Advances in Cognitive Sciences
Vol 23, No. 4, Winter 2022
Research Article
Pages 18-32

The effects of two types Ebbinghaus visual illusion on changes perception of visual size and brain waves pattern in children with autism: A review of neurocognitive perspective

Mohammad Hossein Zamani[1], Hamid Reza Taheri Torbati[2*], Ali Reza Saberi Kakhki[3], Majid Ghoshoni[4]

1. PhD Student of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Professor of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Associate Professor of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4. Assistant Professor of Medical Engineering, Department of Medical Engineering, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

Recieved: 11 Aug. 2021
Revised: 16 Sep. 2021
Accepted: 21 Sep. 2021

Keywords
Visual illusion
Autism
Brain Waves
Perception

Corresponding author
Hamid Reza Taheri Torbati, Professor of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Email: Hamidtaheri@um.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.23.4.18

Abstract

Introduction: Several studies have examined visual illusion's effect on motor performance and the cognitive task of estimating target size in normal individuals. However, research that has used this approach on the cognitive function of children with autism and the underlying neurological mechanisms has been neglected. According to the neurological approach, the present study aimed to investigate the effects of Ebbinghaus visual illusion on changes in perception of target size and brain waves in children with autism.

Methods: The research was semi-experimental with pre-test and post-test design with three groups (two experimental groups and one control group). The study's statistical population included all right-handed children with autism aged eight-ten years old in Mashhad. Thirty-three children with autism were selected by the available sampling method and randomly divided into three groups of 11 people. The research instruments included visual illusion targets for training and an EEG device for recording brain waves. Analysis of covariance and analysis of variance with repeated measures was used to analyze the data.

Results: Visual illusion significantly affect changes in target size and alpha brain waves so that the larger perceived group was more associated with alpha wave reduction.

Conclusion: Due to the identification of the neural mechanism underlying visual illusion, it can be used as an effective training method in perceptual problems in children with autism.

Citation: Zamani MH, Taheri Torbati HR, Saberi Kakhki AR, Ghoshoni M. The effects of two types Ebbinghaus visual illusion on changes perception of visual size and brain waves pattern in children with autism: A review of neurocognitive perspective. Advances in Cognitive Sciences. 2022;23(4):18-32.

Extended Abstract

Introduction

Perception of the size of human vision (The size of Ebbinghaus illusion circles) is not an objective reflection of the physical size of objects; and instead, it is more due to the interaction of external sensory information and internal state. The results show that the processing of visual size illusion is somewhat inherent, and the amount of visual size illusion is related to the inherent activity of the human brain. During awakening, human EEG activity can reflect

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

cortical functions in the absence of sensory input. One of the EEG waves directly related to visual size perception is the alpha wave; most visual illusion studies have used this wave for their studies. The results of brainwave research on visual illusion have shown that alpha-band suppression is significantly associated with perceptual errors. In other words, the decrease in the alpha wave is strongly associated with the overestimation of the target size in the visual field. This research is more common in the general public and does not include specific individuals such as children with autism. On the other hand, according to the week central cohesion theory, children with autism are not sensitive to visual illusion. However, there are contradictions between the researches in this field. Therefore, the present study's hypothesis is that children with autism are susceptible to visual illusion and the reduction in the alpha wave of the visual area about visual perception can also be generalized to the autistic population.

Methods

According to the predicted goals, the present study was of a quasi-experimental type with pre-test and post-test design with three control and experimental groups. This study included pre-test and post-test stages. A total of 33 children with autism ranging in age from eight to ten years (33 boys; mean age: 9.04, standard deviation 0.75 and right-handed) were selected by available sampling method to participate in the study and randomly selected in the three groups of 11 people was divided (two experimental groups, one control group). The goal used to perceive the target size was Ebbinghaus visual illusion. These goals are perceived as either larger or smaller. Then, the subjects first estimated the central target in the condition without visual illusion. They then performed a throwing 200 throw trial under visual illusion conditions and re-estimated the target size (in the presence of visual illusion). Brain data collection was performed by a 32-channel Mitsar-202 brainwave recording device made in Russia. Besides, data catch channels include O1-O2. Accordingly, the EEG data were measured in two stages: pre-test and post-test. In the pre-test stage, alpha-band activity (8-12Hz) in the O1-O2 region was measured in the two channels. The electrode junction was located in the occipital region. The reason for choosing this area is that this area of the brain has been used to record waves in research on visual error. At the end of the training protocols (200 throw trails with visual and control error conditions), the alpha band activity was measured again in the O1-O2 area. Statistical tests of mixed analysis of variance with repeated measures and analysis of covariance were used to analyze the data.

Results

The study's results in the perceptual task section of the target size revealed that the groups perceived the size of the center circle differently. Overall, these results suggested that training with visual illusion has affected perceptual task changes in target size; because there was a significant difference between the research groups in estimating the target size. Thus, when the center circle was surrounded by smaller circles, its perceived size was larger than when it was surrounded by larger circles, and when the center circle was surrounded by larger circles; its perceived size was smaller than when it was surrounded by smaller circles. Also, the results of the ANCOVA test showed that training with visual illusion has a significant effect on changes in the pattern of alpha brain waves. Also, the results of between-group differences showed that there was a significant difference between the research groups and the visual illusion groups that perceived the target as larger and smaller than the control group, which led to a more significant reduction in the alpha wave from pre-test to post-test. Also, among the visual illusion groups, the larger perceived visual il-

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

lusion group showed a significant decrease in alpha wave compared to the perceived smaller visual illusion group. Thus, it can be said that a target surrounded by smaller circles, which show a larger target, is more associated with a decrease in the alpha wave of the visual area.

Conclusion

The results of this study showed that children with autism, like normal people and their peers, are sensitive to visual illusion as a cognitive task. These results pose a further challenge to the theory of weak central cohesion. Regarding the neural part, the results showed that visual illusion has significantly affect alpha brain wave changes; this effect was shown to be a more significant reduction in the alpha wave in the group of larger perceived visual illusion. Therefore, the results of this study can be used by people who work with children with autism in the field of perceptual processing. Children with autism are less susceptible to visual errors, which prove the theory of poor central cohesion. Visual errors are used as an accurate and valid tool to diagnose autism. Therefore, according to these results, it is necessary to develop early therapies to strengthen central cohesion in children at risk of autism. Therefore, the current research's results suggest to educators and people with autism that training and intervention with any of the visual conditions can be improved the field of cognitive task learning in children with autism and can be helped to central cohesion of these people. Of course, it should be noted that this research is the first research conducted in this field, and the need for more research with different protocols is felt in these people and other disorders.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The present study included ethical principles, such as obtaining informed consent, the principle of confidentiality of participants to keep their information confidential, and the coding of participants' names. The study also provided sufficient information on conducting the research. In addition, participants were free to withdraw from the study.

Authors' contributions

Article writing: Mohammad Hossein Zamani; Analysis of statistical findings and scientific and literary editing of the article: Hamidreza Taheri and Alireza Saberi, Brain wave analysis and EEG findings: Majid Qashouni.

Funding

The amount of ten million Rails from the financial resources of Ferdowsi University was allocated for this research.

Acknowledgments

We would like to thank all the participants in this study and all the teachers, principals, and staff of the exceptional schools in Mashhad who cooperated with us in compiling the present study's findings. It should be noted that this article is taken from the doctoral dissertation with code 52136 at Ferdowsi University of Mashhad.

Conflict of interest

The authors of the present article declared that there is no conflict of interest in conducting this research.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

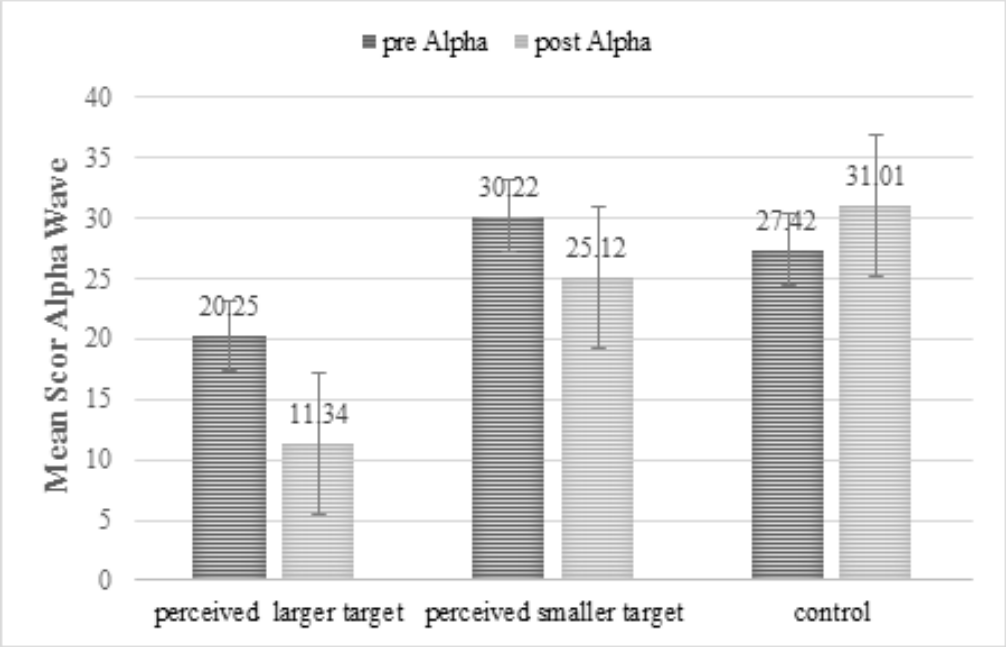


Figure 1. Average alpha wave scores of the visual area before training, after training with visual illusion

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰
صفحات ۳۲-۱۸
مقاله پژوهشی

تأثیر دو نوع خطای بینایی ابینگهاوس بر تغییرات ادراک سایز بینایی و الگوی امواج مغزی در کودکان اوتیسم: بررسی یک دیدگاه عصب‌شناختی

محمد حسین زمانی[۱]، حمیدرضا طاهری تربتی[۲*]، علی‌رضا صابری کاخکی[۳]، مجید قشونی[۴]

۱. دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲. استاد رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳. دانشیار رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴. استادیار گروه مهندسی پزشکی، گروه مهندسی پزشکی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰
اصلاح نهایی: ۱۴۰۰/۰۶/۲۵
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰

واژه‌های کلیدی
خطای بینایی
اوتیسم
امواج مغزی
ادراک

نویسنده مسئول
حمیدرضا طاهری تربتی، استاد گروه رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

ایمیل: Hamidtaheri@um.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.23.4.18

چکیده

مقدمه: مطالعات چندی به بررسی تاثیر خطای بینایی بر عملکرد حرکتی و تکلیف شناختی تخمین سایز هدف در افراد عادی پرداخته‌اند. اما پژوهشی که به استفاده از این رویکرد بر عملکرد شناختی کودکان اوتیسم و بر مکانیسم‌های زیربنایی عصب‌شناختی پرداخته باشد؛ مغفول مانده است. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات خطای بینایی ابینگهاوس بر تغییرات ادراک سایز هدف و امواج مغزی در کودکان اوتیسم با توجه به رویکرد عصب‌شناختی بود.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با ۳ گروه (۲ گروه تجربی و یک گروه گواه) بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کودکان اوتیسم ۱۰ ساله پسر راست دست در سال ۱۴۰۰ شهرستان مشهد بود. ۳۳ کودک اوتیسم با روش نمونه‌گیری در دسترس به عنوان نمونه انتخاب و به صورت تصادفی در ۳ گروه ۱۱ نفری (۲ گروه تجربی و یک گروه گواه) جایگزین شدند. ابزار پژوهش شامل هدف خطای بینایی جهت تمرین و دستگاه الکترونسفالوگرام ثبت امواج مغزی بود. از آزمون‌های آماری تحلیل کوواریانس و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: خطای بینایی بر تغییرات سایز هدف و تغییرات امواج مغزی آلفا تاثیر معناداری دارد ($P<۰/۰۵$). همچنین گروه بزرگ‌تر ادراک شده ارتباط بیشتری با کاهش موج آلفا داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به مشخص شدن مکانیسم عصبی زیربنای خطای بینای که کاهش در موج آلفا ناحیه بینایی می‌باشد، می‌توان از آن به عنوان یک روش تمرینی موثر در مشکلات ادراکی کودکان اوتیسم بهره برد.

مقدمه

ادراک اندازه بینایی انسان انعکاسی عینی از اندازه فیزیکی اشیا نیست، بلکه بیشتر ناشی از تعامل اطلاعات حسی بیرونی و حالت درونی است. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که مکانیسم‌های شناختی درگیر در پردازش ادراک اندازه بینایی وابسته به زمینه، همان‌طور که توسط خطاهای اندازه بینایی نشان داده شده است، حداقل می‌توانند تا حدی ماهیت ذاتی داشته باشند. قابل توجه است که، خطاهای اندازه بصری را می‌توان در حیواناتی مشاهده کرد که در یک روش یکسان با انسان‌ها خطای اندازه را تجربه می‌کنند (۱)، و این پیشنهاد می‌کند که درک خطاهای اندازه بینایی ذاتا با تکامل تدریجی حاصل شود (۴-۲).

بنابراین، اگر پردازش خطاهای اندازه بینایی تا حدی ذاتی باشد، میزان خطاهای اندازه بصری باید ارتباطی با فعالیت ذاتی مغز انسان نشان دهد. فعالیت الکترونسفالوگرام (Electroencephalography (EEG)) انسان

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

در هنگام بیداری می‌تواند عملکردهای قشر مغز را در غیاب ورودی حسی منعکس کند (۵). فعالیت خود به خودی EEG در باند آلفا (۸ تا ۱۲ هرتز) به عنوان یک ریتم در نظر گرفته می‌شود، که منعکس‌کننده فعالیت قشری، هوشیاری و تحریک مداوم است و بیشتر پژوهش‌ها خطای بینایی از این موج برای بررسی‌های خود استفاده کرده‌اند (۶، ۷). نتایج تحقیقات امواج مغزی در ارتباط با خطای بینایی نشان داده است که سرکوب باند آلفا ارتباط معناداری با خطاهای ادراکی دارد. برای نمونه، Faivre و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که در حین خطای بینایی دست رابر باند آلفا به صورت قوی در شرکت‌کنندگان سرکوب شد (۸). همچنین، قدرت نوسان آلفا در سایر خطاهای بینایی و چند حسی، با تعدیل تحریک‌پذیری نورون‌های قشر حسی و تنظیم اتصالات قشر مغز درگیر بود (۹). نشان داده شده است که قدرت باند آلفا باعث تحریک‌پذیری قشر بینایی شده؛ و اگر قدرت باند آلفا در قشر بینایی پایین باشد، تحریک‌پذیری قشر بینایی بالا می‌رود؛ بنابراین چنین چیزی قشر بینایی را به ادراک گمراه‌کننده در خطاها حساس‌تر می‌کند (۹). همچنین Lange و همکاران (۲۰۱۴) در مورد نقش نوسانات آلفا بر ادراک خطا نشان دادند که باند آلفا حالت‌های مغز را در ارتباط با ادراک خطا تعیین می‌کند. جدای از این نتایج Lange و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که نوسانات مداوم آلفا (سرکوب یا کاهش آن) بر ادراک خطاهای مختلف (بینایی و شنوایی) تاثیر دارد. در جدیدترین پژوهش انجام شده در این زمینه؛ Chen و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات EEG و تفاوت‌های فردی در ادراک سایز خطای بینایی ابینگهاوس پرداختند. در این پژوهش دایره استاندارد (شرایط گواه بدون خطای بینایی) و دایره آزمون (خطای بینایی ابینگهاوس کوچک‌تر و بزرگ‌تر) برای ۲۰۰ میلی‌ثانیه به طور پی در پی ارائه شدند، و ترتیب آنها در سرتاسر آزمایش متعادل‌سازی شده بود. تکلیف شرکت‌کنندگان این بود که با فشار دادن یک دکمه دایره‌ای را که بزرگ‌تر است انتخاب کنند. همچنین در این تحقیق تغییرات فعالیت عصبی باند آلفا (۱۲-۸ هرتز) در نواحی بینایی و گیجگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که خطای بینایی بزرگ‌تر ادراک شده با فعالیت موج آلفا پایین‌تر در ناحیه‌های بینایی و گیجگاهی مرتبط می‌باشد. نتایج این تحقیق یک توضیح عصبی برای تفاوت فردی در عملکرد شناختی شرکت‌کنندگان عادی در تکالیف خطای بینایی (ابینگهاوس) ارائه می‌دهد. در تحقیق Chen و همکاران (۲۰۲۰) تغییرات امواج مغزی آلفا استراحت در ارتباط با یک تکلیف شناختی (تخمین سایز خطای ابینگهاوس) تحت تاثیر ارائه یک محرک بر روی نمایشگر بود. اما در تحقیق حاضر، تغییرات سایز هدف و تغییرات امواج آلفا تحت تاثیر یک دوره تمرین پرتابی با خطای بینایی بررسی شد تا مشخص شود که آیا تمرین با شرایط خطای بینایی بر تکلیف شناختی (تخمین سایز هدف) و تغییرات امواج مغزی اثرگذار بوده یا نه؟ همچنین نتایج تحقیقات انجام شده در این زمینه در مورد افراد عادی بوده و جامعه هدف آنها افراد دارای اوتیسم نمی‌باشد. نتایج تحقیقات قبلی در زمینه افراد دارای اختلالات روان‌پزشکی دیگر، از قبیل سندرم X شکننده (۱۰)، اسکیزوفرنی (۱۱)، آلزایمر و اختلالات شناختی ملایم (۱۲)، و اختلال بیش‌فعالی/نقص توجه (۱۳) نشان از کاهش فعالیت آلفا حالت-استراحت می‌باشد. اما، ما در این تحقیق نوسانات موج آلفا را هم در حالت پیش‌آزمون (قبل از تمرین با شرایط خطای بینایی) و هم در حالت پس‌آزمون (بعد از تمرین با شرایط خطای بینایی) در کودکان اوتیسم اندازه‌گیری کردیم؛ تا این فرضیه را بررسی کنیم که آیا در موج آلفا تحت تاثیر خطای بینایی کاهشی ایجاد می‌شود. همچنین، آیا تمرین با خطای بینایی می‌تواند بر نتایج تکلیف شناختی تخمین سایز هدف اثرگذار باشد. این تحقیق، جزو اولین تحقیق‌های انجام شده در زمینه خطای بینایی و ادراک سایز هدف و تغییرات امواج مغزی آلفا در کودکان اوتیستیک می‌باشد.

از طرف دیگر، یکی از مهم‌ترین نظریه‌هایی که پردازش ادراکی را در افراد اوتیسم توضیح دهد؛ نظریه انسجام مرکزی ضعیف (Weak Central Coherence Theory) می‌باشد. مطابق با این نظریه کودکان اوتیستیک نسبت به افراد همتا و عادی خود حساسیت کمتری را به خطاهای بینایی (ابینگهاوس، مولر-لایر، پونزو) نشان می‌دهند (۱۴). همچنین، بر اساس این نظریه، اوتیسم می‌تواند کمتر به خطاهای بینایی مبتنی بر شاخص‌های جهانی یا یکپارچگی عناصر محلی حساس باشد. این نظریه تلاش می‌کند تفاوت‌های یادگیری و شناختی در این افراد را شرح دهد. مطابق این مدل افراد مبتلا به اتیسم به تمرکز بر عناصر جزئی همراه با پردازش متفاوت عناصر کلی محرک یا یکپارچگی اجزای آن به عنوان یک واحد مسنجم تمایل دارند. این مدل توضیحی برای رفتارهای مشاهده شده در افراد مبتلا به اوتیسم حین انجام تکالیف بصری و زبانی فراهم می‌کند. به عبارت دیگر افراد مبتلا به اوتیسم برای استخراج معنی به پردازش جزئی ویژگی‌های محرک بیشتر از پردازش کلی‌نگر تمایل دارند. در تکالیف بصری فضایی و شنیداری این گروه از افراد متمایل به پردازش جزئی بودند. همچنین این مدل توضیحات کافی در رابطه با رفتارهای مشاهده شده در در حوزه شناختی (همان تکلیف شناختی تخمین سایز در خطاهای بینایی ابینگهاوس و مولر-لایر) ارائه نکرده و همچنین در مورد پیش‌بینی‌های این مدل تناقضات زیادی وجود دارد (۱۵). در طول ۱۵ سال گذشته، مطالعه زیادی برای بررسی نظریه انسجام مرکزی ضعیف و به طور کلی، ویژگی‌های ادراکی مشاهده شده در افراد مبتلا به اوتیسم، از خطاهای بصری استفاده کرده

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

اند (۱۷-۱۵)؛ که به نتایج متناقضی در این زمینه دست یافته‌اند. در این تحقیقات خطاهای مورد نظر در مقابل کودکان اوتیسم قرار داده شده و از آنها درخواست می‌شد که به تخمین سایز هدف به عنوان یک تکلیف شناختی یا ادراکی بپردازند. اما، ما در این تحقیق افراد اوتیسم را با شیوه جدیدی مورد آزمایش قرار دادیم؛ که در این شرایط افراد یک بار پیش از تمرین با خطای بینایی و یک بار پس از تمرین با خطای بینایی تکلیف ادراکی سایز هدف را اجرا کردند. بنابراین، ممکن است شرایط تمرینی پرتاب شی (کیسه لوبیا) به سمت اهداف خطاهای بینایی حساسیت افراد اوتیسم را نسبت به این خطاها بیشتر کرده به تبع آن کاهش چشم‌گیری در مشکلات پردازش ادراکی این دسته از افراد ایجاد کند.

بنابراین، از آن جا که مکانیسم‌های زیربنایی اثرگذار خطای بینایی مشخص نمی‌باشد، ما در این پژوهش دو شرایط خطای بینایی (ادراک بزرگ‌تر و کوچک‌تر به نظر رسیده) و یک شرایط گواه (بدون اهداف خطای بینایی) را با تکلیف ادراکی و تغییرات امواج مغزی بررسی خواهیم کرد. همچنین، از طرف دیگر، پژوهش‌های انجام شده پیرامون نظریه انسجام مرکزی ضعیف تنها در خارج کشور انجام شده، و پژوهشی که به مساله پردازش ادراکی کودکان اوتیسم با خطای بینایی در داخل کشور پرداخته باشد انجام نشده است. در کل، این پژوهش جدای از بررسی مکانیسم عصب‌شناختی زیربنای خطای بینایی، به دنبال توضیحی برای تایید یا عدم تایید نظریه انسجام مرکزی ضعیف در کودکان اوتیسم می‌باشد.

روش کار

پژوهش حاضر، با توجه به اهداف پیش‌بینی شده، از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با ۳ گروه تجربی و گواه بود. همچنین با توجه به طول زمان اجرا از نوع مقطعی و به لحاظ استفاده از نتایج به دست آمده، کاربردی بود. جامعه آماری شامل کلیه کودکان اوتیسم پسر شهر مشهد در سال ۱۴۰۰ بود. با مراجعه به مدارس و مراکز سطح شهر مشهد، تعداد ۳۳ کودک اوتیسم با دامنه سنی ۸ تا ۱۰ سال (۳۳ پسر؛ میانگین سنی: ۹/۰۴، انحراف معیار ۰/۷۵ و راست دست) به روش نمونه‌گیری در دسترس برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی در ۳ گروه ۱۱ نفری قرار گرفتند (۲ گروه تجربی و ۱ گروه گواه). کلیه والدین شرکت‌کنندگان فرم رضایت شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. معیار ورود شامل موارد زیر بود: سن ۱۰-۸ سال، دارا بودن اختلال طیف اوتیسم بر پایه راهنمای تشخیصی و آماری اختلالات روانی، ویرایش ۵، (۱۸)، داشتن بهره هوشی طبیعی بالای ۷۵ مطابق با آزمون لیتر (۱۹)، فقدان بیماری‌های همزمان از قبیل بیش‌فعالی/نقص توجه، صرع، کم‌توانی ذهنی، داشتن بینایی سالم و راست دست بودن. در صورتی که افراد هر یک از شرایط فوق‌الذکر را دارا نبودند از روند شرکت در مطالعه کنار گذاشته شدند. تشخیص و آزمایش ضریب هوشی اوتیسم توسط یک روان‌پزشک متخصص صورت گرفت. لازم به ذکر است که در مورد محرمانه بودن اطلاعات به والدین شرکت‌کنندگان اطمینان خاطر داده شد.

ابزار

هدف خطای بینایی مورد استفاده در این تحقیق مشابه با کارهای قبلی انجام شده در این زمینه بود (۲۰) که تصویر آن در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر سه شرایط بدون خطای بینایی، خطای بینایی بزرگ‌تر و کوچک‌تر، شعاع دایره مرکز ۱۰ سانتی‌متر بود. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، هدف مربوطه با دایره‌های متحدالمرکزی پوشانده شده است. تعداد دایره‌های کوچک ۸ و تعداد دایره‌های بزرگ ۵ عدد می‌باشد. شعاع ۸ دایره کوچک که هدف مرکزی را احاطه کرده است ۳/۸ سانتی‌متر و شعاع ۵ دایره بزرگ ۲۸ سانتی‌متر می‌باشد. این ابعاد دایره‌ها باعث می‌شود که فرد دچار خطا در ادراک خود نسبت به اندازه هدف شده و هدف سمت راست (C) را در شکل ۱ کوچک تر از هدف وسط (B) مشاهده کند. همچنین هدف (A) مربوط به گروه گواه (بدون دایره‌های احاطه شده) می‌باشد. لازم به ذکر است که اهداف مربوطه بر روی یک چمن مصنوعی سبز رنگ (۳۰۰ × ۱۰۰ سانتی‌متر) طراحی شد.

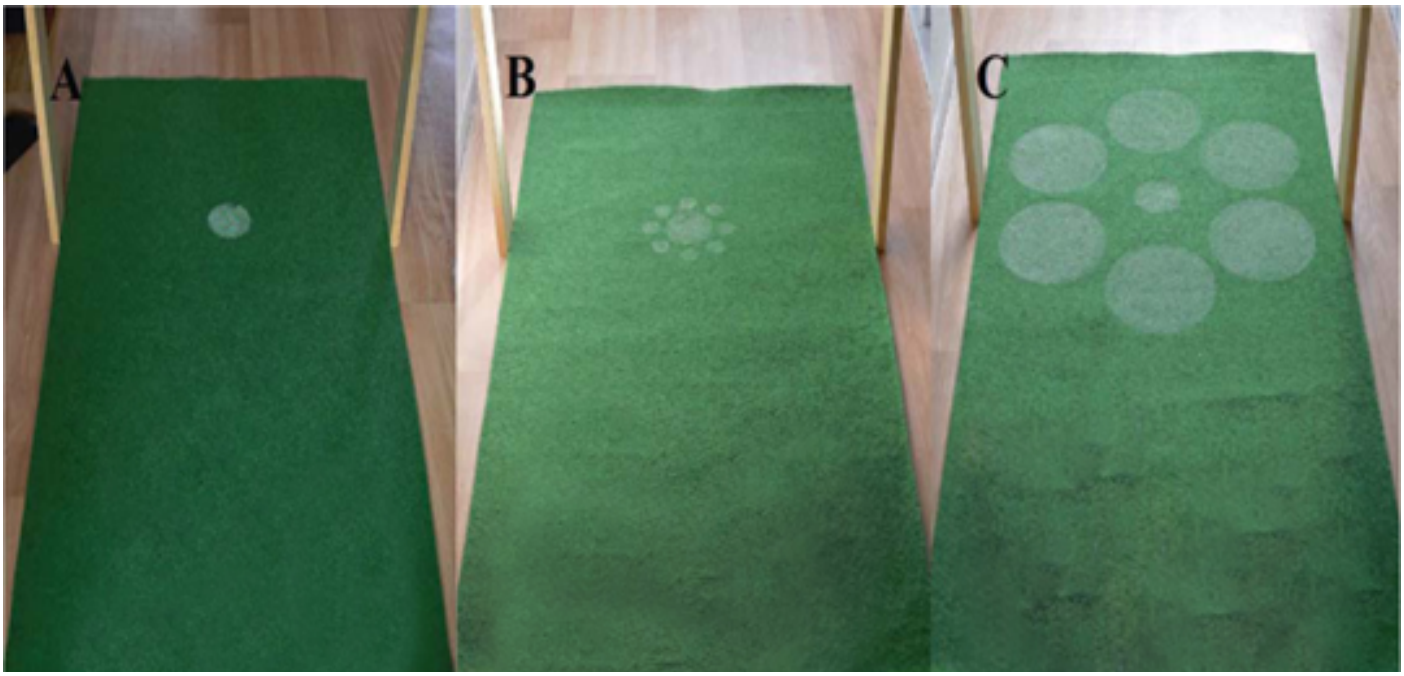
برای ایجاد اثرات خطای بینایی و تکمیل تکلیف شناختی تخمین سایز هدف، قبل از تمرین (یعنی؛ در شرایط گواه) و بعد از تمرین با خطای بینایی، تمامی شرکت‌کنندگان با کشیدن یک دایره بر روی کاغذ تلاش کردند که قطر دایره هدف را به عنوان یک تکلیف ادراکی یا شناختی تخمین بزنند. لازم به ذکر است که تخمین دایره در حالی انجام شد که شرکت‌کنندگان به صورت ایستاده روبروی هدف (در فاصله ۲ متری) قرار گرفته بودند.

این مطالعه در آزمایشگاه دانشگاه فردوسی انجام شد. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به یکی از سه گروه پژوهش تقسیم‌بندی شدند: خطای بینایی ادراک بزرگ‌تر، خطای بینایی ادراک کوچک‌تر و گروه گواه. در ابتدا یک جلسه آشناسازی، شامل چگونگی اجرای مهارت پرتاب از پایین شانه (نمایش توسط خود محقق) به سمت اهداف و آشناسازی با شرایط خطای بینایی برگزار شد. آزمودنی‌ها در این جلسه درباره نحوه شیوه کار دستورالعمل کلامی توسط آزمونگر دریافت کردند. پس از این که آزمودنی‌ها با روال کار آشنا شدند، قطر (سایز) دایره هدف (دایره سمت چپ در شکل ۱) به عنوان مرحله پیش‌آزمون توسط آزمودنی‌ها

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

بر روی یک کاغذ طراحی شد (۲۱). سپس، دایره‌های مربوطه اطراف هدف طراحی شدند. این طراحی از این جهت بود که شرایط خطای بینایی ایجاد گردد (شکل ۱ را ببینید). مداخله تمرینی گروه‌ها در این پژوهش شامل ۲۰ بلوک ۱۰ کوششی (۲۰۰ کوشش) مهارت پرتاب از پایین شانه با یک دقیقه استراحت بین کوشش‌ها تحت هر دو شرایط خطای بینایی و گواه در گروه‌های جداگانه بود (۲۲). لازم به ذکر است که کوشش‌های تمرینی در دو روز و هر روز ۱۰۰ کوشش اجرا گردید.

بعد از مداخله تمرینی یا تکمیل کوشش‌ها، مجددا از شرکت‌کنندگان درخواست شد که قطر دایره هدف را به عنوان یک تکلیف شناختی تخمین بزنند. لازم به ذکر است که در پس‌آزمون شرکت‌کنندگان مطابق با شکل ۱ قطر دایره هدف را تخمین می‌زدند؛ یعنی گروه ادراک کوچک‌تر قطر دایره مرکز سمت راست، گروه ادراک بزرگ‌تر قطر دایره سمت وسط و گروه گواه قطر دایره را تحت شرایط بدون خطای بینایی تخمین زدند.



شکل ۱. اهداف پژوهش. سمت چپ: هدف بدون خطای بینایی؛ وسط: هدف بزرگ‌تر ادراک شده؛ سمت راست: هدف کوچک‌تر ادراک شده

ثبت داده‌ها مغزی به وسیله دستگاه ثبت امواج مغزی ۳۲ کاناله مدل Mitsar-202 ساخت کشور روسیه انجام شده است. نحوه قرار دادن الکترودها بر روی سر مطابق با سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ بوده است و ثبت به صورت تک قطبی نسبت به مرجع میانگین دو گوش انجام شد. کانال‌های اخذ داده شامل O2-O1 است. کانال O1 در قسمت سمت چپ و کانال O2 در قسمت سمت راست ناحیه بینایی (پشت سر) قرار دارند و سیگنال‌های مربوط به این ناحیه را نشان می‌دهند. در این پژوهش از کلاه الکتروکپ و تزریق ژل رسانا ELECTRO-GEL جهت کاهش امپدانس پوست سر به ۵ کیلو اهم، برای ثبت سیگنال EEG استفاده شد. اخذ داده‌ها در اتاق مخصوص ثبت سیگنال‌های حیاتی در آزمایشگاه تخصصی رفتار حرکتی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه فردوسی مشهد و در مکانی ساکت و به دور از نویزهای محیطی انجام شد.

همچنین، به منظور پیش‌پردازش سیگنال مغزی، با استفاده از نرم‌افزار WinEEG حذف نویز و حذف آرتیفکت حرکتی از داده‌ها انجام شده است. جهت حذف اثر نویز از فیلترهای دیجیتال دستگاه با فرکانس قطع پایین ۰/۳ هرتز و فرکانس قطع بالای ۷۰ هرتز استفاده شده است. همچنین یک فیلتر Notch نرم‌افزاری در فرکانس ۵۵-۴۵ هرتز جهت حذف نویز برق شهر استفاده شده است. بعد از پیش‌پردازش، داده‌ها به نرم‌افزار Neuroguide منتقل گردید و در آنجا مقادیر کمی سیگنال شامل توان باندهای مختلف فرکانسی امواج مغزی استخراج شد. داده‌های مربوط به EEG در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. در مرحله پیش‌آزمون فعالیت باند آلفا (۱۲-۸Hz) در کانال‌های O2-O1 اندازه‌گیری شد. محل اتصال الکترودها واقع در ناحیه پس‌سری بود. علت انتخاب این ناحیه به این دلیل می‌باشد که در تحقیقات انجام شده در مورد خطای بینایی از این ناحیه مغزی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

برای ثبت امواج استفاده کرده‌اند (۱). پس از اتمام پروتکل‌های تمرینی (۲۰۰ کوشش پرتاب با شرایط‌های خطای بینایی و گواه) مجددا در پس‌آزمون فعالیت باند آلفا در ناحیه O2-O1 اندازه‌گیری شد.

جهت بررسی تاثیر تمرین با خطای بینایی بر تکلیف شناختی تخمین سایز هدف از آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه گیری تکراری (۳ گروه×۲ آزمون) استفاده شد. برای بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های EEG از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون و بررسی تفاوت بین گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس (۳ گروه × ۲ آزمون) استفاده گردید. سطح معناداری ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS-21 اجرا شد.

یافته‌ها

برای بررسی تاثیر خطای بینایی بر تغییرات ادراک سایز هدف در کودکان اوتیسم از آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری مکرر (قبل از تمرین و بعد از تمرین) استفاده شد.

جدول ۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری مکرر تکلیف ادراکی تخمین سایز هدف

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتای سهمی
آزمون	۰/۸۷	۱	۰/۸۷	۱/۱۸	۰/۲۸۵	۰/۰۳۸
آزمون*گروه	۳/۸۰	۲	۱/۹۰	۲/۵۷	۰/۰۹۳	۰/۱۴۷
خطا (آزمون)	۲۲/۱۶	۳۰	۰/۷۳	.....	.....	.....
گروه	۴۰/۲۸	۲	۲۰/۱۴	۱۸/۰۶	۰/۰۰۱*	۰/۵۴۶
خطا (گروه)	۳۳/۴۵	۳۰	۱/۱۱	.....	.....	.....

بدین صورت، هنگامی که دایره مرکز توسط دایره‌های کوچک‌تر احاطه شده بود، اندازه ادراک شده آن بزرگ‌تر از زمانی بود که توسط دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده بود و هنگامی که دایره مرکز توسط دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده بود، اندازه درک شده آن کوچک‌تر از زمانی بود که توسط دایره‌های کوچک‌تر احاطه شده بود (شکل ۲ را در سمت چپ و وسط ببینید).

شکل ۲. تغییرات ادراکی سایز هدف، به عنوان تابعی از نوع خطای بینایی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

برای بررسی تاثیر خطای بینایی بر تغییرات الگوی امواج مغزی آلفا در کودکان اوتیسم از آزمون تحلیل کوواریانس (قبل از تمرین و بعد از تمرین) استفاده کردیم؛ که نتایج این بخش در جدول ۲ خلاصه شده است.

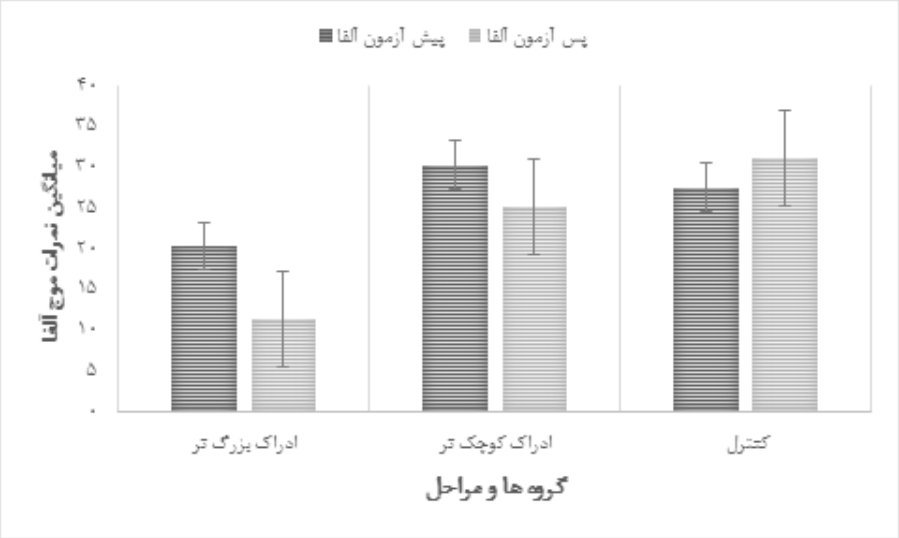
همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در ابتدا جهت تایید پیش‌فرض اصلی آزمون تحلیل کوواریانس، پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که تعامل بین متغیر مستقل و متغیر کووریت ($F=۲/۳۹$، $P=۰/۱۱$، $\eta^2=۰/۱۵۰$) معنادار نیست؛ در نتیجه پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون رعایت شده است.

با توجه به تایید پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون در آزمون آنکوا، ما به بررسی تاثیر تمرین با خطای بینایی بر تغییرات الگوی امواج مغزی آلفا پرداختیم. نتایج آزمون آنکوا در جدول ۲ نشان داد که تمرین با خطای بینایی بر تغییرات الگوی امواج مغزی آلفا ($\eta^2=۰/۶۳۷$، $F=۵۰/۸۲$، $P=۰/۰۰۱$) تاثیر معناداری دارد.

همچنین نتایج مربوط به تفاوت بین گروهی ($P=۰/۰۰۱$، $\eta^2=۰/۷۰۶$، $F=۳۴/۷۴$) نیز نشان داد که بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری وجود داشته و گروه‌های خطای بینایی بزرگ‌تر و کوچک‌تر ادراک شده نسبت به گروه گواه منجر به کاهش معنادار بیشتری در موج آلفا از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون شده بودند. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین گروه‌های خطای بینایی بزرگ‌تر ادراک شده با خطای بینایی کوچک‌تر ادراک شده ($P=۰/۰۴۶$) و کنترل ($P=۰/۰۰۱$)، و خطای بینایی کوچک‌تر ادراک شده با کنترل ($P=۰/۰۰۱$) تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین، از بین گروه‌های خطای بینایی گروه خطای بینایی بزرگ‌تر ادراک شده نسبت به گروه خطای بینایی کوچک‌تر ادراک شده کاهش بیشتری را در موج آلفا از خود نشان داد. بنابراین، می‌توان گفت که هدفی که با دایره‌های کوچک‌تر احاطه شده، و هدف را بزرگ‌تر نشان می‌دهد ارتباط بیشتری با کاهش موج آلفا دارد. همچنین، جهت نمایش بهتر داده‌های تحقیق در این بخش شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای تغییرات امواج مغزی آلفا

منبع تغییرات	مجموع مجذورات	df	میانگین مجذورات	F	P	مجذور اتا
پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون	۲۳/۱۶	۲	۱۱/۵۸	۲/۳۹	۰/۱۱	۰/۱۵۰
پیش آزمون	۲۶۹/۸۱	۱	۲۶۹/۸۱	۵۰/۸۲	*۰/۰۰۱	۰/۶۳۷
گروه	۳۶۸/۹۷	۲	۱۸۴/۴۸	۳۴/۷۴	*۰/۰۰۱	۰/۷۰۶
خطا	۱۵۳/۹۶	۲۹	۵/۳۰	.....	.....	.....



شکل ۳. میانگین نمرات موج آلفا ناحیه بینایی قبل از تمرین، بعد از تمرین با خطای بینایی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

بحث

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر خطای بینایی بر تغییرات ادراک سایز هدف و الگوی امواج مغزی به توجه به رویکرد عصب‌شناختی در کودکان اوتیسم بود. ما در این پژوهش دو دیدگاه ادراکی (تخمین سایز هدف به عنوان یک تکلیف شناختی) و عصبی (تغییرات امواج مغزی آلفا در ناحیه بینایی) را تحت تاثیر خطای بینایی بررسی کردیم. نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین با شرایط خطای بینایی بر تغییرات ادراکی تخمین سایز هدف تاثیر معناداری دارد. بدین صورت که در شرایطی که هدف مرکزی با دایره‌های کوچک احاطه شده بود این زمینه را برای فرد ایجاد می‌کرد که هدف بزرگ‌تر به نظر می‌رسد؛ از طرف دیگر در شرایطی که هدف مرکزی با دایره‌های بزرگ‌تر احاطه شده بود این زمینه را برای فرد ایجاد می‌کرد که هدف کوچک‌تر به نظر می‌رسد. بنابراین می‌توان گفت تکلیف شناختی سایز هدف شدیدا تحت تاثیر خطای بینایی بوده و افراد اوتیسم نیز از این قاعده مستثنا نبوده و به تغییرات ادراکی حساس می‌باشند. نتایج ما در این بخش، از ایده نظریه انسجام مرکزی ضعیف حمایت نمی‌کند؛ و این نظریه را به چالش می‌کشد. مطابق با این نظریه، کودکان اوتیسم حساسیت کمتری به خطاهای بینایی دارند. در مورد این موضوع بحث‌های زیادی با نتایج متناقضی وجود داشته است (۱۷، ۲۳). این نظریه بیان می‌کند که برخی عملکردهای مغز افراد مبتلا به اوتیسم مفقود گردیده؛ به صورتی که آنها به علت ناتوانی در یکپارچه‌سازی اطلاعات، جزئیات اطلاعات را استخراج کرده و به آنها توجه می‌کنند. بنابراین افراد اوتیسم در توانایی ادغام اطلاعات برای ایجاد یک تصویر منسجم و یکپارچه (جهانی) مشکل داشته و فقط بر جزئیات کوچک تمرکز دارند. اخیراً مشخص شده است که عوامل مرتبط با تکلیف بر رابطه بین پردازش محلی و جهانی در این گروه تأثیر می‌گذارند (۲۴). بنابراین نظر قطعی در مورد استعداد حساسیت به خطای بینایی در افراد مبتلا به اوتیسم وجود ندارد. بنابراین، ما نشان دادیم که حساسیت به خطای بینایی در کودکان اوتیسم در تحقیق حاضر، تقریبا برای تحت تاثیر قرار گرفتن عملکرد آنها در تکلیف شناختی تخمین سایز هدف کافی می‌باشد. با این وجود پژوهش‌های بیشتری در این زمینه برای رسیدن به نتایج قطعی باید انجام شود. بنابراین نتایج ما با یافته‌های Manning و همکاران (۲۰۱۷) (۱۷) همخوان، و با یافته‌های Schwarzkopf و همکاران (۲۰۱۳) (۲۳) ناهمخوان می‌باشد. Manning و همکاران (۲۰۱۷) از دو رویکرد انتخاب اجباری برای به حداقل رساندن سوگیری شناختی استفاده کردند. چنین رویکردی فرصت تعامل بیشتری را با اهداف خطای بینای برای کودکان اوتیسم فراهم کرد. بنابراین، آنان نشان دادند که آشنایی با رویکردهای اشاره شده؛ فرصت بیشتری را برای تمرین کودکان اوتیسم با شرایط خطای بینایی فراهم می‌کند؛ و ممکن است چنین چیزی در افزایش حساسیت این افراد موثر باشد؛ که چنین چیزی نیز در تحقیق ما با تمرین در شرایط خطای بینایی نشان داده شد (۱۷). بنابراین، می‌توان گفت که علت همخوانی نتایج ما با یافته‌های Manning و همکاران (۲۰۱۷) (۱۷) استفاده از رویکردهای جدید برای فراهم نمودن تمرین بیشتر با شرایط خطای بینای باشد. جدای از این، علت ناهمخوانی نتایج ما با یافته‌های Schwarzkopf و همکاران (۲۰۱۳) (۲۳) را می‌توان در تعداد نمونه و نوع خطای بینایی مشاهده کرد. در تحقیق Schwarzkopf و همکاران (۲۰۱۳) از ۶ نفر کودک اوتیسم و نوع دیگر خطای بینایی به نام پونزو استفاده شده بود (۲۳). بنابراین می‌توان تعداد کم نمونه تحقیق Schwarzkopf و همکاران (۲۰۱۳) و نوع متفاوت خطای بینایی به کار رفته توسط آنها را از علت اصلی ناهمخوانی با این تحقیق ذکر کرد.

از طرف دیگر، نتایج ما در این تحقیق نشان داد که خطای بینایی بر تغییرات امواج مغزی آلفا در ناحیه بینایی نیز اثر گذار می‌باشد. ما در این بخش نشان دادیم که گروه‌های خطای بینایی (ادراک هدف بزرگ‌تر و کوچک‌تر) نسبت به شرایط گواه منجر به کاهش معناداری در میانگین موج آلفا از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون شدند. با این وجود نتایج تغییرات مربوط به تفاوت‌های بین گروهی نشان داد که هدف بزرگ‌تر ادراک شده نسبت به هدف کوچک‌تر ادراک شده کاهش بیشتری را در موج آلفا ایجاد می‌کند. بنابراین، می‌توان گفت که هدف بزرگ‌تر ادراک شده ارتباط بیشتری با کاهش موج آلفا در ناحیه بینایی دارد. این یافته‌ها مشارکت مسیر بینایی شکمی را در پردازش اندازه بینایی تأیید می‌کنند و درک بیشتری را از اهمیت عملکرد فعالیت موج آلفا در پردازش شناختی ارائه می‌دهد (۱). نتایج ما در این بخش با یافته‌های Chen و همکاران (۲۰۲۰) همخوان می‌باشد (۱). آنها نیز در تحقیق خود نشان دادند که شرایط خطای بینای بزرگ‌تر به نظر رسیده ارتباط بیشتری با کاهش موج آلفا دارد. همچنین، شواهد همگرایی از رابطه عملکردی فعالیت ذاتی آلفا در هنگام بیداری برای اجرای عملکرد شناختی پشتیبانی کرده‌اند. به عنوان مثال، اختلافات فردی در توان مطلق آلفا مناطق پس‌سری می‌تواند اختلافات فردی در وسعت توجه را در پیش‌بینی کند (۱). به طور خاص، توان مطلق آلفای ثبت شده از قشر پس‌سری (O2-O1) با وسعت توجه ارتباط مثبت دارد (۵). بنابراین، یافته‌های تحقیق Chen و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهند که فعالیت موج آلفا می‌تواند عملکرد شناختی را پیش‌بینی می‌کند، و فعالیت آلفا پایین‌تر با عملکرد بهتری همراه است (۱)؛ چیزی که در تکلیف تخمین

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

سایز هدف در دو شرایط خطای بینایی انتظار می‌رفت.

جدای از این، نشان داده شده است که ادراک سایز با هر دو سطح V1 و طرح‌های بازخوردی از قشر بینایی جانبی به قشر بینایی اولیه ارتباط دارد (۲۳، ۲۵). بنابراین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ادراک سایز هدف با نوسانات فعالیت موج آلفا در ناحیه بینایی مرتبط می‌باشد؛ و مطابق با تحقیقات قبلی انجام شده این نشان می‌دهد که افزایش فعالیت‌های عصبی در این ناحیه با بیش‌تخمینی اندازه اشیا مرتبط باشد، و تأثیر سیگنال‌های بازخورد از قشر بینایی بالاتر در V1 ممکن است از طریق نوسانات فرکانس آلفا اجرا شود (۱). به طور کلی، می‌توان گفت که فعالیت آلفای پایین‌تر در ناحیه بینایی با ادراک سایز هدف ارتباط معناداری دارد؛ که در این تحقیق مشابه با تحقیق Chen و همکاران (۲۰۲۰) کاهش بیشتر در موج آلفا مربوط به گروهی بود که دایره هدف را بزرگ‌تر ادراک کرده بود (۱). البته، نتایج این بخش را می‌توان همچنین از منظر منابع توجهی نیز تفسیر کرد. Kirsch و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر دستکاری سایز پیش نشانه‌های توجهی را بر اندازه ادراک شده شی بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که پیش نشانه‌های کوچک‌تر (که شرایطی مشابه با شکل ۱ میانی ایجاد می‌کند) که مرتبط با توجه متمرکز (به نوعی توجه درونی) می‌باشد؛ سایز ادراک شده شی را افزایش می‌دهد؛ و از طرف دیگر پیش نشانه‌های بزرگ که مرتبط با توجه گسترده‌تر (به نوعی توجه بیرونی) می‌باشد؛ سایز ادراک شده شی را کاهش می‌دهد (۲۶). بنابراین از آن جا که کودکان اوتیسم در شرایط توجه متمرکز یا به نوعی توجه درونی (تمایل بیشتری به استفاده از توجه درونی دارند) عملکرد بهتری را از خود نشان می‌دهند (۲۷)؛ می‌توان گفت که علت کاهش بیشتر در موج آلفا در گروه خطای بینای بزرگ‌تر به نظر رسیده ممکن است تقاضای توجهی (به صورت خودتمرکزی یا توجه متمرکز) مربوط به این هدف باشد. در کل، می‌توان گفت که توجه می‌تواند ظاهر ادراکی اشیا را به شکلی تغییر دهد؛ و مهم نیست که حالت توجه به صورت درونی یا بیرونی تولید شود (۱).

همچنین، در تفسیر دیگر می‌توان گفت که، توان آلفا با سیگنال بولد یا سیگنال وابسته به سطح اکسیژن خون (blood-oxygen-level-dependent) در مناطق مختلف قشر ارتباط منفی دارد (۷، ۳۰-۲۸). همچنین مشخص شده است که تغییرات سیگنال بولد ناحیه V1 با ادراک سایز شی مرتبط می‌باشد (۳۱، ۳۲). نشان داده شده است که افزایش پایه ورودی این سیگنال مسئول افزایش‌های مرتبط با توجه در ظاهر ادراکی اشیا می‌باشد (۳۳). بنابراین، ما حدس می‌زنیم که فعالیت آلفای پایین‌تر به عنوان نشانه‌ای از هوشیاری بالاتر، ممکن است به یک ورودی پایه بالاتر مرتبط باشد، که چنین چیزی با افزایش سیگنال بولد نشان داده شده و منجر به بیش تخمینی اندازه اشیا می‌شود. مطابق با مطالب اشاره شده در بالا می‌توان گفت، علت این که گروه خطای بینایی بزرگ‌تر ادراک شده کاهش بیشتری را در موج آلفا ایجاد کرده است؛ همین افزایش سیگنال بولد در ناحیه بینایی می‌باشد.

جدای از این، یافته‌های ما همچنین با نتایج Lange و همکاران (۲۰۱۳) که از خطای بینایی متفاوتی نسبت به تحقیق ما استفاده کردند؛ نیز می تواند همخوان می‌باشد. آنها در تحقیقی به بررسی نوسانات موج آلفا و خطای بینایی دبل فلش (Double-Flash Illusion) پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که قدرت موج آلفا تحریک‌پذیری قشر بینایی را نشان می‌دهد؛ و اگر قدرت باند آلفا پایین باشد تحریک‌پذیری قشر بینایی بالا است. از طرف دیگر، قدرت آلفا پایین، یعنی تحریک‌پذیری بالا، قشر بینایی را به ورودی‌های هترومودال حساس‌تر می‌سازد، یعنی؛ از قشر حسی پیکری. ورودی هترومودال به این معنی است که می تواند فعالیت اضافی را در قشر بینایی ایجاد کرده و می‌تواند ادراک توهمی را در خطای بینایی دبل فلش ایجاد کند (۹).

در کل، یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مقیاس ادراک اندازه بینایی انسان به عنوان تابعی از نوسانات موج آلفا می‌باشد؛ که این نوسانات یا کاهش بیشتر در موج آلفا در گروه خطای بینایی بزرگ‌تر ادراک شده مشاهده شد. بنابراین، نتایج ما نشان می‌دهد که نوسانات موج آلفا یک توضیح عصبی شناختی برای عملکرد شناختی (یا تکلیف تخمین سایز هدف) ارائه می‌دهد. این تحقیق به عنوان اولین تحقیق در این زمینه می‌باشد که به بررسی مکانیسم‌های زیربنایی عصب شناختی خطای بینایی می‌پردازد. پس می‌توان گفت که مکانیسم زیربنایی عصب شناختی خطاهای بینایی همان نوسانات موج آلفا یا به نوعی کاهش فرکانس موج آلفا می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که کودکان اوتیسم نیز همانند افراد عادی و همتای خود نسبت به خطاهای بینایی به عنوان یک تکلیف شناختی حساسیت دارند؛ که این نتیجه چالش بیشتری را بر سر راه نظریه انسجام مرکزی ضعیف قرار می‌دهد. همچنین در مورد بخش عصبی نتایج نشان داد که خطاهای بینایی بر تغییرات امواج مغزی آلفا تاثیر معناداری دارد؛ که این تاثیر به صورت کاهش معناداری در موج آلفا در گروه‌های خطای بینایی نشان داده شد. از بین گروه‌های خطای بینایی، گروه بزرگ‌تر ادراک شده ارتباط بیشتری با کاهش موج آلفا نشان داد.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده افرادی که با کودکان اوتیسم در حوزه پردازش‌های ادراکی کار می‌کنند مناسب باشد. بنابراین، می‌توان از خطاهای بینایی برای آزمایش اثربخشی درمان اوتیسم استفاده کرد. انتظار می‌رود که یک درمان موثر همبستگی بین کاهش علائم اختلال نورونی رشدی و عملکرد در خطاهای بینایی را نشان دهد؛ چیزی که ما در این تحقیق به واسطه یک دوره تمرین مهارت پرتابی با شرایط خطای بینایی به گسترش انسجام مرکزی این افراد کمک کردیم. بنابراین نتایج تحقیق ما به مربیان و افراد درگیر در اوتیسم پیشنهاد می‌کند که می‌توان از طریق تمرین و مداخله با هر کدام از شرایط بینایی زمینه یادگیری تکلیف ادراکی را در کودکان اوتیسم بهبود بخشید و به انسجام مرکزی این افراد کمک شایانی کرد. البته لازم به ذکر است که این پژوهش اولین مطالعه انجام شده در این زمینه می‌باشد؛ و نیاز به پژوهش‌های بیشتر با پروتکل‌های متفاوت در این افراد احساس می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

پژوهش حاضر شامل اصول اخلاقی شامل، کسب رضایت‌نامه آگاهانه، اصل رازداری شرکت‌کنندگان جهت محرمانه بودن اطلاعات آنها، کدگذاری بودن نام شرکت‌کنندگان بود. همچنین در این پژوهش اطلاعات کافی در مورد چگونگی اجرای تحقیق داده شد؛ و شرکت‌کنندگان جهت خروج از تحقیق آزاد بودند. قبل از اجرای پروتکل مراحل اخذ کد اخلاق در پژوهش طی شد و با کد IR.UM.REC.1400.158 مورد تصویب کمیته اخلاق دانشگاه فردوسی مشهد واقع گردید.

مشارکت نویسندگان

محمد حسین زمانی، حمیدرضا طاهری، علی رضا صابری، مجید قشونی طراحی و انتخاب موضوع پژوهش. محمد حسین زمانی نگارش مقاله، جمع‌آوری و تحلیل داده‌های رفتاری. حمیدرضا طاهری تربتی، علی رضا صابری کاخکی، مجید قشونی ویرایش ادبی و علمی مقاله. مجید قشونی تحلیل داده‌های امواج مغزی و تفسیر آنها.

منابع مالی

این پژوهش تحت حمایت مالی هیچ موسسه و سازمانی قرار ندارد.

تشکر و قدردانی

مراتب سپاس خود را از همکاری و همگامی صمیمانه تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش و نیز از تمامی معلمان، مدیران و پرسنل مدارس استثنایی شهر مشهد که در گردآوری یافته‌های پژوهش حاضر با ما نهایت همکاری را داشتند به عمل می‌آوریم. لازم به ذکر است که این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول با کد ۵۲۱۳۶ در دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله حاضر اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در نگارش این پژوهش وجود ندارد.

References

1. Chen L, Wu B, Qiao C, Liu DQ. Resting EEG in alpha band predicts individual differences in visual size perception. *Brain and Cognition*. 2020;145:105625.

2. Murayama T, Usui A, Takeda E, Kato K, Maejima K. Relative size discrimination and perception of the ebbinghaus illusion in a Bottlenose dolphin (Tursiops truncatus). *Aquatic Mammals*. 2012;38(4):333-342.

3. Salva OR, Rugani R, Cavazzana A, Regolin L, Vallortigara G. Perception of the Ebbinghaus illusion in four-day-old domestic chicks (Gallus gallus). *Animal Cognition*. 2013;16(6):895-906.

4. Sovrano VA, Da Pos O, Albertazzi L. The Müller-Lyer illusion in the teleost fish Xenotoca eiseni. *Animal Cognition*. 2016;19(1):123-132.

5. Pitchford B, Arnell KM. Resting EEG in alpha and beta bands predicts individual differences in attentional breadth. *Consciousness and Cognition*. 2019;75:102803.

6. Barry RJ, De Blasio FM, Fogarty JS, Clarke AR. Natural alpha frequency components in resting EEG and their relation to arousal. *Clinical Neurophysiology*. 2020;131(1):205-212.

7. Sadaghiani S, Scheeringa R, Lehongre K, Morillon B, Giraud

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

AL, Kleinschmidt A. Intrinsic connectivity networks, alpha oscillations, and tonic alertness: A simultaneous electroencephalography/functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*. 2010;30(30):10243-10250.

8. Faivre N, Donz J, Scandola M, Dhanis H, Ruiz JB, Bernasconi F, et al. Self-grounded vision: Hand ownership modulates visual location through cortical β and γ oscillations. *Journal of Neuroscience*. 2017; 37(1):11-22.

9. Lange J, Keil J, Schnitzler A, van Dijk H, Weisz N. The role of alpha oscillations for illusory perception. *Behavioural Brain Research*. 2014;271:294-301.

10. Van der Molen MJ, Van der Molen MW. Reduced alpha and exaggerated theta power during the resting-state EEG in fragile X syndrome. *Biological Psychology*. 2013;92(2):216-219.

11. Jang KI, Oh J, Jung W, Lee S, Kim S, Huh S, et al. Unsuccessful reduction of high-frequency alpha activity during cognitive activation in schizophrenia. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*. 2019;73(3):132-139.

12. Babiloni C, Lizio R, Vecchio F, Frisoni GB, Pievani M, Geroldi C, et al. Reactivity of cortical alpha rhythms to eye opening in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: An EEG study. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2010;22(4):1047-1064.

13. Fonseca LC, Tedrus GM, Bianchini MC, Silva TF. Electroencephalographic alpha reactivity on opening the eyes in children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Clinical EEG and Neuroscience*. 2013;44(1):53-57.

14. Chouinard PA, Noulty WA, Sperandio I, Landry O. Global processing during the Muller-Lyer illusion is distinctively affected by the degree of autistic traits in the typical population. *Experimental Brain Research*. 2013;230(2):219-231.

15. Nayar K, Voyles AC, Kiorpes L, Di Martino A. Global and local visual processing in autism: An objective assessment approach. *Autism Research*. 2017;10(8):1392-1404.

16. Van der Hallen R, Evers K, Brewaeys K, Van den Noortgate W, Wagemans J. Global processing takes time: A meta-analysis on local–global visual processing in ASD. *Psychological Bulletin*. 2015;141(3):549-573.

17. Manning C, Morgan MJ, Allen CT, Pellicano E. Susceptibility to Ebbinghaus and Muller-Lyer illusions in autistic children: A comparison of three different methods. *Molecular Autism*. 2017;8:16.

18. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). Arlington, VA:American Psychiatric Publication;2013.

19. Roid GH, Miller LJ, Koch C. Leiter international performance scale. Wood Dale, IL:Stoelting;2013.

20. Chauvel G, Wulf G, Maquestiaux F. Visual illusions can facilitate sport skill learning. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2015;22(3):717-721.

21. Lee C, Linkenauger SA, Bakdash JZ, Joy-Gaba JA, Profitt DR. Putting like a pro: The role of positive contagion in golf performance and perception. *PLoS One*. 2011;6(10):e26016.

22. Taheri-Torbati H, Sotoodeh MS. Using video and live modelling to teach motor skill to children with autism spectrum disorder. *International Journal of Inclusive Education*. 2019;23(4):405-418.

23. Schwarzkopf DS, Anderson EJ, de Haas B, White SJ, Rees G. Larger extrastriate population receptive fields in autism spectrum disorders. *Journal of Neuroscience*. 2014;34(7):2713-2724.

24. Van Eylen L, Boets B, Steyaert J, Wagemans J, Noens I. Local and global visual processing in autism spectrum disorders: Influence of task and sample characteristics and relation to symptom severity. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2018;48(4):1359-1381.

25. Zeng H, Fink GR, Weidner R. Visual size processing in early visual cortex follows lateral occipital cortex involvement. *Journal of Neuroscience*. 2020;40(22):4410-4417.

26. Kirsch W, Heitling B, Kunde W. Changes in the size of attentional focus modulate the apparent object's size. *Vision Research*. 2018;153:82-90.

27. Tse AC. Effects of attentional focus on motor learning in children with autism spectrum disorder. *Autism*. 2019;23(2):405-412.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

28. Goldman RI, Stern JM, Engel Jr J, Cohen MS. Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm. *Neuroreport*. 2002;13(18):2487-2492.

29. Laufs H, Kleinschmidt A, Beyerle A, Eger E, Salek-Haddadi A, Preibisch C, et al. EEG-correlated fMRI of human alpha activity. *Neuroimage*. 2003;19(4):1463-1476.

30. Mantini D, Perrucci MG, Del Gratta C, Romani GL, Corbetta M. Electrophysiological signatures of resting state networks in the human brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007;104(32):13170-13175.

31. Fang F, Boyaci H, Kersten D, Murray SO. Attention-dependent representation of a size illusion in human V1. *Current Biology*. 2008;18(21):1707-1712.

32. He D, Mo C, Wang Y, Fang F. Position shifts of fMRI-based population receptive fields in human visual cortex induced by Ponzo illusion. *Experimental Brain Research*. 2015;233(12):3535-3541.

33. Cutrone EK, Heeger DJ, Carrasco M. Attention enhances contrast appearance via increased input baseline of neural responses. *Journal of Vision*. 2014;14(14):16.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License