‌شود [۵]؛ از این رو کارکردهای اجرایی برای موفقیت در زندگی روزانه همه انسان‌ها ضروری است [۶]. بارکلی در ۱۹۹۸ مطرح کرده است که کارکردهایی همچون سازمان‌دهی، تصمیم‌گیری، حافظه کاری، حفظ و تبدیل، کنترل حرکتی، ادراک زمان، پیش‌بینی آینده، بازسازی، زبان درونی و حل مسئله را می‌توان از جمله مهم‌ترین کارکردهای اجرایی عصب‌شناختی

دانست که در زندگی و انجام تکالیف یادگیری و کنش‌های هوشی به انسان کمک می‌کنند [۷].

کارکردهای اجرایی نقش بسیار مهمی در رشد توانایی‌های ذهنی [۸]، موفقیت تحصیلی [۹] شخصیت [۱۰] و مهارت‌های اجتماعی [۱۱] کودکان ایفا می‌کنند و وجود مشکل در کارکردهای اجرایی کودکان منجر به مشکلات عدیده‌ای از جمله پرخاشگری، بی‌توجهی، مشکلات رفتاری و ارتباطی می‌شود [۱۲].

در بررسی‌های زیستی‌عصبی مشخص شده است که قشر پیش‌پیشانی و ارتباطاتی که دارد، منطقه اصلی مؤثر بر رشد کارکردهای اجرایی است [۱۳]. رشد قشر پیش‌پیشانی از بدو تولد آغاز می‌شود و تا زمان بلوغ ادامه دارد و این رشد طولانی‌مدت بیشتر تحت تأثیر محرک‌های محیطی است [۱۴]. با توجه به ارتباط نزدیک رشد کارکردهای اجرایی و قشر پیش‌پیشانی، سال‌ها تصور می‌شد که کارکردهای اجرایی در نوجوانی رشد می‌کند [۱۵]، ولی به مرور و با رشد علوم عصب‌شناختی مشخص

* نویسنده مسئول:

دکتر احمد عاشوری

نشانی: تهران، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده علوم رفتاری و بهداشت روان (انستیتوی روانپزشکی تهران)، گروه روانشناسی بالینی.

تلفن: ۶۶۵۵۱۶۵۶ (۲۱) ۹۸+

پست الکترونیکی: ahmad.ashouri@gmail.com

کودکان با اختلال زبان بیانی، در بیان عواطف، احساسات، عقاید و نیازهای خود با مشکل مواجه خواهند بود [۳۲]. در اختلال زبان دریافتی، کودکان گفته‌هایی را که می‌شنوند، درک نمی‌کنند یا بد تفسیر می‌کنند، مشکلات این افراد ممکن است محدود به کلمات مشخص یا طبقه‌هایی از کلمات یا مفاهیم مشخص و یا ساختارهای دستوری باشد [۳۱].

البته تحقیقات مطرح‌شده نشان‌دهنده ارتباط بین رشد زبان و رشد کارکردهای اجرایی است و تا این اواخر تحقیقات منظمی برای بررسی روابط علت و معلولی بین مهارت‌های زبانی و کارکردهای اجرایی انجام‌نشده بود، تا اینکه کوهن و همکاران [۳۳] در یک مطالعه طولی به بررسی رابطه بین مهارت‌های زبانی کودکان ۲ و ۳ ساله با رشد کارکردهای اجرایی در چهار سال بعد پرداختند و نتایج نشان داد مهارت‌های زبانی کودکان می‌تواند کارکردهای اجرایی آن‌ها را پیش‌بینی کند. این پژوهشگران در نتیجه‌گیری پژوهش خود مطرح کردند که مهارت‌های زبانی اولیه به صورت مستقیم و غیرمستقیم در رشد کارکردهای اجرایی تأثیر دارد.

با توجه به اهمیت و تأثیرات کارکردهای اجرایی، به نظر می‌رسد دانستن عوامل مؤثر بر رشد کارکردهای اجرایی برای جلوگیری از مشکلات افراد و کمک به رشد و ارتقای آن‌ها مفید است [۳۴]. با وجود این، تأثیرات عوامل و محیطی مؤثر بر رشد کارکردهای اجرایی کمتر مورد توجه و بررسی قرار گرفته است [۳۵]. با توجه به خلأ موجود و نبود یک پژوهش منسجم که تأثیر عوامل محیطی مانند رشد مهارت‌های حرکتی و زبانی را بر کارکردهای اجرایی بررسی کند، پژوهش حاضر با هدف پیش‌بینی کارکردهای اجرایی بر اساس نقص زبانی و حرکتی در کودکان انجام گرفت.

روش

روش پژوهش حاضر توصیفی و از نوع همبستگی است. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی مشغول به تحصیل در سال تحصیلی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ شهر تبریز بودند که از بین آن‌ها ۷۰۰ نفر به صورت خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند و در گام بعدی از والدین آن‌ها خواسته شد که پرسش‌نامه‌های عصب - روان‌شناختی و شخصیتی کولچ و پرسش‌نامه رشدی FTF-5-15 را تکمیل کنند. به منظور رعایت اخلاق پژوهش و حقوق آزمودنی‌ها، هم به صورت شفاهی (در جلسه توجیهی که برای والدین برگزار شد) و هم به صورت کتبی (ذکر شده در بخش نخست پرسش‌نامه) خاطر نشان شد «اطلاعات درخواستی در این پرسش‌نامه‌ها، صرفاً به منظور اهداف پژوهشی است و جهت اطمینان شما، به جز تعیین جنسیت و سن، نیازی به ذکر نام و نام خانوادگی و دیگر مشخصات خصوصی نیست». ۳۱ پرسش‌نامه به دلیل پاسخ ناقص به پرسش‌نامه‌ها از تحلیل‌های آماری کنار

شد که کارکردهای اجرایی بسیار زودتر و قبل از دوره دبستان [۱۶] یا حتی در کمتر از سه‌سالگی [۱۷] نیز رشد می‌کند. به صورت دقیق‌تر می‌توان مطرح کرد که کارکردهای اجرایی در دوره نوزادی شکل می‌گیرد [۶] و تحقیقات نشان داده است رشد اصلی کارکردهای اجرایی در بازه ۳ تا ۷ سالگی رخ می‌دهد و تا دوره نوجوانی به صورت تدریجی ادامه پیدا می‌کند [۱۸]. کودکان در دوره‌های مختلف مستعد تأثیرپذیری از محیط خود هستند و شواهد تحقیقی‌ای نیز وجود دارد که در اوایل کودکی، کودکان از نظر رشد کارکردهای اجرایی بیشتر تحت تأثیر محیط خود هستند [۱۹]. پژوهش‌های انجام‌گرفته نشان داده است که رشد حرکتی از جمله عوامل محیطی مؤثر بر رشد کارکردهای اجرایی است [۲۰].

رشد حرکتی به تغییرات پیش‌رونده در رفتار حرکتی در سراسر دوره زندگی اطلاق می‌شود که حاصل تعامل بین نیازهای تکلیف، ویژگی‌های بیولوژیکی فرد و شرایط محیطی است [۲۱]. عنصر اصلی رشد حرکتی، مهارت‌های حرکتی - بنیادی هستند [۲۲]. این مهارت‌ها که به دو گروه عمده یعنی مهارت‌های جابه‌جایی و مهارت‌های دست‌کاری تقسیم می‌شوند، اساس رشد مهارت‌های حرکتی زندگی روزمره محسوب می‌شوند [۲۳]. سال‌ها پیش پیازه مطرح کرد که رشد شناختی کودکان کاملاً تحت تأثیر عملکرد حرکتی آن‌هاست [۲۴]. بوسنل و بودرو [۲۵] نیز در راستای نظریه پیازه مطرح کردند که مهارت‌های حرکتی کودکان تعیین‌کننده مهم رشد شناختی است. در راستای ارتباط فعالیت‌های حرکتی و رشد شناختی مطالعات مختلفی، عملکرد شناختی و انعطاف‌پذیری مغز را با فعالیت‌های حرکتی مرتبط می‌دانند [۲۶]. مطالعات دقیق‌تر انجام‌شده توسط کیتا و همکاران [۲۰] که به بررسی تأثیر حرکات بر کارکردهای اجرایی در نوجوانان پرداختند، نشان داده که کارکردهای اجرایی خصوصاً سطح توجه و حافظه کودکان تحت تأثیر رشد حرکتی آن‌هاست.

از دیگر مؤلفه‌هایی که به نظر می‌رسد با کارکردهای اجرایی مرتبط باشد، رشد زبان است. در تحقیقات انجام‌گرفته مشخص شد کودکانی که اختلالاتی در زبان دارند در کارکردهای اجرایی نیز دچار ضعف هستند [۲۷]. زبان یکی از عملکردهای عالی کرکس مغز است که رشد آن در هر فرد به ساختار عملکردی و کالبدشناختی فرد از لحاظ ژنتیکی و تحریکات کلامی که از محیط می‌گیرد، وابسته است [۲۸]. زبان عبارت است از یک نظام متداول از نمادهای قراردادی که به منظور ذخیره کردن و تبادل اطلاعات به طور قاعده‌مند با هم ترکیب می‌شوند [۲۹].

نقص در زبان، در اثر وارد آمدن ضایعه مغزی و اختلال در ظرفیت تفسیر و فرمول‌بندی نمادهای زبانی ایجاد می‌شود و به صورت اختلالی در یک یا چند نوع مهارت و عادت گفتاری و نوشتاری بروز می‌کند [۳۰]. دو نوع اختلال زبانی که در مطالعات عصب‌شناختی زبان بیشترین توجه را به خود اختصاص داده‌اند عبارت‌اند از اختلال زبان بیانی و اختلال زبان دریافتی [۳۱].

دو زیرمؤلفه نقص در رشد مهارت‌های حرکتی و زبانی به ترتیب ۰/۸۲ و ۰/۷۷ به دست آمده است که نشان‌دهنده قابل اطمینان بودن این پرسش‌نامه است. ویژگی‌های روان‌سنجی پرسش‌نامه مشکلات رشدی - رفتاری (FTF 5-15) در جامعه ایرانی توسط عبدالحمیدی و همکاران (۱۳۹۷) مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان داده است که این پرسش‌نامه از هجده بُعد شکل گرفته که ضرایب پایایی ابعاد پرسش‌نامه بین ۰/۴۸۶ (نقص در سازمان‌دهی) تا ۰/۹۱۶ (نقص مهارت تحصیلی) قرار دارند، همچنین با توجه به شاخص‌های برازش گزارش‌شده، مشخص شده مدل شش‌عاملی بهترین مدل از نظر برازش محسوب می‌شود، با توجه به بررسی‌های انجام‌گرفته این پرسش‌نامه قابل استفاده در جامعه ایرانی است [۳۸]. در پژوهش حاضر نیز همسانی درونی زیرمؤلفه‌های نقص در رشد مهارت‌های حرکتی و زبانی به وسیله نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۵) و روش آلفای کرونباخ به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۶۹ محاسبه شد.

یافته‌ها

قبل از بررسی سهم متغیرهای پیش‌بین کارکردهای اجرایی در مدل رگرسیون، همبستگی ساده متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در **جدول شماره ۱** ملاحظه می‌شود بین متغیرهای مهارت حرکتی درشت، مهارت حرکتی ظریف، مهارت زبان دریافتی، مهارت زبان بیانی و مهارت ارتباط زبانی با اختلال در کارکردهای اجرایی همبستگی وجود دارد.

قبل از انجام تحلیل در بررسی پیش‌فرض استفاده از رگرسیون چندگانه، برای سنجش استقلال متغیرهای پیش‌بین، فرض هم‌خطی بودن چندگانه بررسی شد. نرم‌افزار، شاخص تحمل و شاخص عامل تورم واریانس را به دست داد. شاخص تحمل متغیرها در دامنه ۰/۵۸ تا ۰/۸۷ و شاخص عامل تورم واریانس در دامنه ۱/۰۷ تا ۱/۳۸ قرار داشت؛ از این رو می‌توان پذیرفت متغیرهای پیش‌بین از یکدیگر مستقل هستند و هم‌خطی بودن چندگانه اتفاق نیفتاده است؛ علاوه بر آن، نمودار طبیعی هم نشان داد که انحراف از طبیعی بودن رخ نداده است.

با توجه به نتایج **جدول شماره ۲** ضریب همبستگی چندگانه متغیرهای نقص در مهارت‌های حرکتی و زبانی با اختلال کارکردهای اجرایی ۰/۴۷ است. مؤلفه‌های نقص در مهارت‌های حرکتی و زبانی در مجموع ۰/۲۲ از تغییرات کارکردهای اجرایی را پیش‌بینی می‌کنند. در جدول شماره ۴ نتایج تحلیل واریانس مدل برای بررسی توانایی پیش‌بینی متغیر اختلال در کارکردهای اجرایی از روی زیرمؤلفه‌های نقص در مهارت حرکتی و زبانی گزارش شده است.

در **جدول شماره ۳** خلاصه نتایج رگرسیون گزارش شده است. با توجه به **جدول شماره ۳** نتایج آماره $F=۳۱/۸۹$ در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت متغیرهای

گذاشته شدند و به این ترتیب نمونه نهایی مورد پژوهش به ۶۶۹ آزمودنی تقلیل یافت. ۳۶۲ نفر از شرکت‌کنندگان پژوهش دختر با میانگین سنی $۰/۹۹ \pm ۸/۸۴$ و ۳۰۷ نفر از شرکت‌کنندگان پژوهش پسر با میانگین سنی $۱/۱۳ \pm ۸/۶۱$ بودند.

ابزار تحقیق

پرسش‌نامه عصب-روان‌شناختی و شخصیتی کولیج^۱

این آزمون چندین اختلال عصب‌شناختی و رفتاری را در کودکان و نوجوانان ۵ تا ۱۷ ساله تشخیص می‌دهد. هر اختلال دارای خرده‌مقیاسی مشخص و مجزا است که دو مورد از این خرده‌مقیاس‌ها با نوزده گویه به ارزیابی کارکردهای اجرایی می‌پردازد. آزمون به وسیله والدین و به صورت مقیاس لیکرت پاسخ داده می‌شود. این دو خرده‌مقیاس کارکردهای اجرایی را در سه حوزه سازمان‌دهی، تصمیم‌گیری - برنامه‌ریزی و بازداری می‌سنجد. سازندگان پرسش‌نامه، پایایی خرده‌مقیاس سازمان‌دهی و تصمیم‌گیری - برنامه‌ریزی ۰/۸۵ و خرده‌مقیاس بازداری را ۰/۶۶ گزارش کرده‌اند. در پژوهش دیگری علیزاده و زاهدی‌پور همسانی درونی متغیرهای سازمان‌دهی و تصمیم‌گیری - برنامه‌ریزی و بازداری را به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۸۲ و ۰/۵۲ گزارش کرده‌اند [۳۶].

پرسش‌نامه مشکلات رشدی و رفتاری کودکان ۵ تا ۱۵ سال (نسخه والدین)^۲

این پرسش‌نامه دارای ۱۸۱ آیتم است که به صورت لیکرت نمره‌گذاری می‌شود که به هیچ‌وقت نمره صفر، گاهی نمره ۱ و همیشه نمره ۲ داده می‌شود و هشت حوزه مهارت‌های حرکتی، ادراک، حافظه، زبان، یادگیری، اجتماعی، کارکردهای اجرایی و مشکلات عاطفی رفتاری را مورد سنجش قرار می‌دهد. این پرسش‌نامه به شش زبان متفاوت ترجمه شده و روایی و پایایی آن در فرهنگ‌های مختلف مورد سنجش قرار گرفته و نتایج نشان داده است که این پرسش‌نامه از روایی و پایایی مورد قبولی برخوردار است [۳۷].

در پژوهش حاضر از قسمت بررسی نقص در مهارت‌های زبانی این پرسش‌نامه که شامل ۲۱ آیتم است و سه مهارت زبانی بیانی، دریافتی و ارتباطی را می‌سنجد و همچنین قسمت بررسی نقص مهارت‌های حرکتی این پرسش‌نامه که شامل ۱۷ آیتم است و نقص در رشد حرکتی درشت و ظریف را می‌سنجد استفاده شده است. این پرسش‌نامه توسط والدین پاسخ داده می‌شود. در تحقیق انجام‌شده توسط لامبک و تریلینگیسگارد [۳۷] همسانی درونی

1. Coolidge Neuropsychological And Personality Scale
2. Parent questionnaire for evaluation of development and behaviour in 5-15 Year old children (FTF-5 -15)

جدول ۱. همبستگی ساده بین اختلال کارکردهای اجرایی با نقص در مهارت‌های حرکتی و زبانی

مؤلفه‌ها	میانگین ± انحراف معیار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
کارکردهای اجرایی	۱۵/۵۰ ± ۶/۸۳						
زبان دریافتی	۱/۹۷ ± ۱/۸۵	-۰/۳۷**					
زبان بیانی	۲/۲۹ ± ۲/۹۱	-۰/۲۸**	-۰/۲۳**				
زبان ارتباطی	۱/۰۱ ± ۱/۱۲	-۰/۴۱**	-۰/۲۱*	-۰/۲۶*			
حرکات درشت	۱/۹۹ ± ۱/۵۵	-۰/۲۸**	-۰/۱۶	-۰/۱۰	-۰/۸		
حرکات ظریف	۲/۷۵ ± ۲/۷۲	-۰/۳۰**	-۰/۲۷**	-۰/۴۴**	-۰/۱۷*	-۰/۲۸**	۱

مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران

* معنی‌داری در سطح $P < 0.05$

** معنی‌داری در سطح $P < 0.01$

جدول ۲. خلاصه نتایج مدل پیش‌بینی اختلال در کارکردهای اجرایی بر اساس نقص در مهارت‌های حرکتی و زبانی

R	R ²	ΔR ²	E.S
۰/۴۷	۰/۲۲	۰/۲۱	۶/۰۶

مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران

جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس رگرسیون چندمتغیری متغیر پیش‌بین از روی متغیر ملاک

مدل	SS	df	MS	F	Sig
رگرسیون	۵۸۷۲/۶۲	۵	۱۱۷۴/۵۲	۳۱/۸۹	۰/۰۰۰۱
باقی‌مانده	۲۰۵۴۶/۵۶	۵۶۳	۳۶/۸۲		
کل	۲۶۴۱۹/۱۸	۵۶۸			

مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران

پیش‌بین (نقص در زبان دریافتی، زبان بیانی، زبان ارتباطی، حرکات درشت و حرکات ظریف) توان پیش‌بینی متغیر ملاک یعنی اختلال کارکردهای اجرایی را دارد. در جدول شماره ۴ ضرایب استاندارد شده و استاندارد نشده رگرسیون گزارش شده‌اند. با توجه به مندرجات جدول شماره ۴ تأثیر نقص در زبان دریافتی (۰/۱۹) و نقص در زبان ارتباطی (۰/۲۵) بر اختلال

جدول ۴. ضرایب رگرسیون استاندارد نشده و استاندارد شده مدل پیش‌بینی اختلال کارکردهای اجرایی

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده		P	T
	B	SE	β			
عدد ثابت	۱۱/۱۶	۰/۴۶			۰/۰۰۰۱	۲۴/۰۲
زبان دریافتی	-۰/۷۰	۰/۱۷	-۰/۱۹		۰/۰۰۰۱	۳/۹۷
زبان بیانی	-۰/۳۳	۰/۱۱	-۰/۰۱		۰/۷۶	۰/۲۹
زبان ارتباطی	۱/۵۴	۰/۲۸	۰/۲۵		۰/۰۰۰۱	۵/۳۳
حرکات درشت	-۰/۵۶	۰/۱۹	-۰/۱۲		۰/۰۰۴	۲/۸۹
حرکات ظریف	-۰/۵۶	۰/۱۱	-۰/۰۲		۰/۶۳	۰/۴۷

مجله روان‌پزشکی و روان‌شناسی بالینی ایران

پیش‌بینی کننده‌ها: نقص در زبان دریافتی، زبان بیانی، زبان ارتباطی، حرکات درشت و حرکات ظریف
متغیر ملاک: اختلال کارکردهای اجرایی

با نتایج دیگر پژوهش‌ها [۲۶، ۲۰] همسوست. مطالعات مختلفی، عملکرد شناختی و انعطاف‌پذیری مغز را با فعالیت‌های حرکتی مرتبط می‌دانند [۲۶]. اگر حرکت را به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر رشد همه‌جانبه کودک در نظر آوریم، از دو منظر می‌توان به آن نگرست: یکی به معنای عام آن که از حرکت‌های به‌ظاهر بی‌هدف دوره نوزادی و جنب‌وجوش‌ها و فعالیت‌های کودکانه گرفته تا بازی‌ها و حرکت‌های هدفمند سنین بعدی را شامل می‌شود و یکی حرکت به معنای خاص و دقیق‌تر آن که دربرگیرنده ویژگی‌هایی است که از کاربرد آن به نتایج خاص و موردنظر می‌توان دست یافت؛ مانند حرکات منظم ورزشی [۴۳]. سوتو و آکی یاما [۴۴] در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که فعالیت بدنی منظم به دلیل تعدیل سازگاری‌های سیستم اعصاب مرکزی و به‌خصوص هیپوکامپ به طور چشمگیری سبب بهبود عملکرد حافظه کاری می‌شود که یکی از مؤلفه‌های اصلی کارکردهای اجرایی است.

درباره سبب‌شناسی این ارتباط می‌توان چنین مطرح کرد که فعالیت بدنی از طریق کنترل، نگهداری، رشد و تمایز نورون‌های عصبی، سیناپس‌زایی و رگ‌زایی سبب بهبود نوروتروفی و در نتیجه بهبود عملکردهایی شناختی همچون سرعت پردازش، راهبردهای کنترلی و برنامه‌ریزی و حافظه کاری می‌شود [۴۵]. در توضیح دیگری از ارتباط رشد حرکتی و کارکردهای اجرایی می‌توان مطرح کرد، با توجه به اینکه سه راهبرد اصلی کارکرد اجرایی، بازداری، حافظه کاری و جابه‌جایی توجه تحت تأثیر تکامل مخچه قرار دارد و تکامل مخچه نیز تحت تأثیر رشد حرکتی به‌خصوص حرکات ظریف است، رشد مهارت‌های حرکتی از طریق تسهیل تکامل مخچه در رشد کارکردهای اجرایی نقش ایفا می‌کند [۴۶]. همچنین قسمت‌های حرکتی دیگر مغز همچون عقده‌های پایه با کرتکس درگیر با کارکردهای اجرایی ارتباط تنگاتنگی دارند [۴۷].

نتیجه‌گیری

مجموعاً با توجه پیشینه پژوهش و نتایج تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد وجود نقص در مهارت حرکتی درشت، مهارت زبان دریافتی و مهارت زبان ارتباطی می‌تواند اختلال در کارکردهای اجرایی را پیش‌بینی کند. بنابراین انتظار می‌رود پزشکان، روان‌شناسان و متخصصان رشد به این مهارت‌ها توجه ویژه‌ای داشته باشند.

پژوهش حاضر از لحاظ جامعه آماری دارای محدودیت بوده و به یک منطقه خاص جغرافیایی اختصاص دارد و همین مسئله باعث می‌شود در تعمیم نتایج به کل جامعه احتیاط بیشتری بشود. پژوهشگران پژوهش حاضر پیشنهاد می‌کنند محققان بعدی کارکردهای اجرایی را در گروه‌های مختلف اختلالات عصبی رشدی (همچون اختلالات یادگیری، اُتیسم و نقص توجه و بیش‌فعالی) با شدت‌های متفاوت بررسی کنند تا از این راه بتوان درک بهتری از آسیب‌های احتمالی در این زمینه به دست آورد.

کارکردهای اجرایی در سطح ۰/۰۰۰۱ معنی‌دار است. همچنین تأثیر نقص در حرکات درشت (۰/۱۲) بر بروز اختلال کارکردهای اجرایی در سطح ۰/۰۰۴ معنی‌دار است؛ اما نقص در زبان بیانی و حرکات ظریف در پیش‌بینی اختلال کارکردهای اجرایی تأثیر معنی‌داری ندارند. به بیان دیگر وجود نقص در مهارت حرکتی درشت، مهارت زبان دریافتی و مهارت زبان ارتباطی باعث به وجود آمدن اختلال کارکردهای اجرایی می‌شود.

بحث

پژوهش حاضر نشان داد که نقص در زبان دریافتی و ارتباطی در پیش‌بینی اختلال کارکردهای اجرایی مؤثر است که این یافته با نتایج دیگر پژوهش‌ها [۲۷، ۳۳، ۳۹] همسوست. در تبیین این یافته بیشاپ و همکاران مطرح کردند که برای ارتباط بین کارکردها اجرایی و مهارت‌های زبان می‌توان سه مدل را مطرح کرد: ۱. کارکردهای اجرایی بر رشد زبان تأثیر دارد (برای مثال مهارت در توجه باعث یادگیری بهتر زبان می‌شود)؛ ۲. مهارت‌های زبانی بر رشد کارکردهای اجرایی تأثیرگذار است، زیرا کودکان با استفاده از گفتار درونی بر عملکرد بهتر کارکردهای اجرایی تأثیر می‌گذارند؛ ۳. ارتباط مستقیم علت و معلولی بین کارکردهای اجرایی و مهارت‌های زبان وجود ندارد، بلکه هر دو این مهارت‌ها تحت تأثیر رشد اولیه مغز است و زمانی هم که در هر دو این مهارت‌ها نقصی وجود دارد، حاصل تأثیر آسیب‌های ژنتیکی یا محیطی بر سیستم عصبی مغز است. برای اثبات یا رد مدل‌های مطرح‌شده، پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است و نتایج به‌دست‌آمده بیشتر نشان‌دهنده تأثیرپذیری رشد کارکردهای اجرایی از رشد زبان است؛ به عبارتی با تحقیقات انجام‌شده مشخص شده است که مهارت‌های زبانی یکی از عواملی است که در رشد کارکردهای اجرایی مؤثر است [۴۰].

ویگوتسکی جزو روان‌شناسان صاحب‌نامی بود که زبان و تأثیر منحصر به فرد آن بر رشد شناختی را مورد توجه قرار داد و مشخص کرد که رشد زبان، یادگیری، رشد حافظه، رشد توجه، خودتنظیمی و ادراک را تسهیل می‌کند [۴۱]. ویگوتسکی برای توجیه تأثیر رشد زبان بر مؤلفه‌هایی مانند خودتنظیمی و رشد حافظه و رشد توجه، روی عوامل اجتماعی و فرهنگی تأکید کرد ولی لوریا با گسترش نظریه ویگوتسکی در مورد ارتباط زبان و رشد شناختی، در تبیین این تأثیر از عملکرد ساختارهای مغزی به‌خصوص لوب پیشانی کمک گرفت. با توجه به اینکه رشد زبان باعث تسهیل انتقال تجربیات افراد می‌شود، به افراد کمک می‌کند بدون تجربه مستقیم و با استفاده از مفاهیم به مداخله در امور مختلف بپردازند که این امر خود باعث رشد فرایندهای شناختی سطح بالاتر مثل کارکردهای اجرایی می‌شود [۴۲].

از دیگر نتایج این پژوهش تأثیر نقص در مهارت‌های حرکتی درشت در پیش‌بینی اختلال کارکردهای اجرایی بود که این یافته

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همه شرکت‌کنندگان در مورد اهداف مطالعه و مزایای بالقوه آن مطلع شدند و از محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان حاصل کردند. آن‌ها در هر زمان آزاد بودند که مطالعه را ترک کنند.

حامی مالی

پژوهش حاضر هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تحقیق و بررسی، نگارش پیش‌نویس: کریم عبدالحمیدی؛ مدیریت پروژه، نظارت و ویراستاری: احمد عاشوری؛ بررسی منابع، تحلیل داده‌ها: فرهاد غدیری؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته، روش‌شناسی: علی محمدزاده.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان پژوهش حاضر هیچ‌گونه تعارض منافی ندارد.

تشکر و قدردانی

از مدیران و کارکنان مناطق پنج‌گانه آموزش و پرورش شهرستان تبریز و همچنین شرکت‌کنندگان در پژوهش که بدون هیچ‌گونه چشم‌داشتی، نهایت همکاری را داشتند نهایت تشکر را داریم.

References

- [1] Gunnar MR, Fisher PA. The Early Experience, Stress and Prevention Network. Bringing basic research on early experience and stress neurobiology to bear on preventive interventions for neglected and maltreated children. *Development and Psychopathology*. 2006; 18(3):651-77. [DOI:10.1017/S0954579406060330] [PMID]
- [2] Nelson CA, Bloom FE. Child development and neuroscience. *Child Development*. 1997; 68(5):970-87. [DOI:10.2307/1132045] [PMID]
- [3] Garon N, Bryson SE, Smith IM. Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*. 2008; 134(1):31-60. [DOI:10.1037/0033-2909.134.1.31] [PMID]
- [4] Lariche Z, Haghayegh SA. [The comparison of executive functions, risk behaviors, and academic motivation among adolescents with chronology type morningness and eveningness (Persian)]. *Iranian Journal of Psychiatry and Clinical Psychology*. 2018; 23(4):438-53. [DOI:10.29252/nirp.ijpcp.23.4.438]
- [5] Alloway TP, Alloway RG. Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*. 2010; 106(1):20-9. [DOI:10.1016/j.jecp.2009.11.003] [PMID]
- [6] Diamond A. Executive functions. *Annual Review of Psychology*. 2013; 64:135-68. [DOI:10.1146/annurev-psych-113011-143750] [PMID] [PMCID]
- [7] Alizadeh H. [Neurocognitive executive functions and their relationship with developmental disorders (Persian)]. *Advances in Cognitive Sciences*. 2007; 8(4):57-70. <http://icssjournal.ir/article-1-269-en.html>
- [8] Brydges CR, Reid CL, Fox AM, Anderson M. A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*. 2012; 40(5):458-69. [DOI:10.1016/j.intell.2012.05.006]
- [9] Neuenschwander R, Röthlisberger M, Cimeli P, Roebbers CM. How do different aspects of self-regulation predict successful adaptation to school? *Journal of Experimental Child Psychology*. 2012; 113(3):353-71. [DOI:10.1016/j.jecp.2012.07.004] [PMID]
- [10] Murdock KW, Oddi KB, Bridgett DJ. Cognitive correlates of personality: Links between executive functioning and the big five personality traits. *Journal of Individual Differences*. 2013; 34(2):97-104. [DOI:10.1027/1614-0001/a000104]
- [11] Razza RA, Blair C. Associations among false-belief understanding, executive function, and social competence: A longitudinal analysis. *Journal of Applied Developmental Psychology*. 2009; 30(3):332-43. [DOI:10.1016/j.appdev.2008.12.020] [PMID] [PMCID]
- [12] Bridgett DJ, Valentino K, Hayden LC. The contribution of children's temperamental fear and effortful control to restraint and seclusion during inpatient treatment in a psychiatric hospital. *Child Psychiatry & Human Development*. 2012; 43(6):821-36. [DOI:10.1007/s10578-012-0298-x] [PMID]
- [13] Fuster JM. The prefrontal cortex: Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. <https://books.google.com/books?id=YupqAAAAMAAJ&q>
- [14] Davidson MC, Amso D, Anderson LC, Diamond A. Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*. 2006; 44(11):2037-78. [DOI:10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006] [PMID] [PMCID]
- [15] Stuss DT, Benson DF. The frontal lobes. New York: Raven Press; 1986. <https://books.google.com/books?id=JO9qAAAAMAAJ&q>
- [16] Diamond A, Barnett WS, Thomas J, Munro S. Preschool program improves cognitive control. *Science*. 2007; 318(5855):1387-8. [DOI:10.1126/science.1151148] [PMID] [PMCID]
- [17] Carlson SM, White RE, Davis-Unger AC. Evidence for a relation between executive function and pretense representation in preschool children. *Cognitive Development*. 2014; 29:1-16. [DOI:10.1016/j.cogdev.2013.09.001] [PMID] [PMCID]
- [18] Carlson SM, Zelazo PD, Faja S. Executive function. In: Zelazo PD, editor. *The Oxford Handbook of Developmental Psychology*. Vol. 1: Body and Mind. New York: Oxford University Press; 2013. p. 706-743. [DOI:10.1093/oxfordhb/9780199958450.013.0025]
- [19] Müller U, Baker L, Yeung E. A developmental systems approach to executive function. In: Lerner RM, Benson JB, editor. *Embodiment and Epigenesis: Theoretical and Methodological Issues in Understanding the Role of Biology within the Relational Developmental System Part B: Ontogenetic Dimensions*. Advances in child development and behavior. *Advances in Child Development and Behavior*. Vol. 45. Waltham, MA: Academic Press; 2013. p. 39-66. [DOI:10.1016/B978-0-12-397946-9.00003-8] [PMID]
- [20] Kamijo K, Hayashi Y, Sakai T, Yahiro T, Tanaka K, Nishihira Y. Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *The Journals of Gerontology: Series B*. 2009; 64B(3):356-63. [DOI:10.1093/geronb/gbp030] [PMID]
- [21] Bahram A, Shafizadeh M. [Relationships between goal orientation and perceived ability with participation motivation in students (Persian)]. *Journal of Movement Science & Sports*. 2006; 3(6):53-69. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=62831>
- [22] Reeves L, Broeder CE, Kennedy-Honeycutt L, East C, Matney L. Relationship of fitness and gross motor skills for five- to six yr.-old children. *Perceptual and Motor Skills*. 1999; 89(3):739-47. [DOI:10.2466/pms.1999.89.3.739] [PMID]
- [23] Cleland FE, Gallahue DL. Young children's divergent movement ability. *Perceptual and Motor Skills*. 1993; 77(2):535-44. [DOI:10.2466/pms.1993.77.2.535] [PMID]
- [24] Piaget J, Inhelder B. *La Psychologie De L'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France; 1966. https://www.persee.fr/doc/pop_0032-4663_1967_num_22_5_11200
- [25] Bushnell EW, Boudreau JP. Motor development and the mind: The potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child Development*. 1993; 64(4):1005-21. [DOI:10.2307/1131323]
- [26] Goldshtrom Y, Korman D, Bendavid J. The effect of rhythmic exercise on cognition behavior of maltreated children: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2011; 15(3):326-34. [DOI:10.1016/j.jbmt.2010.06.006] [PMID]
- [27] Brace JJ, Morton JB, Munakata Y. When actions speak louder than words: Improving children's flexibility in a card-sorting task. *Psychological Science*. 2006; 17(8):665-9. [DOI:10.1111/j.1467-9280.2006.01763.x] [PMID]

- [28] Castaño J. [Neurobiological bases of language and its disorders (Spanish)]. *Revista de Neurologia*. 2003; 36(8):781-5. [DOI:10.33588/rm.3608.2002206] [PMID]
- [29] Schirmer CR, Fontoura DR, Nunes ML. [Language and learning disorders (Portuguese)]. *Jornal de Pediatria*. 2004; 80(2 Suppl):S95-103. [DOI:10.2223/1173]
- [30] Blumstein SE, Cooper WE, Goodglass H, Statlender Sh, Gotlieb J. Production deficits in aphasia: A voice-onset time analysis. *Brain and Language*. 1980; 9(2):153-70. [DOI:10.1016/0093-934X(80)90137-6]
- [31] Selikowitz M. *Dyslexia and other learning difficulties: The facts*. Oxford: Oxford Medical Publications. 1997. <https://books.google.com/books?id=VcN6arZn6j4C&dq>
- [32] Prizant BM, Audet LR, Burke GM, Hummel LJ, Maher SR, Theodore G. Communication disorders and emotional/behavioral disorders in children and adolescents. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1990; 55(2):179-92. [DOI:10.1044/jshd.5502.179] [PMID]
- [33] Kuhn LJ, Willoughby MT, Wilbourn MP, Vernon-Feagans L, Blair CB, The Family Life Project Key Investigators. Early communicative gestures prospectively predict language development and executive function in early childhood. *Child Development*. 2014; 85(5):1898-914. [DOI:10.1111/cdev.12249] [PMID] [PMCID]
- [34] Halse MK. Stability and predictors of change in executive functions from the age of 6 to 8 [MSc. thesis]. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology; 2014. https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/271228/733750_FULLTEXT01.pdf
- [35] Bernier A, Carlson SM, Whipple N. From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development*. 2010; 81(1):326-39. [DOI:10.1111/j.1467-8624.2009.01397.x] [PMID]
- [36] Alizadeh H, Zahedipour M. [Executive functions in children with and without developmental coordination disorder (Persian)]. *Advances in Cognitive Sciences*. 2004; 6(3-4):49-56. <http://icssjournal.ir/article-1-91-en.html>
- [37] Lambek R, Trillingsgaard A. Elaboration, validation and standardization of the Five to Fifteen (FTF) questionnaire in a Danish population sample. *Research in Developmental Disabilities*. 2015; 38:161-70. [DOI:10.1016/j.ridd.2014.12.018] [PMID]
- [38] Abdolmohammadi K, Ghadiri Sourman Abadi F, Ebrahimzadeh Kh, Alizadeh A, Zarean M, Nourafkan F. [Psychometric properties of developmental -behavioral problems questionnaire (FTF 5-15) in Iranian children aged 5-15 years (Persian)]. *Educational Measurement*. 2020; 10(39):1-15. [DOI:10.22054/JEM.2020.44493.1939]
- [39] Bishop DVM, Nation K, Patterson K. When words fail us: Insights into language processing from developmental and acquired disorders. *Philosophical transactions of the Royal Society B Biological Sciences*. 2014; 369(1634):20120403. [DOI:10.1098/rstb.2012.0403] [PMID] [PMCID]
- [40] Gooch D, Hulme C, Nash HM, Snowling MJ. Comorbidities in preschool children at family risk of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2014; 55(3):237-46. [DOI:10.1111/jcpp.12139] [PMID] [PMCID]
- [41] Vocate DR. *The theory of A. r. Luria: Functions of spoken language in the development of higher mental processes*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1987. https://books.google.com/books?id=h8J9Oq2_Jh8C&dq
- [42] Luria AR. *Language and cognition*. Wertsch JV, editor. Hoboken: Wiley; 1982.
- [43] Thomas JR, Moon DH. Measuring motor rhythmic ability in children. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education and Recreation*. 1976; 47(1):20-32. [DOI:10.1080/10671315.1976.10615336]
- [44] Sutoo D, Akiyama K. Regulation of brain function by exercise. *Neurobiology of Disease*. 2003; 13(1):1-14. [DOI:10.1016/S0969-9961(03)00030-5]
- [45] Golubović Š, Maksimović J, Golubović B, Glumbić N. Effects of exercise on physical fitness in children with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*. 2012; 33(2):608-14. [DOI:10.1016/j.ridd.2011.11.003] [PMID]
- [46] Diamond A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*. 2000; 71(1):44-56. [DOI:10.1111/1467-8624.00117] [PMID]
- [47] Davis EE, Pitchford NJ, Jaspan T, McArthur D, Walker D. Development of cognitive and motor function following cerebellar tumour injury sustained in early childhood. *Cortex*. 2010; 46(7):919-32. [DOI:10.1016/j.cortex.2009.10.001] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank