Journal of Gorgan University of Medical Sciences

e-ISSN: 2008-4080 p-ISSN: 1562-4765

2022 / Vol 24 / No 3

OPEN ACCESS

Original Paper

Intraindividual Reaction Time Variability to Visual Stimulus in Binocular and Dominant or Non-Dominant Monocular Vision

Mohamad Fayaz (Ph.D)[1], Mahsa Amiri Resketi (M.D)[2], Vahid Tajari (M.D)[2], Seyed Mehran Hosseini (MD, Ph.D)*[3]

1 Department of Biostatistics, School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. 2 General Physician, Student Research Committee, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. 3 Professor, Neuroscience Research Center, Department of Physiology, School of Medicine, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

Abstract

Background and Objective: Reaction time measures have considerable potential to aid neuropsychological assessment in a variety of healthcare settings. One such measure, the intra-individual reaction time variability is of particular interest as it is thought to reflect neurobiological disturbance. The present study aimed to investigate the intra-individual changes in reaction time to visual stimuli in dominant or non-dominant binocular and monocular vision.

Methods: This descriptive-analytical study was conducted on 12 volunteers with an average age of 30.08±1.448 years in 2021. The subjects consisted of the students and staff of Golestan University of Medical Sciences (5 female and 7 male). The reaction time was recorded automatically by the hand reaction time device of Danesh Salar Iranian Company based on the time of presentation of visual stimulation on the computer screen and the person's reaction, i.e. pressing the buttons of the handles by each of the two hands. All experiments were performed between 10 and 11 am and following at least 2 hours of fasting. Data collection was done following training trials for correct performance of the 2-choice reaction time test. After completing the reaction time tests for each volunteer, the dominant eye was determined by the hole-in-card method.

Results: In 4 volunteers, the dominant eye was left and in the rest of the volunteers, the dominant eye was right. The dominant eye did not differ between men and women. The number of reaction times recorded in right monocular vision left monocular vision and binocular vision were 902, 911 and 893, respectively. The mean reaction time in right monocular vision, left monocular vision and binocular vision was 306.81±3.310, 304.28±3.339 and 312.95±4.569, respectively, and the range of reaction times in these three states was between 194-1750, 178-1587, and 155-1797 ms, respectively. Intra-individual reaction time variability in the dominant left eye and left hand were significantly lower compared to the dominant right eye and right hand, respectively ($P<0.05$). No difference was observed between the reaction time of the right monocular vision, left monocular vision, and binocular vision.

Conclusion: The alignment of the dominant left side in the eye and hand reacts faster than the dominant right side in the eye and hand. The mechanism of this phenomenon may be related to the overall process that determines the dominant left hemisphere in approximately 90% of the population.

Keywords: Eye Dominance, Intra Individual Biological Variation, Binocular Vision, Monocular Vision

***Corresponding Author:** Seyed Mehran Hosseini (MD, Ph.D), E-mail: hosseini@goums.ac.ir

Received 4 Jan 2022
Final Revised 17 Apr 2022
Accepted 19 Apr 2022
Published Online 26 Dec 2022

Cite this article as: Fayaz M, Amiri Resketi M, Tajari V, Hosseini SM. [Intraindividual Reaction Time Variability to Visual Stimulus in Binocular and Dominant or Non-Dominant Monocular Vision]. J Gorgan Univ Med Sci. 2022; 24(3): 99-108. [Article in Persian]

© The author(s)
Owned: Golestan University of Medical Sciences **Publisher:** Deputy of Research and Technology

مجله دانشگاه علوم پزشکی گرگان

پاییز ۱۴۰۱ / دوره ۲۴ / شماره ۳ (پی در پی ۸۳)

دارای رتبه علمی -پژوهشی از کمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

e-ISSN: ۲۰۰۸-۴۰۸۰ p-ISSN: ۱۵۶۲-۴۷۶۵

با دسترسی آزاد

تحقیقی

تغییرات درون فردی زمان واکنش به محرک دیداری در دید دو چشمی و تک چشمی غالب یا غیرغالب

دکتر محمد فیاض [۱]، دکتر مهسا امیری رستکی [۲]، دکتر وحید تجری [۲]، دکتر سیدمهران حسینی *[۳]

[۱] گروه آمار، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. [۲] پزشک عمومی، کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. [۳] استاد، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: *میزان زمان واکنش دارای پتانسیل قابل توجهی برای کمک به ارزیابی عصبی روانشناختی در انواع محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی است. اندازه‌گیری تنوع زمان واکنش درون فردی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا تصور می‌شود که منعکس کننده اختلالات بیولوژیکی - عصبی است. این مطالعه به منظور تعیین تغییرات درون فردی زمان واکنش به محرک دیداری در دید دو چشمی و تک چشمی غالب یا غیر غالب انجام شد.*

روش بررسی: *این مطالعه توصیفی - تحلیلی روی ۱۲ داوطلب با میانگین سنی داوطلبین ۱/٤٤۸±۳۰/۰۸ سال از بین دانشجویان و کارشناسان (۵ زن و ۷ مرد) دانشگاه علوم پزشکی گلستان طی سال ۱٤۰۰ انجام شد. زمان واکنش توسط دستگاه زمان واکنش دست ساخت شرکت دانش سالار ایرانیان به شکل خودکار و بر اساس زمان ارایه تحریک دیداری بر صفحه رایانه و عکس‌العمل فرد یعنی فشردن دکمه دستگیره‌های هر یک از دو دست ثبت گردید. آزمایش برای همه داوطلبین بین ساعت ۱۰ تا ۱۱ صبح انجام شد و شرکت کنندگان حداقل از ۲ ساعت قبل از آن تغذیه نداشتند. پس از تکمیل آزمایش‌های زمان واکنش برای هر داوطلب، نسبت به تعیین چشم غالب با روش* **hole-in-card** *اقدام شد.*

یافته‌ها: *در ٤ داوطلب چشم غالب چپ و در بقیه داوطلبین چشم غالب راست بود. بین دو جنس از نظر چشم غالب تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد زمان‌های واکنش ثبت شده در دید تک چشمی راست ۹۰۲ مورد، تک چشمی چپ ۹۱۱ مورد و دید دو چشمی ۸۹۳ مورد بود. میانگین زمان واکنش در دید تک چشمی راست ۳۰٦/۸۱±۳/٤۱۰، تک چشمی چپ ۳۰٤/۲۸±۳/۳۳۹ و دید دو چشمی ٤/۵٦۹±۳۱۲/۹۵ و دامنه زمان‌های واکنش در این سه حالت به‌ترتیب بین ۱۷۵۰-۱۹٤، ۱۵۸۷-۱۷۸ و ۱۷۹۷-۱۵۵ هزارم ثانیه تعیین شد. تغییرات درون فردی زمان واکنش در مورد چشم غالب چپ و دست چپ به ترتیب در مقایسه با چشم غالب راست و دست راست اختلاف آماری معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). تفاوتی بین زمان واکنش دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی مشاهده نشد.*

نتیجه‌گیری: *همسویی سمت غالب چپ در چشم و دست واکنش سریع‌تری نسبت به سمت غالب راست در چشم و دست دارد. مکانیسم این پدیده ممکن است با فرایند کلی تعیین کننده نیمکره غالب چپ در تقریبا ۹۰ درصد جمعیت مرتبط باشد.*

واژه‌های کلیدی: *دید غالب ، تفاوت‌های درون فردی ، دید دو چشمی ، دید تک چشمی*

* نویسنده مسؤول: دکتر سیدمهران حسینی ، پست الکترونیکی hosseini@goums.ac.ir

نشانی: گرگان، اول جاده قدیم گرگان به کردکوی، مجموعه آموزش عالی (شادروان فلسفی) دانشگاه علوم پزشکی گلستان، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی

تلفن ۰۱۷-۳۲۴۵۲۶۵۱، نمابر ۳۲۴۵۲۲۲۵

وصول ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ اصلاح نهایی ۱۴۰۱/۱/۲۸ پذیرش ۱۴۰۱/۱/۳۰ انتشار ۱۴۰۱/۱۰/۵

مقدمه

زمان واکنش به روش‌های مختلف و در پاسخ به محرک‌های حسی متفاوت اندازه‌گیری می‌شود. در آزمایش‌های زمان واکنش دستی براساس درجه پیچیدگی آزمون زمان واکنش زمان کمتر از ۱۵۰-۱۰۰ و بیشتر از ۱۰۰۰-۷۰۰ هزارم ثانیه به عنوان خطا در نظر گرفته شده و از داده‌ها حذف می‌شوند.[۱و۲] زمان واکنش ساده و غیرانتخابی به محرک‌های شنیداری در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۰ میلی‌ثانیه و در مورد محرک‌های بینایی ۱۸۰ تا ۲۰۰ میلی‌ثانیه است.[۳و۴] شدت تحریک در مدت زمان واکنش به محرک‌های بینایی تاثیر دارد. محرک‌های بینایی که از لحاظ زمانی طولانی‌ترند؛ می‌توانند باعث ایجاد پاسخ سریع‌تر شوند.[۵و۶] سن، جنسیت و راست دست بودن یا چپ دست بودن بر مدت زمان واکنش تاثیر دارند.[۷-۹] در یک نوبت آزمایش و شرایط کاملاً یکسان و در یک فرد، در دفعات مختلف زمان واکنش ارادی به تحریک حسی ثابت نیست و حتی پس از

تمرین، آگاهی و تجربه عملی و کافی شخص در مورد نوع محرک و شرایط آزمایش تغییرات درون فردی زمان واکنش وجود دارند. دامنه زمان واکنش یک فرد سالم در مورد محرک شنیداری و در آزمایش‌های ساده بین ۱۰۰ تا ۳۸۰ هزارم ثانیه و در مورد محرک‌های دیداری و در آزمایش‌های با سطح دشواری بیشتر بین ۳۰۰ تا ۱۳۵۰ هزارم ثانیه گزارش و مکانیسم‌های مختلفی از جمله سه فرضیه به نام‌های مدل طول مسیر متغیر، مدل نوسان عصبی و مدل میزان شکست سیناپسی برای توضیح تنوع زمان واکنش بین فردی (Intraindividual reaction time variability: IRTV) مطرح شده است.[۱۰و۱۱]

شواهد و گزارش‌های متعددی در مورد ارتباط IRTV با هوش، سن، مرگ ومیر و افزایش آن در بیماری‌های نورودژنراتیو از جمله آلزایمر و پارکینسون، دمانس یا پس از آسیب‌های تروماتیک مغز، مسمویت با الکل، یا صعود به ارتفاع وجود دارد؛ ولی مکانیسم و دلیل اصلی این پدیده هنوز نامعلوم است.[۱۲و۱۳]

تعریف چشم غالب شامل مفاهیم متفاوتی است. عقیده کلی بر این است که یک چشم بیش از دیگری مورد استفاده قرار می‌گیرد و شایع‌ترین تعریف اصطلاح غالب و غیرغالب به همان معنی است که در مورد دست و پا استفاده می‌شود؛ ولی در بررسی دقیق‌تر برخی از محققین اصطلاح sensory eye dominant را مطرح نموده‌اند و بین این مفهوم و مفهوم کلی غالب و غیرغالب تفاوت قائل هستند. برای تعیین چشم غالب روش استاندارد طلایی معرفی نشده است؛ ولی روش‌های مختلفی برای تعیین چشم غالب استفاده می‌شوند.[۱۴-۱۸] روش‌های تعیین چشم غالب در سه گروه قابل طبقه‌بندی است. براساس نگاه نظیر روش hole in card براساس تفاوت پردازش‌های حسی درون چشم نظیر روش رقابت دو چشمی و بر اساس تفاوت دو چشم از نظر حدت بینایی یا حساسیت به کنتراست‌ها است.[۱۸] در اغلب موارد هماهنگی بین دست، پا و چشم غالب مشاهده می‌شود. ناهماهنگ بودن سمت دست وچشم غالب با واژه crossed dominance تعریف می‌شود. در اکثر افراد سمت راست و نیمکره مغزی چپ غالب است.

مرکز مکانیسم‌های بینایی حرکتی در نیمکره چپ واقع شده؛ ولی مستقل از سمت غالب برای اندام اقدام می‌کند. تحقیقات نشان داده‌است که حرکت دست به سوی هدف در شرایط مواجهه با ایلوژن‌های دیداری در مورد دست راست مقاومت بیشتری نسبت به دست چپ داشت و این حالت حتی در مورد افراد چپ دست نیز به همین شکل برقرار بود.[۱۹]

در بررسی متون بانک‌های اطلاعاتی و منابع در دسترس گزارشی در مورد تفاوت IRTV در شرایط دید دوچشمی و تک چشمی و نیز در شرایط دید تک چشمی بین چشم غالب و غیر غالب یافت نشد.

این مطالعه به منظور تعیین تغییرات درون فردی زمان واکنش به محرک دیداری در دید دو چشمی و تک چشمی غالب یا غیر غالب انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی - تحلیلی روی ۱۲ داوطلب با میانگین سنی داوطلبین ۱/۴۴۸±۳۰/۰۸ سال از بین دانشجویان و کارشناسان (۵ زن و ۷ مرد) به صورت خود کنترل (زوجی قبل و بعد) در گروه فیزیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گلستان طی سال ۱۴۰۰ انجام شد.

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی گلستان (IR.GOUMS.REC.1398.169) قرار گرفت.

از شرکت کنندگان رضایت نامه کتبی شرکت آگاهانه در مطالعه اخذ شد. وجود ارتوفوری (orthophoria) یا وضعیت طبیعی چشم و نداشتن انحراف چشم به روش تست پوشاندن چشم (cover test) هنگام نگاه تک چشمی بررسی و تعیین شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل وجود ارتوفوری و رضایت برای شرکت در مطالعه بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل ابتلا یا سابقه ابتلا به بیماری‌های دیابت، فشارخون بالا، عصبی عضلانی، روانی و سایر بیماری‌های غددی، کلیوی و بدخیمی، سابقه بیماری و جراحی چشم، عدم مصرف دارو و استعمال سیگار بودند.

معیارهای خروج از مطالعه شامل سن بالاتر از ۴۰ سال، عدم امکان تعیین چشم غالب با روش hole-in-card و نرخ خطای بیش از ۲۰ درصد در ۵ نوبت تکرار روش hole-in-card بودند.

آزمایش برای همه داوطلبین بین ساعت ۱۰ تا ۱۱ صبح انجام شد و شرکت کنندگان حداقل از ۲ ساعت قبل از آن تغذیه نداشتند. زمان واکنش توسط دستگاه زمان واکنش دست ساخت شرکت دانش سالار ایرانیان به شکل خودکار و بر اساس زمان ارائه تحریک دیداری بر صفحه رایانه و عکس العمل فرد یعنی فشردن دکمه دستگیره‌های هر یک از دو دست ثبت گردید. شرایط آزمایش شامل زمان انجام آزمایش‌ها، تعداد تکرار در هر نوبت آزمایش شامل پنج مرتبه برای هر یک از حالات دید دوچشمی، تک چشمی راست و تک چشمی چپ، زمان تاخیر و فرکانس مواجهه با تحریک برای تمام آزمودنی‌ها یکسان بود.

قبل از شروع گردآوری داده‌های مطالعه و به منظور آشنایی داوطلب با شرایط آزمایش ابتدا نسبت به انجام ۵ نوبت تمرین یک دقیقه تست زمان واکنش اقدام شد. سپس برای هر فرد در شرایط وضعیت نشسته بر صندلی و کف پا روی زمین و زاویه آرنج ۱۰۰-۹۰ درجه و در فاصله ۷۰ سانتی‌متری از صفحه اسکرین دستگاه نسبت به انجام تست اقدام شد.[۱۴]

تنظیم دستگاه برای تعیین زمان واکنش به شرح ذیل بود.

زمان در هر نوبت تست ۶۰ ثانیه بود. در این مدت هر ۴-۲ ثانیه یک تحریک به شکل علامت فلش در جهت مشخص راست یا چپ در صفحه اسکرین ظاهر شد. فرد مورد آزمایش در هر دست خود یک کلید داشت و با ظاهر شدن تحریک از طریق فشردن کلید به تحریک پاسخ یا واکنش نشان داد. فاصله زمانی این پاسخ‌ها از لحظه شروع تحریک و نیز صحیح یا غلط بودن پاسخ به سمت تحریک به تفکیک برای دست راست و چپ به شکل اتوماتیک توسط دستگاه ثبت شد.[۲۰]

بدین ترتیب در هر نوبت آزمایش برای هر فرد ۱۸ الی ۲۰ زمان واکنش گزارش شد. توزیع جهت محرک یا ظاهر شدن علامت فلش در صفحه دستگاه در طرف راست یا چپ به شکل تصادفی و توسط دستگاه تعیین می‌گردید. پس از تکمیل یک نوبت آزمایش و به منظور ریکاوری و استراحت بین دفعات آزمایش ۲ دقیقه زمان در نظر گرفته شد. هر مرتبه آزمایش به معنی انجام پنج نوبت تست زمان واکنش یک دقیقه‌ای و در مجموع شامل ثبت ۹۰ الی ۱۰۰ زمان واکنش بود که در سه حالت ابتدا دو چشمی و سپس به شکل تصادفی تک چشمی راست و تک چشمی چپ انجام گردید. پس از تکمیل آزمایش‌ها برای هر فرد ۲۷۰ الی ۳۰۰ زمان واکنش و تعداد واکنش صحیح و غلط به تفکیک دست راست و چپ و نیز میانگین زمان واکنش‌های صحیح و غلط به تفکیک هر دست و کمترین و بیشترین تاخیر در زمان واکنش ثبت و به عنوان داده مورد آنالیز قرار گرفت.

مراحل آماده‌سازی داده‌ها به شرح زیر بود.

ابتدا پاسخ‌های اشتباه شامل موارد ناهماهنگی سمت واکنش با جهت تحریک و موارد زمان واکنش کمتر از ۱۵۰ هزارم ثانیه و نیز بیش از ۳ انحراف میانگین بزرگتر از میانگین یا بیش از ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه و نیز آزمایش‌های با بیش از یک درصد خطا حذف شدند. سپس رکوردهای باقیمانده به عنوان داده مورد آنالیز قرار گرفت.[۲و۱۵و۲۰]

پس از تکمیل آزمایش‌های زمان واکنش برای هر داوطلب، برای هر فرد آزمایش تعیین چشم غالب انجام شد. این کار با روش hole-in-card اانجام شد.[۱۷] برای این منظور در وسط یک کارت مقوایی به ابعاد A3 منفذی با قطر ۳ سانتی‌متر ایجاد شد. فرد با هر دو دست و در حالت زاویه کاملاً باز آرنج کارت را در مقابل صورت نگه داشت و از میان آن به با دید دو چشمی به یک جسم در فاصله ۳ متری نگاه کرد. سپس با پو شاندن یک چشم اگر هنوز جسم با چشم دیگر قابل رویت بود آن چشم غالب و اگر موقعیت تصویر جسم جابه‌جا شده بود و قابل رویت نبود؛ آن چشم غیرغالب تعیین گردید. میانگین و انحراف استاندارد زمان واکنش برای هر نوبت شامل پنج تکرار در هر یک از سه حالت دوچشمی، تک چشمی راست و تک چشمی چپ برای هر نمونه محاسبه و مقادیر انحراف استاندارد به عنوان داده‌های شاخص IRTV آنالیز شدند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-16 تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون مجذور کای و تست t مستقل برای چشم غالب، جنسیت و سن استفاده شد. از روش رگرسیون کاکس (cox) برای بررسی ارتباط زمان واکنش با سایر متغیرهای تحقیق استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

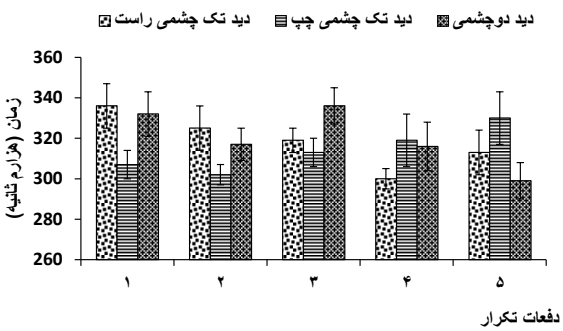
یافته‌ها

میانگین وانحراف معیار سن آزمودنی‌ها با چشم غالب چپ ۱/۱۰۸±۲۹/۷۵ سال و در چشم غالب راست ۲/۱۶±۳۰/۲۵ سال تعیین شد و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود.

۳ مرد (۴۲/۹ درصد) و ۱ زن (۲۰ درصد) دارای چشم غالب چپ و ۴ مرد (۵۷/۱ درصد) و ۴ زن (۸۰ درصد) دارای چشم غالب راست بودند که این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی دار نبود.

سن آزمودنی‌ها در محدوده ۲۳ تا ۳۸ سال بود. در ۴ داوطلب (۳۳/۳ درصد) چشم غالب چپ و در ۸ داوطلب دیگر (۶۶/۷ درصد) چشم غالب راست بود. تمامی داوطلبین راست دست بودند. بین دو جنس تفاوتی از نظر چشم غالب مشاهده نشد.

تعداد زمان‌های واکنش ثبت شده در دید تک چشمی راست ۹۰۲ مورد، تک چشمی چپ ۹۱۱ مورد و دید دو چشمی ۸۹۳ مورد بودند. میانگین زمان واکنش در دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی به ترتیب ۳/۴۱۰±۳۰۶/۸۱، ۳/۳۳۹±۳۰۴/۲۸ و ۴/۵۶۹±۳۱۲/۹۵ هزارم ثانیه تعیین شد (نمودار یک).



نمودار ۱: میانگین زمان واکنش بر حسب هزارم ثانیه در دید تک چشمی راست، دید تک چشمی چپ و دید دو چشمی در ۵ نوبت تکرار

دامنه زمان‌های واکنش در سه حالت دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی به ترتیب بین ۱۷۵۰-۱۹۴، ۱۷۸-۱۵۸۷ و ۱۷۹۷-۱۵۵ هزارم ثانیه بود.

تعداد واکنش ثبت شده، میانگین و انحراف معیار، فاصله اطمینان ۹۵ درصد میانگین، حداقل و حداکثر زمان‌های واکنش به تفکیک

جدول ۱: تعداد، میانگین ، فاصله اطمینان ۹۵ درصد میانگین، حداقل و حداکثر زمان واکنش های ثبت شده به تفکیک نوع دید

نوع دید	تعداد واکنش ثبت شده	میانگین و انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵درصد میانگین		حداقل زمان واکنش	حداکثر زمان واکنش
			حد پایین	حد بالا		
تک چشمی راست	۹۰۲	۱۰۲/۴۲۰±۳۰۶/۸۱	۳۰۰/۱۲	۳۱۳/۵۱	۱۹۴	۱۷۵۰
تک چشمی چپ	۹۱۱	۱۰۰/۷۶۸±۳۰۴/۲۸	۲۹۷/۷۳	۳۱۰/۸۳	۱۷۸	۱۵۸۷
دید دو چشمی	۸۹۳	۱۳۶/۵۳۴±۳۱۲/۹۵	۳۰۳/۹۸	۳۲۱/۹۲	۱۵۵	۱۷۹۷
جمع	۲۷۰۶	۱۱۴/۳۲۶±۳۰۷/۹۹	۳۰۳/۶۸	۳۱۲/۳۰	۱۵۵	۱۷۹۷

جدول ۲ : اطلاعات رگرسیون کاکس چهار مدل ترکیب اثر متقابل متغیر های نوع دید تک چشمی راست و چپ و دو چشمی، دست راست و چپ، چشم غالب، تفاوت‌های بین فردی و تفاوت‌های درون فردی

متغیرها		Hazard Ratio (standard error; p-value)			
		مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳	مدل ۴
چشم	راست (۱)	۱	۱	۱	۱
	چپ (۲)	۱/۰۳ (۰/۰۴ ،۰/۵۲)	۰/۹۷ (۰/۰۷ ،۰/۶۵)	۰/۹۷ (۰/۰۷ ،۰/۷۱)	۰/۹۶ (۰/۰۷ ،۰/۶۲)
	هر دو چشم (۳)	۰/۹۹ (۰/۰۴ ، ۰/۹۱)	۰/۹۶ (۰/۰۸ ، ۰/۵۷)	۰/۹۶ (۰/۰۸ ، ۰/۵۸)	۰/۹۷ (۰/۰۸ ، ۰/۷)
دست	راست (۱)	۱	۱	۱	۱
	چپ (۲)	۰/۸۴ (۰/۰۴ ، <۰/۰۵)	۰/۹۱ (۰/۰۸ ، ۰/۲)	۰/۹۳ (۰/۰۸ ، ۰/۳۹)	۰/۹۴ (۰/۰۸ ، ۰/۴)
چشم غالب	راست (۱)	۱	۱	۱	۱
	چپ (۲)	۱/۲۱ (۰/۰۴ ، <۰/۰۵)	۱/۲۸ (۰/۰۹ ، <۰/۰۵)	۱/۳۱ (۰/۲ ، ۰/۱۸)	۱/۳۱ (۰/۲۱ ، ۰/۱۹)
چشم * دست	راست * راست	–	۱	۱	۱
	چپ * چپ	–	۰/۰۵ (۰/۱۱ ، ۰/۶۷)	۱/۰۷ (۰/۱۱ ، ۰/۵۵)	۱/۰۷ (۰/۱۱ ، ۰/۵۱)
	هر دو * چپ	–	۰/۹۶ (۰/۱۱ ، ۰/۷۳)	۰/۹۶ (۰/۱۱ ، ۰/۷۳)	۰/۹۵ (۰/۱۱ ، ۰/۶۶)
چشم * چشم غالب	راست * راست	–	۱	۱	۱
	چپ * چپ	–	۱/۱۵ (۰/۱۳ ، ۰/۲۷)	۱/۱۹ (۰/۱۳ ، ۰/۱۶)	۱/۲ (۰/۱۳ ، ۰/۱۶)
	هر دو * چپ	–	۱/۰۱ (۰/۱۳ ، ۰/۹۴)	۰/۹۶ (۰/۱۳ ، ۰/۷۶)	۰/۹۶ (۰/۱۳ ، ۰/۷۷)
دست * چشم غالب	راست * راست	–	۱	۱	۱
	چپ * چپ	–	۰/۷۵ (۰/۱۳ ، P<۰/۰۵)	۰/۶۸ (۰/۱۳ ، P<۰/۰۵)	۰/۶۷ (۰/۱۳ ، P<۰/۰۵)
چشم * دست * چشم غالب	راست * راست * راست	–	۱	۱	۱
	چپ * چپ * چپ	–	۰/۹۴ (۰/۱۹ ، ۰/۷۵)	۰/۸۹ (۰/۱۹ ، ۰/۵۴)	۰/۸۹ (۰/۱۹ ، ۰/۵۵)
	هر دو * چپ * چپ	–	۱/۳۶ (۰/۱۹ ، ۰/۱)	۱/۴۲ (۰/۱۹ ، ۰/۰۷)	۱/۴۴ (۰/۱۹ ، ۰/۰۶)
آزمودنی‌ها		–	–	۰/۰۸۷ (۰/۲۹۵)	۰/۰۸۷ (۰/۲۹۶)
آزمودنی‌ها / تکرار		–	–	–	۰/۰۲۱ (۰/۱۴۶)

سه حالت دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی در جدول یک آمده است.

میانگین زمان واکنش دست راست و دست چپ به تفکیک دید دو چشمی و تک چشمی راست و چپ در پنج نوبت تکرار در نمودار ۲ آمده است.

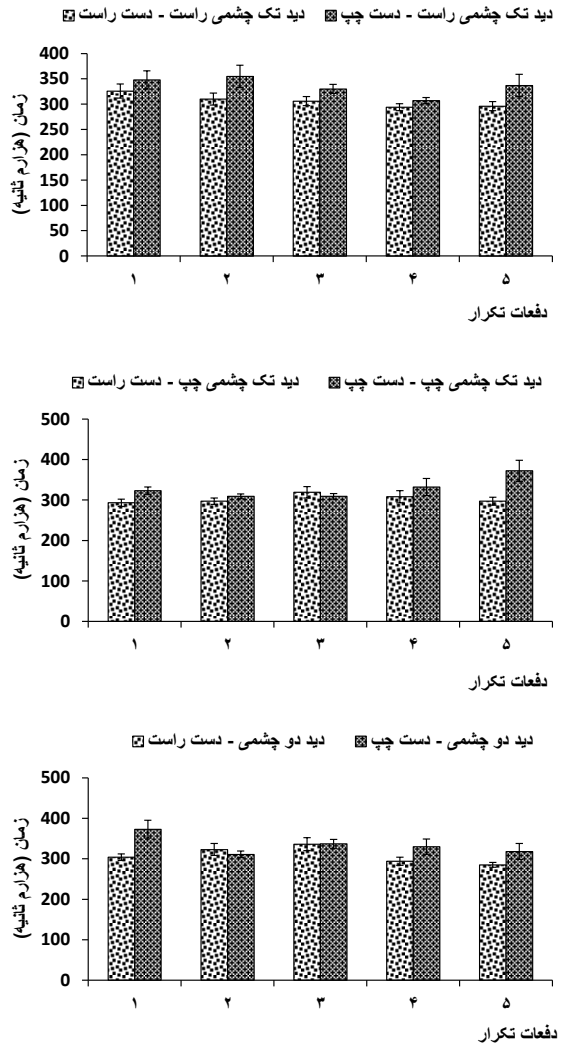
میانگین زمان واکنش چشم غالب راست و چپ به تفکیک دید دو چشمی و تک چشمی راست و چپ در پنج نوبت تکرار در نمودار ۳ نشان داده شده است.

در مجموع میانگین کل زمان واکنش بدون در نظر گرفتن دست راست و دست چپ برای واکنش‌های تحریک چشم غالب راست کمتر از چشم غالب چپ بود (P<۰/۰۵). میانگین زمان واکنش دست چپ و دست راست به تفکیک دید تک چشم غالب راست و تک چشم غالب چپ در نمودار ۴ نشان داده شده است.

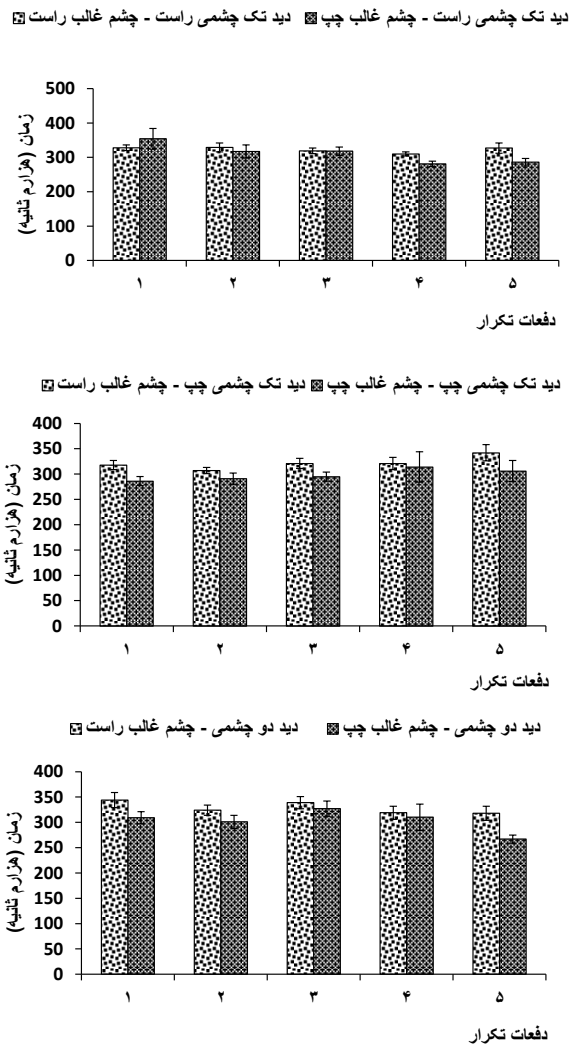
گرچه تفاوت معنی‌داری بین واکنش دست راست و چپ در هر

یک از حالات دید تک چشم غالب راست و چپ مشاهده نشد؛ ولی در هر دو حالت مدت زمان واکنش دست چپ از دست راست سریع‌تر بود. همچنین مدت زمان واکنش دست راست در افرادی که در آنها چشم چپ غالب بود کندتر از مدت زمان واکنش دست راست در افرادی با چشم غالب راست بود.

نتایج اثر متقابل متغیرهای تحقیق به تفکیک و همچنین به شکل ترکیب با یکدیگر در چهار مدل مقایسه شد. در مدل اول سه اثر اصلی یعنی تفاوت بین دید تک چشمی و دو چشمی، تفاوت بین دید تک چشمی غالب راست و تک چشمی غالب چپ و تفاوت بین زمان واکنش دست راست و چپ بدون در نظر گرفتن نوع دید و چشم غالب مقایسه شد و اختلاف معنی دار نبود؛ ولی زمان واکنش در مورد چشم غالب راست سریع‌تر از چشم غالب چپ بود ($P<۰/۰۵$). همچنین زمان واکنش دست چپ سریع‌تر از دست راست بود ($P<۰/۰۵$). در مدل دوم اثر متقابل سه عامل اصلی بر هم



نمودار ۲ : میانگین زمان واکنش بر حسب هزارم ثانیه دست راست و چپ به تفکیک دید تک چشمی راست، دید تک چشمی چپ و دید دو چشمی در ۵ نوبت تکرار



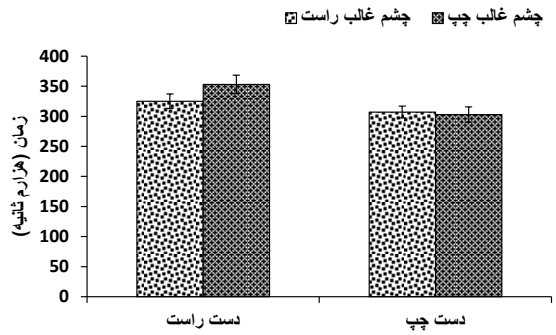
نمودار ۳ : میانگین زمان واکنش بر حسب هزارم ثانیه چشم غالب راست و چپ به تفکیک دید تک چشمی راست، دید تک چشمی چپ و دید دو چشمی در ۵ نوبت تکرار

بررسی شد. اول نوع دید شامل دو چشمی، تک چشمی راست و تک چشمی چپ و زمان واکنش دست راست و چپ که در هیچکدام از حالات ترکیبی شامل دید راست و دست راست، دید راست و دست چپ، دید چپ و دست راست، دید چپ و دست چپ، دید دو چشمی و دست راست و دید دو چشمی و دست چپ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. دوم نوع دید شامل دو چشمی، تک چشمی راست و تک چشمی چپ و چشم غالب راست و چپ که در هیچکدام از حالات ترکیبی شامل دید راست و چشم غالب راست، دید راست و چشم غالب چپ، دید چپ و چشم غالب راست، دید چپ و چشم غالب چپ، دید دو چشمی و چشم غالب راست و دید دو چشمی و چشم غالب چپ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نگردید. حالت سوم شامل ترکیب چشم غالب و سمت دست بود و در مورد زمان واکنش دست چپ با چشم غالب چپ به طور معنی‌داری نسبت به زمان واکنش دست راست با چشم

جدول ۳ : مقایسه چهار مدل رگرسیون کاکس اثر متقابل متغیر های نوع دید تک چشمی راست و چپ و دو چشمی، دست راست و چپ، چشم غالب، تفاوت‌های بین فردی و تفاوت‌های درون فردی

#	مقایسه	روش	-2logLik diff	p-value
۱	مدل ۱ – مدل ۲		۱۵/۶۶	۰/۰۳
۲	مدل ۲ – مدل ۳	Integrated	۱۹۵/۰۶۸	<۰/۰۵
		Penalized	۲۴۰/۲۴۱	<۰/۰۵
۳	مدل ۲ – مدل ۴	Integrated	۲۱۰/۲۵	<۰/۰۵
		Penalized	۳۱۶/۸۲	<۰/۰۵
۴	مدل ۳ – مدل ۴	Integrated	۱۵/۱۸	<۰/۰۵
		Penalized	۷۶/۵۷	<۰/۰۵

غالب راست کوتاه‌تر (سریع‌تر) بود (P<۰/۰۵). در مدل سوم تاثیر متقابل متغیرهای پیشگفت با لحاظ اثر تصادفی تفاوت بین فردی داوطلبین بررسی شد. در این حالت نیز زمان واکنش دست چپ با چشم غالب چپ به طور معنی‌داری نسبت به زمان واکنش دست راست با چشم غالب راست کوتاه‌تر (سریع‌تر) بود (P<۰/۰۵)؛ ولی در سایر حالات ترکیبی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در مدل چهارم تفاوت‌های درون فردی بر اساس پنج نوبت تکرار هر تست توسط هر داوطلب نیز در نظر گرفته شد و به مدل سوم یعنی اثر متقابل نوع دید، چشم غالب، دست راست و چپ و تفاوت های بین فردی اضافه گردید. در این مدل نیز زمان واکنش دست چپ با چشم غالب چپ به طور معنی‌داری نسبت به زمان واکنش دست راست با چشم غالب راست کوتاه‌تر (سریع‌تر) بود (P<۰/۰۵). در هر چهار مدل هیچکدام ازسایر حالات ترکیبی معنی‌دار نبودند. اطلاعات رگرسیون کاکس مربوط به چهار مدل در جدول ۲ و مقایسه مدل‌ها با یکدیگر در جدول ۳ آمده است.



نمودار ۴ : میانگین زمان واکنش بر حسب هزارم ثانیه هر دست به تفکیک چشم غالب راست و چپ

به طور خلاصه تغییرات درون فردی زمان واکنش در مورد چشم غالب چپ و دست چپ به ترتیب در مقایسه با چشم غالب راست و دست راست اختلاف آماری معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). تفاوتی بین زمان واکنش دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی مشاهده نشد. اثر اصلی در هر چهار مدل معنی‌دار بود و بهترین مدل در شناسایی اثر متقابل تفاوت های درون فردی بر اساس پنج نوبت تکرار هر تست توسط هر داوطلب با نوع دید، چشم غالب، دست راست و چپ مدل چهارم بود (جدول ۳).

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه، بین تفاوت‌های درون فردی زمان واکنش در دید تک چشمی غالب و مغلوب اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. یکی از مکانیسم‌های تفاوت‌های درون فردی زمان واکنش تفاوت در noise نورون‌های سیستم عصبی است. در مطالعات تصویرنگاری مغز و یافته‌های MRI شواهد مختلفی در مورد نقش بخش‌های مختلف مغز و یا آسیب آنها با تفاوت‌های درون فردی زمان واکنش گزارش شده است. نتایج مطالعات قبلی با مطالعه ما شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارد که در ادامه به آنها اشاره شده است.

در مورد تعیین چشم غالب در مطالعه Rice و همکاران تکرارپذیری بالای روش hole in card گزارش شده است. در بررسی آن محققین تقریباً تمام افراد مورد مطالعه راست دست بودند؛ ولی فقط در ۵۷ درصد آنان چشم راست غالب بود.[۱۸] نتایج روش‌های مختلف تعیین چشم غالب با یکدیگر همبستگی بالایی دارند.[۱۷] با این حال برخی از مطالعات[۲۱-۲۳] وجود تفاوت در نتایج را بین تست‌های مختلف گزارش نموده‌اند. در مطالعه Johansson و همکاران نتایج تعیین چشم غالب بر اساس روش‌های مختلف ارزیابی متفاوت گزارش شد.[۲۱] همچنین گزارش شده است نتایج تعیین چشم غالب تحت تاثیر فاصله‌های مختلف فرد از هدف بینایی است که ممکن است تغییر کند.[۲۲] همچنین پیشنهاد شده که پوشاندن چشم (eye patching) به هنگام تعیین چشم غالب و غیرغالب ممکن است موجب فعال شدن ترجیحی تمرکز وتوجه در نیمکره مخالف نسبت به سمت چشم مورد بررسی شود و این حالت در نتیجه تعیین سمت چشم غالب با مکانیسم attentional و در سطح نیمکره‌ها اثرگذار باشد.[۲۳] در مطالعه ما تکرار آزمایش hole in card در تمامی نمونه‌ها نتایج یکسان داشت و تغییری در تعیین چشم غالب وجود نداشت.

در گزارش Mukherjee و همکاران ۱۳۲ فرد سالم جوان در محدوده سنی ۲۵–۱۸ سال بررسی شدند. ۸۳/۳ درصد راست دست و ۷۷/۳ درصد چپ پا بودند و در ۶۹/۷ درصد آنان چشم راست غالب بود. همبستگی معنی‌داری بین دست و پای غالب وجود داشت؛ ولی

ارتباط معنی‌داری بین اندام غالب فوقانی و یا تحتانی با چشم غالب مشاهده نشد. به طور کلی بیان شده است که ۹۰ درصد جمعیت راست دست هستند و نیمکره چپ آنان غالب است.[۲۴] در مطالعه حاضر تمامی داوطلبین راست دست بودند.

در گزارش Ramchurn و همکاران در آزمایش زمان واکنش انتخابی دست به محرک بینایی دو گزینه‌ای (Visual 2-choice MRT Task)، میانگین زمان واکنش در گروه سریع ۵۳±۴۰۰ و در گروه آهسته ۸۷±۶۳۰ هزارم ثانیه بود و تفاوت‌های درون فردی زمان واکنش در این دو گروه نیز ۱۱ و ۱۱۴ هزارم ثانیه گزارش شد.[۱۴]

در مطالعه Thomas و همکاران تست زمان واکنش انتخابی (choice reavtion time) و پتانسیل‌های برانگیخته بینایی (visual evoked potential) با چشم غالب، غیرغالب و هر دو بررسی شد. در ۱۵ نفر و ۱۰ نفر ورزشکار و ۹ کنترل در همه دید دوچشمی در مقایسه با تک چشمی نرمال زمان واکنش کوتاه‌تری داشتند.[۲۵] در مطالعه ما بین زمان واکنش دید دو چشمی و تک چشمی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

در مطالعه Maddess سرعت واکنش به محرک بینایی در هر نیمه میدان دید در افراد با چشم غالب و غیر غالب بررسی شد. نتایج در دید با چشم غالب راست سرعت واکنش بسیار بالاتر از دید با چشم غالب چپ بود. همچنین در این مطالعه مشخص شد که هیچگونه تفاوت معنی‌داری در افراد چپ دست و راست دست در سرعت واکنش وجود ندارد؛ اما افراد با دست غالب خود نسبت به دست غیر غالب سرعت واکنش بالاتری داشتند.[۲۶] در مطالعه ما نیز زمان واکنش در چشم غالب راست به طور معنی‌داری بیش از چشم غالب چپ بود.

نتایج مطالعه ما نشان داد بین تفاوت‌های درون فردی زمان واکنش در دید دوچشمی و تک چشمی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج حاصل از مطالعات مختلف نشان می دهد که دید دو چشمی نسبت به دید تک چشمی میزان سرعت واکنش بالاتری دارد و از این نظر ممکن است به دلیل حجم نمونه مطالعه حاضر، تفاوت معنی‌دار نشده باشد. لذا از نظر نتایج با برخی مطالعات[۲۷-۳۱] هماهنگی نسبی دارد که در ادامه به ذکر این مطالعات پرداخته شده است.

در مطالعه Johansson و Jakobsson در کشور ایالات متحده آمریکا، تفاوت در میزان حساسیت به کنتراست و رنگ و شدت نور و همچنین میزان تاخیر پاسخ چشمی در ۱۳ فرد با آسیب چشمی فاقد دید دوچشمی در محدوده سنی ۸ تا ۳۸ سال و ۱۱ فرد سالم در محدوده سنی ۱۲ تا ۴۶ سال بررسی شدند. میزان تأخیر در پاسخ به حسی بینایی در دید دو چشمی سالم بسیار کمتر از دید تک چشمی بود.[۲۷]

در مطالعه Minucci و Connors میزان سرعت واکنش تحت شرایط دو چشمی و تک چشمی غالب و غیر غالب بررسی شد. با افزایش شدت نور میزان زمان واکنش کاهش یافت. همچنین یک رابطه خطی میان مدت زمان واکنش در دید دو چشمی و میانگین واکنش تک چشمی وجود داشت. دید دو چشمی مدت زمان کمتری برای واکنش به محرک های بینایی داشت.[۲۸]

در مطالعه Gilliland و Haines مدت زمان واکنش در پاسخ به محرک‌های محیطی بینایی در دید دو چشمی و تک چشمی ۶ مرد بررسی شد. به آزمودنی‌ها تصاویر در جهت‌های مختلف میدان بینایی نشان داده شد و مدت زمان واکنش آنها مورد بررسی قرار گرفت. سرعت واکنش در دید دو چشمی نسبت به دید تک چشمی بیشتر بود. همچنین در محور افقی سرعت واکنش بیشتر از محور عمودی بود.[۲۹]

در مطالعه Blake و همکاران مدت زمان واکنش در دید دوچشمی نسبت به دید تک چشمی بسیار سریع‌تر بود.[۳۰]

در مطالعه Jiménez و همکاران مدت زمان واکنش به محرک‌های بینایی در دید دو چشمی و تک چشمی و همچنین مقایسه اثر تغییرات رنگ و تغییرات شدت نور در مدت زمان واکنش مستقل از از جزء حرکتی مسأله پرداخته شد. مدت زمان واکنش در دید دو چشمی نسبت به شدت نور سریع‌تر از از زمان واکنش نسبت به رنگ بود.[۳۱]

در مطالعه Bunce و همکاران نشان داده شد که بین تنوع زمان واکنش درون فردی در کارهای دستی و سقوط ارتباطی وجود ندارد. با این حال تنوع بیشتر زمان واکنش درون فردی در هر دو وظیفه زمان واکنش گام برداری، خطر سقوط در آینده را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. این اثر مختص گروه بالغین با اختلالات خفیف شناختی با اثر قوی‌تر در افرادی که راه رفتن، وضعیت بدن یا اختلالات فیزیولوژیکی را نشان می‌دادند؛ بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که افزایش تنوع زمان واکنش درون فردی ممکن است نشان‌دهنده مدارهای عصبی آسیب دیده باشد که در عملکرد اجرایی، راه رفتن و حالت بدن در افراد مبتلا به اختلال شناختی خفیف خطر سقوط آنها را افزایش می‌دهد. معیارهای تغییرپذیری زمان واکنش درون فردی این پتانسیل را دارند که اختلالات عصبی شناختی را در زمینه اختلال عملکرد جسمی و شناختی در سنین بالا ارزیابی کرده و به ارزیابی خطر سقوط و مراقبت‌های معمول در محیط های مراقبت های اجتماعی و بهداشتی کمک کنند.[۳۲] در مطالعه حاضر تنها ارتباط میان زمان واکنش و نوع دید افراد در یک جامعه سالم با متوسط سنی ۳۰ سال بررسی شد که تفاوتی بین زمان واکنش دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی مشاهده نشد.

در مطالعه Der و Deary نشان داده شد که ارتباط معنی‌داری بین زمان واکنش و توانایی ذهنی عمومی وجود دارد که با افزایش سن افزایش می‌یابد.[۳۳] در مطالعه حاضر ضریب هوشی افراد به عنوان یک متغیر اثرگذار بر نتایج لحاظ نگردید و ارتباط زمان واکنش تنها با دید غالب افراد تعیین شد.

در مطالعه Chojnacki و همکاران نشان داده شد که میان چاقی دوران کودکی و عملکرد شناختی ضعیف‌تر ارتباط وجود دارد و تأثیر منفی چاقی را در اندازه گیری‌های تنوع پاسخ درون فردی در کنترل شناختی، حتی پس از محاسبه توانایی‌های فکری، آمادگی هوازی و متغیرهای دموگرافی نشان داد.[۳۴] در مطالعه حاضر که بر روی بالغین صورت پذیرفت تغییرات درون فردی زمان واکنش ارتباط معنی‌داری داری را میان چشم غالب چپ و دست چپ با عملکرد سریع‌تر نشان داد؛ ولی اثر BMI بر این یافته در مطالعه حاضر ارزیابی نشد.

پیشنهاد می‌شود در اندازه‌گیری زمان واکنش حرکتی انتخابی به محرک‌های بینایی جزء حسی و حرکتی به تفکیک ارزیابی شوند و در صورت امکان داده‌ها از داوطلبین راست دست و چشم غالب راست، چپ دست و چشم غالب چپ، و راست دست و چشم غالب چپ و چپ دست و چشم غالب راست در چهار گروه مستقل گردآوری شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تغییرات درون فردی زمان واکنش در مورد چشم غالب چپ و دست چپ به ترتیب در مقایسه با چشم غالب راست و دست راست اختلاف معنی‌داری داشت. تفاوتی بین زمان واکنش دید تک چشمی راست، تک چشمی چپ و دید دو چشمی مشاهده نشد. همچنین هیچگونه تفاوت معنی‌داری میان دید دوچشمی و تک چشمی در تفاوت‌های درون فردی پاسخ به محرک‌های بینایی وجود نداشت؛ ولی تفاوت معنی‌داری میان چشم غالب و غیرغالب در این مسأله مشاهده شد. همسویی سمت غالب چپ در چشم و دست واکنش سریع‌تری نسبت به سمت غالب راست در چشم و دست داشت.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه خانم مهسا امیری برای اخذ درجه دکتری حرفه‌ای در رشته پزشکی عمومی (شماره ۱۰۰۷ – پ ۱۷۴۲) از دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود. همچنین حاصل طرح تحقیقاتی (کد پژوهشیار ۱۱۱۰۴۹) مصوب مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود. بدین‌وسیله از شرکت‌کنندگان در مطالعه سپاسگزاری می‌گردد. بین نویسندگان تضاد منافع وجود ندارد.

References

1. Machado-Pinheiro W, Gawryszewski LG, Ribeiro-do-Valle LE. Gap effect and reaction time distribution: simple vs choice manual responses. Braz J Med Biol Res. 1998 Oct; 31(10): 1313-18. DOI: 10.1590/s0100-879x1998001000012
2. Lü W, Wang Z. Associations between resting respiratory sinus arrhythmia, intraindividual reaction time variability, and trait positive affect. Emotion. 2018 Sep; 18(6): 834-41. DOI: 10.1037/emo0000392
3. Kochan NA, Bunce D, Pont S, Crawford JD, Brodaty H, Sachdev PS. Is intraindividual reaction time variability an independent cognitive predictor of mortality in old age? Findings from the Sydney Memory and Ageing Study. PLoS One. 2017 Aug; 12(8): e0181719. DOI: 10.1371/journal.pone.0181719
4. Haynes BI, Kliegel M, Zimprich D, Bunce D. Intraindividual reaction time variability predicts prospective memory failures in older adults. Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn. 2018 Jan; 25(1): 132-45. DOI: 10.1080/13825585.2016.1268674
5. Tamm L, Epstein JN, Becker SP. A preliminary investigation of reaction time variability in relation to social functioning in children evaluated for ADHD. Child Neuropsychol. 2019 Oct; 25(7): 885-98. DOI: 10.1080/09297049.2018.1523379
6. Sena P, Amore M, Brandimonte MA, Squitieri R, Fiorentino A. Experimental Framework for Simulators to Study Driver Cognitive Distraction: Brake Reaction Time in Different Levels of Arousal. Transportation Research Procedia. 2016; 14: 4410-19. DOI: 10.1016/j.trpro.2016.05.363
7. Fredriksen M, Egeland J, Haavik J, Fasmer OB. Individual Variability in Reaction Time and Prediction of Clinical Response to Methylphenidate in Adult ADHD: A Prospective Open Label Study Using Conners' Continuous Performance Test II. J Atten Disord. 2021 Mar; 25(5): 657-71. DOI: 10.1177/1087054719829822
8. Hauser CK, Zhu D, Stanford TR, Salinas E. Motor selection dynamics in FEF explain the reaction time variance of saccades to single targets. Elife. 2018 Apr; 7: e33456. DOI: 10.7554/eLife.33456
9. Suchotzki K, Verschuere B, Van Bockstaele B, Ben-Shakhar G, Crombez G. Lying takes time: A meta-analysis on reaction time measures of deception. Psychol Bull. 2017 Apr; 143(4): 428-53. DOI: 10.1037/bul0000087
10. Reed TE. Causes of intraindividual variability in reaction times: A neurophysiologically oriented review and a new suggestion. Personality and Individual Differences. 1998; 25(5): 991-98. DOI: 10.1016/S0191-8869(98)00123-8
11. Dankinas D, Parciauskaite V, Dapsys K. Intra-individual reaction time variability and response preparation: an EEG study. Acta Neurobiol Exp (Wars). 2015; 75(4): 462-68.
12. Doebler P, Scheffler B. The relationship of choice reaction time variability and intelligence: A meta-analysis. Learning and Individual Differences. 2016 Dec; 52: 157-66. DOI: 10.1016/j.lindif.2015.02.009
13. Chidharom M, Krieg J, Bonnefond A. Impaired Frontal Midline Theta During Periods of High Reaction Time Variability in Schizophrenia. Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging. 2021 Apr; 6(4): 429-38. DOI: 10.1016/j.bpsc.2020.10.005
14. Ramchurn A, de Fockert JW, Mason L, Darling S, Bunce D. Intraindividual reaction time variability affects P300 amplitude rather than latency. Front Hum Neurosci. 2014 Jul; 8: 557. DOI: 10.3389/fnhum.2014.00557
15. Batterham PJ, Bunce D, Mackinnon AJ, Christensen H. Intra-

individual reaction time variability and all-cause mortality over 17 years: a community-based cohort study. Age Ageing. 2014 Jan; 43(1): 84-90. DOI: 10.1093/ageing/aft116

16. Ding Y, Naber M, Gayet S, Van der Stigchel S, Paffen CLE. Assessing the generalizability of eye dominance across binocular rivalry, onset rivalry, and continuous flash suppression. J Vis. 2018 Jun; 18(6): 6. DOI: 10.1167/18.6.6

17. Qiu JK, Zhang S- bin, Wang Z- hong. Comparison of Worth 4-dot test and hole-in-the-card test for the detection of the dominant eye under habitual and best refractive correction. Hong Kong J Ophthalmol. 2006 Dec; 10(1): 11-14.

18. Rice ML, Leske DA, Smestad CE, Holmes JM. Results of ocular dominance testing depend on assessment method. J AAPOS. 2008 Aug; 12(4): 365-69. DOI: 10.1016/j.jaapos.2008.01.017

19. Gonzalez CL, Ganel T, Goodale MA. Hemispheric specialization for the visual control of action is independent of handedness. J Neurophysiol. 2006 Jun; 95(6): 3496-501. DOI: 10.1152/jn.01187.2005

20. Gentier I, Augustijn M, Deforche B, Tanghe A, De Bourdeaudhuij I, Lenoir M, et al. A comparative study of performance in simple and choice reaction time tasks between obese and healthy-weight children. Research in Developmental Disabilities. 2013 Sep; 34(9): 2635-41. DOI: 10.1016/j.ridd.2013.04.016

21. Johansson J, Seimyr GÖ, Pansell T. Eye dominance in binocular viewing conditions. J Vis. 2015; 15(9): 21. DOI: 10.1167/15.9.21

22. Ho R, Thompson B, Babu RJ, Dalton K. Sighting ocular dominance magnitude varies with test distance. Clin Exp Optom. 2018 Mar; 101(2): 276-80. DOI: 10.1111/cxo.12627

23. Roth HL, Lora AN, Heilman KM. Effects of monocular viewing and eye dominance on spatial attention. Brain. 2002 Sep; 125(Pt 9): 2023-35. DOI: 10.1093/brain/awf210

24. Mukherjee M, Patnaik V, Puri N, Bedi M. A study to correlate ocular dominance VIS-A-VIS handedness and footedness. Int J Anat Res. 2016; 4(4): 3242-45. DOI: 10.16965/ijar.2016.449

25. Thomas NG, Harden LM, Rogers GG. Visual evoked potentials, reaction times and eye dominance in cricketers. J Sports Med Phys Fitness. 2005 Sep; 45(3): 428-33.

26. Maddess RJ. Reaction time to hemiretinal stimulation. Neuropsychologia. 1975; 13(2): 213-18. DOI: 10.1016/0028-3932(75)90030-5

27. Johansson B, Jakobsson P. Luminance and color contrast sensitivity and VEP latency in subjects with normal and defective binocularity. Eur J Ophthalmol. 1997 Jan-Mar; 7(1): 82-91. DOI: 10.1177/112067219700700115

28. Minucci PK, Connors MM. Reaction time under three viewing conditions: Binocular, dominant eye, and nondominant eye. J Exp Psychol. 1964 Mar; 67: 268-75. DOI: 10.1037/h0039953

29. Gilliland K, Haines RF. Binocular summation and peripheral visual response time. Am J Optom Physiol Opt. 1975 Dec; 52(12): 834-39. DOI: 10.1097/00006324-197512000-00004

30. Blake R, Martens W, Di Gianfilippo A. Reaction time as a measure of binocular interaction in human vision. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1980 Aug; 19(8): 930-41.

31. Jiménez JR, Medina JM, Jiménez del Barco L, Díaz JA. Binocular summation of chromatic changes as measured by visual reaction time. Percept Psychophys. 2002 Jan; 64(1): 140-47. DOI: 10.3758/bf03194563

32. Bunce D, Haynes BI, Lord SR, Gschwind YJ, Kochan NA, Reppermund S, et al. Intraindividual Stepping Reaction Time Variability Predicts Falls in Older Adults With Mild Cognitive Impairment. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2017 Jun; 72(6): 832-37. DOI: 10.1093/gerona/glw164

33. Der G, Deary IJ. The relationship between intelligence and reaction time varies with age: Results from three representative narrow-age age cohorts at 30, 50 and 69 years. Intelligence. 2017 Sep; 64: 89-97. DOI: 10.1016/j.intell.2017.08.001

34. Chojnacki MR, Raine LB, Drollette ES, Scudder MR, Kramer AF, Hillman CH, et al. The Negative Influence of Adiposity Extends to Intraindividual Variability in Cognitive Control Among Preadolescent Children. Obesity (Silver Spring). 2018 Feb; 26(2): 405-11. DOI: 10.1002/oby.22053