اثر آموزش نوروفیدبک بر تعادل و زمان واکنش ورزشکاران دوومیدانی

سمیه نامدار طجری[۱]، آرش میری فر[۲]، و مژگان معمار مقدم[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۷

پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی[۴]

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر تعادل و زمان واکنش ورزشکاران رشتهٔ دوومیدانی می‌باشد. ۴۸ ورزشکار دوومیدانی در هر دو جنس به‌صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. مطالعه به‌صورت دو سو کور با چهار گروه آزمایشی‌یک، دو، کنترل و تمرینات ساختگی انجام شد. در گروه آزمایشی یک در ناحیهٔ اُ یک و اُ دو امواج چهار تا هفت هرتز بازداری و ۱۵–۱۸هرتز تقویت‌شدند و گروه آزمایشی‌دو در ناحیهٔ سی‌زد و اف‌زد با موج بتا یک در ۱۲ جلسهٔ ۱۵ دقیقه‌ای تقویت‌شدند. نتایج تغییر معناداری در کاهش زمان واکنش انتخابی و بهبود تعادل گروه‌های آزمایشی نشان داد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، آموزش نوروفیدبک را می‌توان برای بهبود برخی از توانایی‌های ادراکی حرکتی ورزشکاران، مانند تعادل و زمان واکنش به‌کار برد.

کلیدواژه‌ها: آموزش نوروفیدبک، تعادل ایستا، زمان واکنش ساده، زمان واکنش انتخابی.

Effects of Neurofeedback Training on Balance and Reaction Time of Track and Field Athletes

Somayeh Namdar Tajari, Arash Mirifar, and Mojghan Memar Moghdam

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of neurofeedback training on balance and reaction time of track and field athletes. 48 athletes in both genders were voluntarily participated in this study and were involved in a double-blind research design including control, sham and two experimental groups; The first treatment group inhibited four-seven Hz and reinforced 15-18 Hz brainwaves at O1 and O2 regions and second treatment group reinforced β_1 brainwaves at Cz and Fz regions for 12 sessions and 15 minutes per session. The results showed significant changes in reducing the selective reaction time and improving balance in treatment groups. Based on the results, neurofeedback training can be used to improving perceptual-motor abilities of athletes such as balance and reaction time.

Key words: Neurofeedback Training, Static Balance, Simple Reaction Time, Choice Reaction Time

---

۱. استادیار تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه مدیریت ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران (نویسندهٔ مسئول).

Email: somayehnamdar@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد تربیت‌بدنی و علوم ورزشی.

۳. استادیار تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه مدیریت ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

۴. این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با شماره ۱۱/۱۱۵۱ با حمایت پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی می‌باشد.

مقدمه

در بسیاری از ورزش‌ها، متغیرهایی همچون تعادل و زمان واکنش تأثیر بسزایی در اجرای فرد خواهد داشت. به عنوان مثال توانایی ورشکاران دو و میدانی در واکنش سریع به محرک در آغاز مسابقه می تواند به عنوان یک عوامل تعیین کننده در پیروزی آن‌ها در باشد. متخصصان علوم ورزشی پیوسته به دنبال ارتقاء عملکرد ورزشی ورزشکاران در رشته‌های مختلف می‌باشند. عملکرد بهینه در شرایطی رُخ خواهد داد که مغز نیز بهترین کارایی را با بهترین استفاده از منابع خود داشته باشد. یکی از شیوه‌های سنجش عملکرد بررسی امواج الکتریکی مغز است. ازآنجایی‌که امواج مغزی اطلاعاتی دربارهٔ فعالیت مغزی ارائه می‌کنند به آن بازخورد عصبی یا نوروفیدبک گفته می‌شود. نوروفیدبک نوعی از بیوفیدبک است که فرد بازخوردهایی از سیگنال‌های مربوط به فعالیت‌های عصبی زیر سطح هوشیار خود را دریافت می‌کند. عموماً به دلیل عدم آگاهی از الگوهای امواج مغزی، افراد قادر به تغییر آن‌ها نمی‌باشند اما با مشاهدهٔ نمایش این امواج روی صفحهٔ کامپیوتر، فرد توانایی تغییر و اثرگذاری بر آن‌ها را کسب می‌کند. درنهایت فرد قادر خواهد بود تا پاسخ‌های فیزیولوژیک نادرست در فعالیت‌های روزانه را درک کرده و پاسخ‌های سالم‌تری جایگزین آن‌ها نماید (هاموند، ۲۰۰۶).

شنگ، لام، گاندل و لادویگ (۲۰۰۵) اشاره کردند که نوروفیدبک قابلیت بازآموزی فعالیت امواج مغزی برای کسب بهترین عملکرد در ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی را فراهم می‌کند، اما آنچه بیشتر در مطالعات دیده می‌شود انجام تمرینات نوروفیدبک برای بهبود عملکرد بیماران است.

عملکرد بهینه به معنی رسیدن به بیشترین کارایی با صرف کمترین انرژی است و در صورتی اتفاق می‌افتد که مغز بتواند از منابع خود بهترین استفاده را ببرد (آرانی، رستمی و نصرآبادی، ۲۰۱۰). کارایی تصمیم‌گیری در صرف حداقل زمان برای تصمیم‌گیری یا کاهش زمان واکنش است. زمان واکنش شاخصی دقیق برای سرعت و کارایی تصمیم‌گیری است و به مدت زمان سپری‌شده بین ارائهٔ غیرمنتظرهٔ محرک حسی و پاسخ رفتاری پس از آن گفته می‌شود (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). دوپلمایر و وبر[1] (۲۰۱۱) نشان دادند تقویت امواج حسی حرکتی یا اس.ام.آر (۱۲ تا ۱۵ هرتز) می‌تواند منجر به افزایش دامنهٔ آن گردد. این افزایش در دامنهٔ امواج حسی حرکتی با کاهش زمان واکنش (داپل‌میر و وبر، ۲۰۱۱) همراه بود. همچنین اگنر و گروزیلر[2] (۲۰۰۴) در مطالعهٔ خود با تقویت امواج بتا یک (۱۸–۱۵ هرتز) در نقاط سی زد و اف زد با موج بتا یک به نتایج قابل‌توجهی در کاهش زمان واکنش دست یافتند (اگنر و گروزیلر، ۲۰۰۴). بتا سریع‌ترین و فعال‌ترین شکل از امواج مغزی با دامنهٔ کوتاه است و به فعالیت‌های عقلانی، تمرکز و کانونی بودن مربوط است. بیشترین دامنهٔ بتا را در نواحی مرکزی – پیشانی می‌توان مشاهده کرد. موج ۱۵–۱۳ هرتز را ریتم حسی–حرکتی، ۱۸–۱۵ هرتز را بتا یک و ۲۵–۱۸ هرتز را بتا ۲ و ۳۲–۲۵ را بتا بالا می‌نامند. بتا بالا با اوج پردازش شناختی، اضطراب و فکر و خیال بیش از اندازهٔ مرتبط است. ریتم حسی – حرکتی یک وضعیت جهت‌گیری درونی را ایجاد می‌کند. برخی آن را بتا پایین می‌نامند. کنش‌های پیچیدهٔ ذهنی (مثل سخن گفتن، بحث کردن و...) تفکر انتزاعی فوق العاده، هشیاری، تمرکز، پایداری هیجانی، محاسبات ریاضی، و افزایش متابولیسم با غلبهٔ موج بتا در مغز بروز می‌کند (اگنر و گروزیلر، ۲۰۰۴؛ هاموند، ۲۰۰۷).

تعادل نیز یکی از عوامل آمادگی حرکتی است که در فعالیت‌های روزانه و ورزشی اهمیت حیاتی دارد.

1. Michael & Weber
2. Gruzelier

مطالعات نشان داده‌اند حفظ تعادل وابسته به اطلاعات حسی دریافتی همچون اطلاعات حس عمقی، بینایی و دهلیزی است (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). در بسیاری از ورزش‌ها متغیر تعادل و زمان واکنش تأثیر بسزایی در اجرای فرد خواهد داشت. به‌عنوان‌مثال توانایی ورزشکاران دوومیدانی در واکنش سریع به محرک در آغاز مسابقه می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کنندهٔ پیروزی در مسابقه باشد.

درزمینهٔ تعادل تنها مطالعهٔ شاخص، مطالعهٔ موردی هاموند در سال ۲۰۰۵ است که بهبود قابل‌توجهی در چهار بیمار مبتلابه نقص تعادل در اثر استفاده از نوروفیدبک را گزارش کرد. پروتکل مورد استفاده او بازداری امواج چهار تا هفت هرتز و تقویت امواج ۱۵ تا ۱۸ هرتز در نقاط اُ یک و اُ دو در ناحیهٔ پس‌سری بود (هاموند، ۲۰۰۵). هاموند در سال ۲۰۰۷ مجدداً در یک مقاله مروری بر اثر نوروفیدبک بر تعادل و عملکرد ورزشی تأکید کرد. محمد زاده، علی نظری و حیدری (۲۰۱۵) نیز نشان دادند تمرینات نوروفیدبک شامل بازداری امواج چهار تا هفت هرتز و تقویت امواج ۱۵ تا ۱۸ هرتز در ناحیهٔ خلفی مغز به مدت ده جلسه موجب بهبودی تعادل پویای مردان جوان خواهد شد.

با توجه به ماهیت تمرینات نوروفیدبک بنظر می‌رسد که توسط این تمرینات بتوان فرصت‌هایی برای بالا بردن عملکردهای ذهنی و ورزشی بدون استفاده از داروهای افزایش دهنده عملکرد در اختیار پژوهشگران، مربیان و ورزشکاران قرار داد، اما تعدد رشته‌های ورزشی و نیازهای متفاوت هر رشته از یک‌سو و پیچیدگی عملکرد مغز از سوی دیگر زمینهٔ مطالعاتی در این حوزه را بسیار گسترده نموده است. بااین‌حال پروتکل‌های مربوط به ارتقاء عملکرد در رشته‌های مختلف ورزشی هنوز به شکلی قطعی مشخص نشده‌اند. از طرفی در اغلب مطالعات مربوط به بازخورد عصبی انتقادهای متعددی دربارهٔ روش‌شناسی مطرح‌شده است که تعمیم نتایج را زیر سؤال می‌برد (مانند عدم تفکیک اثر تلقینی از اثر واقعی تمرینات نوروفیدبک و جلوگیری از اثر هاله‌ای فرایند پژوهش).؛ لذا نیاز است که مطالعات به شکل دو سو کور با گروه کنترل و تمرینات ساختگی انجام شوند.

استفاده از نوروفیدبک در حوزهٔ علوم ورزشی و ارتقاء عملکرد ورزشکاران راهی طولانی در پیش دارد. ورزش‌های مختلف مطالبات مغزی متفاوتی دارند. مطالعات دربارهٔ الگوهای امواج مغزی مرتبط با اوج عملکرد در رشته‌های مختلف رو به افزایش است. چنین پژوهش هایی اطلاعات مهمی دربارهٔ استفاده از آموزش نوروفیدبک به‌منظور ارتقاء اوج عملکرد ارائه می‌دهند (هاموند، ۲۰۰۷). شواهد متعددی لزوم بهبود سرعت واکنش و تعادل برای رسیدن به بهترین عملکرد را نشان می‌دهند و نتایج حاصل از تعدادی پژوهش، بیانگر اثربخشی آموزش نوروفیدبک در بهبود زمان واکنش (اگنر و گروزیلر، ۲۰۰۴؛ کیسر، ۲۰۰۵؛ داپل‌میر و وبر، ۲۰۱۱) و تعادل (هاموند، ۲۰۰۵؛ هاموند، ۲۰۰۷) می‌باشند و درعین‌حال برخی بیانگر عدم اثربخشی مداخله‌های نوروفیدبک هستند (محمدزاده، علی نظری و حیدری، ۲۰۱۵)؛

همانطور که گفته شد اغلب تمرینات نوروفیدبک برای درمان عوارض اختلالات و آسیب‌ها استفاده می‌شود اما در این پژوهش اثر پروتکل‌های بهبود تعادل و زمان واکنش را بر ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین هدف از این پژوهش ارزیابی نقش تمرینات نوروفیدبک بر بهبود عملکرد ورزشکاران می‌باشد که این هدف با ارزیابی اثر تمرینات نوروفیدبک در بهبود برخی از متغیرهای عملکردی همچون تعادل و زمان واکنش در ورزشکاران رشته دوومیدانی مورد بررسی قرار گرفته است. توقع می‌رود که رشته دوومیدانی به عنوان یکی از ورزش‌های پایه عملکرد ورزشکاران را تا حد مطلوبی ارتقاء داده باشد

و چنانچه بهبودی در اثر تمرینات نوروفیدبک در ورزشکار رُخ دهد، در کنار تمرینات بدنی استفاده از نوروفیدبک فرصتی برای بهبود ویژگی‌های عملکردی ورزشکاران خواهد بود.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با روش نیمه تجربی و طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با سه گروه تجربی، کنترل و تمرینات ساختگی[1]، به شکل آزمایشگاهی و به صورت دو سو کور اجرا شد. در ابتدا جلسهٔ هماهنگی در آمفی‌تئاتر دانشکدهٔ روان‌پزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، جهت آشنایی آزمودنی‌ها با انواع بازخورد و بخصوص بازخورد عصبی برگزار شد. بعد از ارائهٔ اطلاعات لازم، علاقه‌مندان شرکت در پژوهش برگه‌های رضایت شرکت در مطالعه و اطلاعات شخصی را تکمیل نمودند. مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌صورت مشابه ب در کلینیک دکتر هاشمیان در شهر مشهد توسط یک تکنسین انجام شد.

شرکت‌کنندگان

جامعهٔ آماری مطالعهٔ حاضر ورزشکاران رشتهٔ دوومیدانی استان خراسان رضوی بودند که حداقل دو سال سابقهٔ قهرمانی در استان خراسان رضوی را داشتند. از آن جهت رشته دوومیدانی انتخاب شد که تعداد نمونه ۴۸ نفر از هر دو جنس بود که به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری قرار گرفتند.

ابزار گرداوری داده‌ها

ارزیابی زمان واکنش با استفاده از دستگاه زمان‌سنج واکنش شرکت پارس مدار آسیا، مدل پی‌ام- آرتی ۱۶۸۸۱[2] ساخت کشور ایران انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری تعادل، از دستگاه تعادل سنج دیجیتال شرکت ساتراپ ساخت کشور ایران استفاده شد. دستگاه سنجش تعادل استاتیک قادر است پایداری وضعیت بدنی را به‌طور غیرمستقیم از طریق نوسانات بدنی (جابجایی مرکز ثقل در واحد سطح) بسنجد. از دستگاه نروفیدبک با سخت‌افزار پروکامپ[3] ساخت کانادا و نرم‌افزار بیوگراف[4] ساخت کانادا جهت انجام تمرینات نروفیدبک استفاده شد.

روش گردآوری داده‌ها

ارزیابی زمان واکنش: دستگاه زمان واکنش دارای دو نوع هشداردهنده صوتی با فرکانس‌های مختلف و سه نوع هشداردهنده نوری می‌باشد. برای انجام آزمون زمان واکنش ابتدا آزمودنی‌ها با نحوه کار دستگاه زمان واکنش و چگونگی انجام آزمون آشنایی پیداکردند و قبل از انجام آزمون‌های اصلی به هر یک از آنان سه بار فرصت ثبت زمان واکنش (سه بار برای ساده و سه بار برای انتخابی) به‌صورت آزمایشی داده شد و سپس از هر آزمودنی برای هر یک از آزمون‌ها شش بار آزمایش اصلی به عمل آمد و از مجموع آزمون‌ها میانگین گرفته شد. محرک‌های ارائه‌شده در این تحقیق از نوع بصری (روشن شدن چراغ) و با فواصل زمانی نامنظم بین یک تا پنج ثانیه بود.

برای آزمون زمان واکنش ساده آزمودنی در مقابل چراغ علامت طوری می‌نشست که نمی‌توانست صفحهٔ دستگاه زمان‌سنج واکنش و حرکت آزمون‌گر را در به‌کاراندازی محرک ببیند. او شستی‌های دستگاه را در دست‌های خود قرار داده و به‌محض این‌که چراغ‌قرمز روشن می‌شد هر چه سریع‌تر کلید را فشار می‌داد. آزمونگر قبل از آن‌که علامت نوری را نشان دهد، آزمودنی را با گفتن کلمه «آماده» از شروع آزمایش مطلع می‌ساخت، البته چراغ کوچکی در پشت

1. Sham
2. Pars Madar Asia,Model: PM-RT 16881
3. Procomp
4. Biograph

دستگاه به رنگ زرد وجود داشت که آزمودنی را از زمان شروع آزمایش آگاه می‌ساخت.

برای سنجش زمان واکنش انتخابی آزمودنی باید در مقابل دو محرک متفاوت (چراغ سبز و قرمز) به‌طور متفاوت واکنش نشان می‌داد. در این آزمایش، آزمودنی دو کلید پاسخ (یکی در دست راست و دیگری در دست چپ) در اختیار داشت. دستورالعمل اجرای آزمون به این شکل بود که وقتی چراغ‌قرمز روشن می‌شد آزمودنی کلید سمت راست و وقتی چراغ سبز روشن می‌شد، کلید سمت چپ را فشار می‌داد. محرک‌ها بانظم کاملاً تصادفی ارائه می‌شدند که ترتیب ارائه محرک‌ها قبلاً به‌صورت شیر و خط کردن یک سکه مشخص‌شده بود.

برای سنجش تعادل ایستا نیز پس از آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه کار دستگاه و چگونگی انجام آزمون، به هر یک از آنان دو بار فرصت ثبت به‌صورت آزمایشی داده شد. سپس سه کوشش ۲۰ ثانیه‌ای از هریک از آزمودنی‌ها گرفته شد که در بین هر کوشش آزمودنی‌ها یک دقیقه به استراحت پرداختند. همچنین از آزمودنی‌ها نیز خواسته‌شده بود در حین اجرای آزمون به روبرو نگاه کنند. دستگاه بر پایهٔ واکنش سطح ایستا نیروهای واردهٔ ناشی از جابجایی مرکز ثقل آزمودنی را اندازه‌گیری کرده و تحلیل می‌نمود. اطلاعات ناشی از جابجایی وزن بدن (خروج از تعادل و بازگشت به تعادل) برای محاسبه پارامترهای مختلف به‌صورت دوبعدی و در هنگام ایستادن به‌کاربرده می‌شد. آزمودنی به‌صورت ساکن بر روی صفحه تعادل (صفحه صلب و بدون حرکت) می‌ایستاد و با توجه به نقاط حساس صفحه (دو پنجه و دو پاشنه) کوچک‌ترین جابجایی وزن بدن که معرف نیروی وارده به هریک از چهار نقطه که دو پنجه و دو پاشنه است در هر لحظه ثبت می‌شد و درنهایت منحنی‌های مربوط به جابجایی‌های نقاط فرضی مرکز ثقل آزمودنی به شکل دوبعدی نمایش داده می‌شدند. بخش شمارشگر دستگاه شاخص نوسانات بدن را از طریق محاسبه میانگین مقدار نوسانات در واحد سطح (سانتیمتر مربع) از میانگین مرکز فشار پاها (به‌عنوان نقطهٔ مرجع) را محاسبه نموده که این شاخص به‌عنوان شاخصی از تعادل در نظر گرفته می‌شود.

پروتکل تمرینی

تمرینات شامل ۱۲ جلسهٔ ۱۵ دقیقه‌ایی برای هر گروه بود که هفته‌ایی سه جلسه (به‌صورت یک روز در میان) انجام شد. گروه زمان واکنش (آزمایشی‌یک) با توجه به مطالعهٔ اگنر و گروزیلر (۲۰۰۴) در نقاط سی زد و اف زد با موج بتا یک تقویت شدند. گروه تعادل (آزمایشی‌دو) با توجه به مطالعهٔ هاموند (۲۰۰۵؛ ۲۰۰۷) پروتکل بازداری امواج چهار تا هفت هرتز و تقویت امواج ۱۵ تا ۱۸ هرتز در در نقاط اُ یک و اُ دو در ناحیهٔ پس‌سری را انجام دادند.

تمرینات نروفیدبک ارائه‌شده در این آزمایش از نوع نروفیدبک ای‌ای جی[1] می‌باشد. همچنین امپدانس الکترود–پوست کمتر از ۱۰ اهم در نظر گرفته‌شده است. سیگنال پس از تقویت توسط دستگاه با استفاده از یک فیلتر بالا گذر با فرکانس قطع ۶۴ هرتز و یک فیلتر پایین گذر با فرکانس قطع ۰/۵ هرتز فیلتر شد، همچنین نویز برق شهر توسط یک فیلتر دیجیتال ۵۰ هرتز حذف شد. سپس سیگنال میان‌گذر با فرکانس ۲۵۶ هرتز نمونه‌برداری شده است.

در هر جلسه آزمودنی روی صندلی راحت، در اُتاقی ساکت نشسته و آزمونگر لالهٔ گوش و نقاط اُ یک و اُ دو برای گروه تعادل و سی زد و اف زد برای گروه زمان واکنش را با الکل طبی و ژل نیوپرپ آماده می‌کرد. الکترود گراند (الکترود سیاه‌رنگ) به لالهٔ گوش سمت راست و الکترود رفرنس (الکترود زردرنگ) و الکترود فعال (الکترود آبی) توسط چسب

1. EEG

تن – بیست[1] به نقاط ذکرشده متصل می‌گردید. محل قرارگیری الکترودها بر اساس سیستم بین‌المللی ۲۰-۱۰ می‌باشد.

در اولین جلسه پیش از شروع تمرینات بازخورد عصبی با گرفتن خط پایه توسط دستگاه پروکامپ، پهنای باند هر فرد تعیین و تمرینات بازخورد عصبی بر اساس پهنای باند خود فرد ارائه شد. از شرکت‌کنندگان در گروه زمان واکنش خواسته‌شده بود که قایقی را با تمرکز کردن بر آن به حرکت درآورده و از طریق امواج مغزی خود آن را کنترل نمایند و اما از شرکت‌کنندگان گروه تعادل خواسته‌شده بود با آرامش همراه با هشیاری ابرهایی را در آسمان آبی به حرکت دربیاورند.

به گروه بازخورد عصبی ساختگی تمرینات ضبط‌شدهٔ گروه‌های دیگر ارائه می‌شد و شرایط اجرای کار از قبیل آماده‌سازی پوست و چسباندن الکترودها همانند گروه بازخورد عصبی واقعی بود. گروه بازخورد عصبی ساختگی می‌تواند متمایزکننده اثرات تلقینی القاء شده به فرد درنتیجه ارائه بازخورد عصبی باشد. گروه کنترل فقط در پیش‌آزمون و پس‌آزمون شرکت کردند.

روش‌های پردازش داده‌ها

در این پژوهش به‌منظور برای بررسی نرمال بودن توزیع آزمون شاپیرو ویلکز و جهت بررسی همگنی داده‌ها در هر سه گروه از آزمون لوین استفاده شد. برای بررسی اثرگذاری تمرینات بازخورد عصبی از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی ال اس دی استفاده شد. تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس نسخهٔ ۱۶ استفاده و سطح معناداری برای انجام محاسبات ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر مربوط به زمان واکنش ساده گروه آزمایشی‌یک، تمرینات ساختگی و کنترل در پیش‌آزمون به ترتیب عبارت‌اند از ۳۳/۳۱ ± ۲۵۶/۳۳، ۹/۳۱ ±۲۵۱/۱۰ و ۲۰/۵۳±۲۶۰/۵۰ هزارم ثانیه، این مقادیر در پس‌آزمون ۳۲/۱۳±۲۳۸/۷۵، ۱۲/۷۷±۲۴۷/۱۰ و ۲۱/۷۳ ± ۲۵۹/۰۸ به دست آمد.

در جدول ۱ مقادیر مربوط نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایشی‌یک با پروتکل تمرینی تقویت موج بتا یک در دو متغیر زمان واکنش ساده و انتخابی برحسب هزارم ثانیه و مقادیر مربوط به نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه آزمایشی‌دو با پروتکل تمرینی بازداری موج چهار تا هفت هرتز و تقویت موج ۱۵ تا ۱۸ هرتز در ناحیهٔ پس سری در متغیر تعادل ایستا برحسب سانتیمتر مربع آمده است.

1. TEN20

جدول ۱. نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها

	گروه آزمایشی		گروه تمرینات ساختگی		گروه کنترل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
زمان واکنش ساده (گروه ۱)	۲۵۶/۳۳±۳۳/۳۱	۲۳۸/۷۵±۳۲/۱۳	۲۵۱/۱۰±۹/۳۱	۲۴۷/۱۰±۱۲/۷۷	۲۶۰/۵۰±۲۰/۵۳	۲۵۹/۰۸±۲۱/۷۳
زمان واکنش انتخابی (گروه۱)	۳۵۶/۸۳±۲۵/۷۸	۳۳۴/۲۳±۲۵/۷۸	۳۶۱/۳۰±۱۲/۳۵	۳۵۵/۹۰±۱۵/۴۸	۳۵۸/۵۸±۱۵/۸۵	۳۵۷/۰±۱۶/۲۷۶
تعادل ایستا (گروه ۲)	۰/۷۵ ± ۰/۱۰	۰/۵۴ ± ۰/۰۴	۰/۷۱ ±۰/۰۷	۰/۶۷ ± ۰/۰۷	۰/۷۳±۰/۰۷	۰/۷۲ ± ۰/۰۶

در جدول ۲ نتایج تحلیل واریانس پیش‌آزمون سه متغیر زمان واکنش ساده، انتخابی و تعادل ایستا ارائه شده است. از آنجایی‌که سطح معناداری برای هر سه متغیر از عدد ۰/۰۵ بیشتر شده است، لذا هر سه گروه در ابتدا باهم تفاوت معناداری ندارند و چنانچه در پس آزمون تفاوت معناداری رخ دهد، این تغییر حاصل آموزش نوروفیدبک خواهد بود.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس زمان واکنش ساده، زمان واکنش انتخابی و تعادل ایستا در پیش آزمون

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ اف	سطح معناداری
زمان واکنش ساده	بین گروه‌ها	۵۴۵/۸۲۱	۲	۱۸۱/۹۴	۰/۲۶۶	۰/۸۵
	درون گروه‌ها	۲۸۷۳۵/۴۸۳	۳۱	۶۸۴/۱۷۸		
زمان واکنش انتخابی	بین گروه‌ها	۳۷۹/۱۷۵	۲	۱۲۶/۳۹۲	۰/۲۹۴	۰/۸۳
	درون گروه‌ها	۱۸۰۶۴/۹۳۳	۳۱	۴۳۰/۱۱۷		
تعادل ایستا	بین گروه‌ها	۰/۰۰۹	۲	۰/۰۰۴	۰/۶۱۲	۰/۵۴۹
	درون گروه‌ها	۰/۲۱۹	۳۱	۰/۰۰۷		

همان‌طور که در جدول سه آمده است، نتیجه آزمون تحلیل واریانس با سطح معناداری ۰/۲۶۱ نشان می‌دهد پروتکل تمرینی تقویت موج بتا یک باعث تغییر معناداری در متغیر زمان واکنش ساده نشده است. بنابراین هر سه گروه آزمایشی یک، تمرینات ساختگی و کنترل در پس آزمون تفاوتی را نشان ندادند.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس زمان واکنش ساده به تفکیک گروه در پس‌آزمون

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ اف	سطح معناداری
بین گروه‌ها	۲۷۶۸/۹۳	۲	۱۲۶/۳۹۲	۱/۳۸۳	۰/۲۶۱
درون گروه‌ها	۲۸۰۲۲/۹۸۳	۳۱	۴۳۰/۱۱۷		
کل	۳۰۷۹۱/۹۱۳	۳۳			

اما همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، نتایج آزمون تحلیل واریانس با سطح معناداری ۰/۰۱۳ نشان می‌دهد که همان پروتکل تمرینی باعث تغییر معناداری در متغیر زمان واکنش انتخابی شده است،

بنابراین آزمون تعقیبی ال.اس.دی برای مقایسه گروه‌ها با یکدیگر انجام‌شده است.

جدول ٤. نتایج آزمون تحلیل واریانس زمان واکنش انتخابی در پس‌آزمون

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ اف	سطح معناداری
بین گروه‌ها	۴۶۳۸/۱۲۵	۲	۱۵۴۶/۰۴۲	۴/۰۴	۰/۰۱۳
درون گروه‌ها	۱۶۰۷۴/۴۸۳	۳۱	۳۸۲/۷۲۶		
کل	۲۰۷۱۲/۶۰۹	۳۳			

نتایج آزمون تعقیبی برای مقایسهٔ گروه آزمایشی‌یک با دو گروه تمرینات ساختگی و کنترل در متغیر زمان واکنش انتخابی نشان می‌دهد که گروه آزمایشی در پس‌آزمون با هر دو گروه کنترل و تمرینات ساختگی تفاوت معناداری در متغیر زمان واکنش انتخابی داشته است، اما دو گروه تمرینات ساختگی و کنترل تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی برای مقایسهٔ گروه‌ها

گروه ۱	گروه ۲	سطح معناداری
آزمایشی‌یک	تمرینات ساختگی	۰/۰۱۴
آزمایشی‌یک	کنترل	۰/۰۰۷
تمرینات ساختگی	کنترل	۰/۸۹۶

مقادیر مربوط به تعادل ایستای گروه آزمایشی‌دو، تمرینات ساختگی و کنترل در پیش‌آزمون به ترتیب عبارت‌اند از ۰/۱۰ ± ۰/۷۵، ۰/۰۷± ۰/۷۱ و ۰/۰۷±۰/۷۳ سانتیمتر مربع، این مقادیر در پس‌آزمون ۰/۰۴ ± ۰/۵۴، ۰/۰۷ ± ۰/۶۷ و ۰/۰۶ ± ۰/۷۲ سانتیمتر مربع به دست آمد.

همان‌طور که در جدول شمارهٔ پنج آمده است چون سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ شده است، لذا آموزش نوروفیدبک تغییر معناداری در تعادل ایستا داشته است که جهت تعیین اینکه بین کدام دو گروه تفاوت به وجود آمده است آزمون تعقیبی انجام‌شده است که در جدول شمارهٔ شش نتایج آن آمده است.

جدول ٦. نتایج آزمون تحلیل واریانس شاخص تعادل ایستا در پس‌آزمون برحسب سانتیمتر مربع

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	آمارهٔ اف	سطح معناداری
بین گروه‌ها	۰/۱۲۴	۲	۰/۰۶۲	۱۹/۱۱۷	۰/۰۰۲
درون گروه‌ها	۰/۱۰۰	۳۱	۰/۰۰۳		
کل	۰/۲۲۴	۳۳			

نتایج آزمون تعقیبی نشان می‌دهد گروه تجربی در پس‌آزمون با هر دو گروه کنترل و تمرینات ساختگی تفاوت معناداری در متغیر تعادل ایستا دارد؛ بنابراین آموزش نوروفیدبک باعث بهبود معنادار تعادل ایستا در گروه آزمایشی دو شده است.

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی برای مقایسه گروه‌ها

گروه ۱	گروه ۲	سطح معناداری
آزمایشی‌دو	**تمرینات ساختگی**	۰/۰۰۳
آزمایشی‌دو	**کنترل**	۰/۰۰۲
تمرینات ساختگی	**کنترل**	۰/۰۸۱

بحث و نتیجه‌گیری

آموزش بازخورد عصبی به‌عنوان یکی از راهبردهای بهبود اختلالات روانی و جسمانی و همچنین ارتقاء عملکرد از دهه هفتاد به بعد گسترش فراوانی یافت(ری‌موند، وارنی، پارکینسون و گروزیلر، ۲۰۰۵). آموزش بازخورد عصبی تکنیک شرطی‌سازی عاملی است که با استفاده از بازداری و یا تقویت فعالیت امواج مغزی منجر به تغییر در اجرا و افزایش سرعت بهبود آن در افراد می‌شود و فرد را به اجرای مطلوب نزدیک می‌سازد. هدف مطالعهٔ حاضر بررسی اثر تمرینات بازخورد عصبی بر سرعت واکنش و تعادل ورزشکاران دوومیدانی بود.

مداخلهٔ آزمایشی (متغیر مستقل)، در غالب دو پروتکل به اجرا درآمد که چهار هفته، هفته‌ایی سه جلسه، هر جلسه ۱۵ دقیقه و درمجموع ۱۲ جلسه به طول انجامید؛ که در طول دوره، آزمودنی‌ها به‌صورت یک روز در میان به تمرین پرداختند. در گروه آزمایشی‌یک موج بتا یک در نواحی سی زد و اف زد و در گروه آزمایشی‌دو پروتکل بازداری امواج چهار تا هفت هرتز و تقویت امواج ۱۵ تا ۱۸ هرتز در نقاط اُ یک و اُ دو ناحیهٔ اُکسیپیتال (پس‌سری) را اجرا کردند، برای گروه تمرینات ساختگی تمرینات ضبط‌شدهٔ گروه‌های بالا ارائه گردید.

همان‌طور که نتایج نشان دادند سرعت واکنش ساده در اثر تمرینات نوروفیدبک کاهش معناداری نیافت، عدم اثرگذاری تمرینات نوروفیدبک بر زمان واکنش ساده ممکن است به‌این‌علت باشد که زمان واکنش ساده در هر فرد حداقل زمان موردنیاز برای پردازش شناختی می‌باشد و یک توانایی است (اشمیت و لی، ۲۰۰۵) و کمتر تحت تأثیر تمرین قرار می‌گیرد؛ اما در مورد زمان واکنش انتخابی تمرینات نوروفیدبک باعث کاهش معنادار زمان واکنش آزمودنی‌ها شد. در تحقیق داپل‌میر و وبر (۲۰۱۱) نیز نشان داده شد که تمرینات نوروفیدبک منجر به افزایش دامنهٔ اس.ام.آر شده است و زمان عکس‌العمل کاهش می‌یابد. کیسر (۲۰۰۵) در مطالعهٔ خود دریافت نوروفیدبک می‌تواند باعث کاهش زمان واکنش گردد. همچنین اگنر و گروزیلر (۲۰۰۴) نیز به نتایج همسویی دست یافتند. نبوی آل آقا و همکاران (۲۰۱۴) نیز در پژوهشی با عنوان تأثیر تمرینات نوروفیدبک بر عملکرد و زمان واکنش افراد با مشاغل حساس، به نتایج مشابهی دست یافتند. کاهش زمان واکنش انتخابی شاخصی از افزایش سرعت تصمیم‌گیری است. تصمیم‌گیری قسمت اصلی پردازش اطلاعات است (اشمت و لی، ۲۰۰۵). در مطالعهٔ محمد زاده و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده شد که عملکرد اجرایی تنیس‌بازان تحت تأثیر تمرینات نوروفیدبک بهبود می‌یابد. عملکرد اجرایی واژه‌ای است که به جنبه‌هایی از پردازش اطلاعات اطلاق می‌شود که رفتارهای پیچیده و کنترل‌شده را در مقابل اعمال خودکار مدیریت می‌کند و تصمیم‌گیری نیز یکی از مؤلفه‌های مورد کنترل آن می‌باشد (هیوج و گراهام، ۲۰۰۲)، بنابراین ممکن است آموزش نوروفیدبک برای ورزشکاران موجب بهبود سرعت تصمیم‌گیری و عملکرد اجرایی شده و آن‌ها را به عملکرد بهینه نزدیک کند.

زمان واکنش یکی از مهم‌ترین سنجش‌های عملکرد انسان در بسیاری از موقعیت‌ها می‌باشد، همچنین یک جنبه مهم برای درک چگونگی عمل مراحل پردازش اطلاعات می‌باشد (اشمیت و لی، ۲۰۰۵؛ آنجلاکیس و همکاران، ۲۰۰۷). برای بررسی تغییرات به وجود آمده، باید به دنبال این تغییرات در مراحل پردازش اطلاعات باشیم. همان‌طور که تکنیک‌های بررسی و کنترل کارکرد مغز همانند نوار مغزی و یا اف ام آر آی نشان داده‌اند امواج بتا سریع‌ترین و فعال‌ترین شکل از امواج مغزی با دامنهٔ کوتاه هستند و به فعالیت‌های عقلانی، تمرکز و کانونی بودن توجه و جهت‌گیری بیرونی مربوط می‌باشد و بیان‌کننده یک وضعیت هشیاری همراه با افزایش متابولیسم است (نبوی آل آقا و همکاران، ۲۰۱۴). شاید بتوان نتایج حاصل‌شده را این‌چنین تفسیر کرد که امواج بتا یک با افزایش توجه، تمرکز و هُشیاری منجر به شناسایی بهتر محرک گردیده و این بهبود در شناسایی محرک ممکن است ناشی از کارکرد بهتر ناحیه پاریتال یا آهیانه‌ای باشد چراکه این ناحیه از کرتکس به کرتکس حسی حرکتی نیز معروف است. بنابراین ممکن است که شناسایی و پردازش سریع‌تر منجر به کاهش زمان واکنش در گروه آزمایشی‌یک شده باشد.

نتایج مطالعه نشان داد که تعادل ایستای ورزشکاران دوومیدانی در گروه آزمایشی‌دو بعد از تمرینات بازخورد عصبی بهتر از تعادل ایستای ورزشکاران در گروه‌های کنترل و تمرینات ساختگی بود. محمد زاده و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که تمرینات نوروفیدبک به شیوهٔ هاموند (۲۰۰۵) می‌تواند تعادل پویای مردان جوان را بهبود بخشد.

تعادل یک واکنش حرکتی نمونه است که به یکپارچگی محرک‌های دریافتی از سیستم‌های بینایی و حس حرکتی وابسته است. در مواقعی که باید تعادل خود را حفظ کنید، اطلاعات حسی باید در سیستم عصبی مرکزی یکپارچه شوند (اشمیت و لی، ۲۰۰۵). همان‌طور که ذکر شد تمرینات نوروفیدبک در ناحیهٔ پس‌سری و نقاط اُ یک و اُ دو انجام شد. ناحیهٔ پس‌سری مرکز پردازش اطلاعات بینایی است. این پروتکل مطابق تحقیق هاموند می‌باشد و نتایج این تحقیق نیز با تحقیق او همسو است؛ هاموند (۲۰۰۵) علت این بهبود را این‌گونه استدلال کرد: " بهبود عملکرد در مجاورت نواحی ۱۷ و ۱۸ برودمن ممکن است باعث بهبود هدایت بصری برای مخچه باشد. این مناطق مسؤول پردازش بصری هستند که در تجزیه‌وتحلیل حرکت، موقعیت، جهت‌گیری و عمق درگیر هستند و مخچه با بهره‌گیری از نشانه‌های بصری آن‌ها را با برونداد حرکتی یکپارچه می‌کند (جوزف، ۱۹۹۶ صفحه ۳۸۷)". بنابراین دو مکانیزم محتمل برای بهبود تعادل وجود دارد: یک پردازش حسی بهتر اطلاعات بینایی که یکی از اصلی‌ترین منابع حسی برای برقراری تعادل می‌باشد و دیگر اینکه هدایت بهتر نشانه‌های بصری به مخچه که مسؤول برقراری تعادل بدن است.

همان‌گونه که هاموند اظهار امیدواری کرده بود، ممکن است نتایج تحقیق او راهگشایی در گسترش به‌کارگیری این روش در زمینه‌های ورزشی، توان‌بخشی، مشکلات سالمندان و هر موقعیتی که نیاز به بهبود تعادل دارد، باشد.

با این‌که نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات نوروفیدبک با دو پروتکل شرح داده‌شده مزایایی برای ورزشکاران دوومیدانی دارد اما ارزیابی نیازهای ویژه تکالیف مختلف و کارایی هرچه بیشتر پروتکل‌های تمرینی بایستی در مطالعات مختلف مورد توجه قرار بگیرد؛ چراکه الگوی فعالیت الکتریکی مغز پیچیده و برای رشته‌های مختلف ورزشی متفاوت می‌باشد و احتمالاً به تکلیف ویژه‌ای که باید انجام شود بستگی دارد. تمرینات نوروفیدبک از طریق تقویت موج بتا ۱ در ناحیه سی زد و اف زد احتمالاً به علت افزایش سرعت تصمیم‌گیری و کاهش زمان پردازش

محرک‌های بینایی باعث بهبود زمان واکنش شد. همچنین تمرینات نوروفیدبک در ناحیهٔ پس‌سری باعث بهبود تعادل شد که احتمالاً به علت بهبود پردازش محرک‌های بینایی و انتقال بهتر آن‌ها به مخچه می‌باشد.

در پژوهش حاضر الگوهای تغییرات امواج مغزی طی جلسات تمرینی ضبط نشد و امکان بررسی چگونگی تغییرات ایجادشده وجود نداشت؛ جهت بررسی ارتباط بین تغییرات عملکردی و تغییرات عصب‌شناختی حاصل از تمرینات نوروفیدبک پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات بعدی این مهم در نظر گرفته شود.

مطالعاتی که تاکنون درزمینهٔ تمرینات بازخورد عصبی وجود دارند نشان داده‌اند که این تمرینات پتانسیل بهبود عملکرد انسانی را دارد. ورزشکاران نیاز به عملکرد سطوح بالاتری نسبت به افراد غیر ورزشکار در برخی از اعمال مانند تعادل و زمان واکنش دارند. مطالعه هاموند (۲۰۰۵) نشان داد تعادل افراد آسیب‌دیده با بازداری موج چهار تا هفت هرتز و تقویت موج ۱۵ تا ۱۸ هرتز در ناحیهٔ اُ یک و اُ دو ناحیهٔ پس‌سری بهبود یافت. اگنر و گروزیلر (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که زمان واکنش با تقویت موج بتا یک در ناحیهٔ سی زد و اف زد کاهش می‌یابد. اجرای این پژوهش نشان داد کاربرد پروتکل هاموند و اگنر و گروزیلر به ترتیب برای بهبود عملکرد تعادلی و زمان واکنش انتخابی ورزشکاران دوومیدانی نیز مفید می‌باشد. بنابراین پروتکل‌های ذکر شده نه تنها در شرایط آسیب و بیماری توانایی بهبود عملکرد را دارند بلکه کاربرد آن‌ها برای افراد ورزشکار نیز توصیه می‌شود.

منابع

1. Angelakis, E., Stathopoulo, S., Frymiare, J., L., Green, D., L. Lubar, J, F., & Kounios, J. (2007). EEG neurofeedback: a brief over view and an exampel of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly. clin neuropsychol, 21(1), 20.
2. Arani, F., Rostami, R., & Nostratabadi, M. (2010). Effectiveness of neurofeedback training as a treatment for opioid dependent patients. Clinical EEG and neuroscience, 41(3), 8.
3. Clarke, A., Barry, R., & McCarthy, R. (2002). EEG analysis of children with attentiondeficit/hyperactivity disorder and comorbid reading disabilities. Learn Disabil, 35(3), 10.
4. Doppelmayr, M., & Weber, E. (2011). Effects of SMR and Theta/Beta Neurofeedback on ReactionTimes, Spatial Abilities, and Creativity. Neurotherapy, 15(2), 15.
5. Egner, T., & Gruzelier, J., H. (2004). EEG Biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. Clinical Neurophysiology, 115(1), 9.
6. Eskandarnejad, M., Abdoli, B., Nazari, M., & Vaez, M. K. (2010). Effects of neurofeedback training on p erformance in novice archers: double blind study. M otor behavior, 2(5), 18.
7. Hammond, D. C. (2006). What is neurofeedback? neurotherapy, 10(4), 12.
8. Hammond, D. C. (2007). Neurofeedback for the Enhancement of Athletic performance and physical balance. American board of sport psychology, 1(1), 9.
9. Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: an update? Neurotherapy, 15(7), 32.

10. Hughes, C., & Graham, A. (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions. Child and Adolescent Mental Health, 7(3), 12.
11. Kaiser, D. (2005). Basic principles of quantitative EEG. Journal of adult development. Adult development, 12(2), 6.
12. Kramer, D. (2007). Predictions of performance by EEG and skin conductance. Indiana undergraduate journal of cognitive science, 2(3), 11.
13. Mohamadzadeh, h., AliNazari, M., & Heidari, M. (2015). The Effect of Neurofeedback Training on Dynamic Balance of Young Men. Development and Motor Learning, 53(1), 10.
14. NabaviAleagha, F., Naderi, F., Heidarei, A., Nazari, M., Nicksirat, A., & Avakh, F. (2014). The effect of neurofeedback (SMR training) on performance and reaction time of individuals who undertake difficult tasks. Ebnesina IRIAF Health Administration, 15(4), 6.
15. Raymond, J., Varney, C., Parkinson, L. A., & Gruzelier, J. H. (2005). The effect of alpha/thete neurofeedback on personality and mood. Cognitive brain research, 23(2-3), 6.
16. Schenk, S., Lamm, K., Gundel, H., & Ladwig, K. (2005). Neurofeedback-based EEG alpha and EEG beta training. Effectiveness in patients with chronically decompensated tinnitus. HNO, 53(1), 8.
17. Schmidt, R., & Lee, T. D. (2005). Motor Control and Learning (Vol. 4). US: Human Kinetics.

استناد به مقاله

نامدار طجری، س. میری فر، آ. و معمار مقدم، م. (۱۳۹۶). اثر آموزش نوروفیدبک بر تعادل و زمان واکنش ورزشکاران دوومیدانی. مجلهٔ مطالعات روان‌شناسی ورزشی، شمارهٔ ۱۹، ص. ۳۰-۱۹. شناسه دیجیتال: 10.22089/spsyj.2017.2410.1253

Namdar Tajari, S., Mirifar, A., and Memar Moghdam, M. (2017). Effects of Neurofeedback Training on Balance and Reaction Time of Track and Field Athletes. *Journal of Sport Psychology Studies*, 19; Pp: 19-30. In Persian. Doi: 10.22089/spsyj.2017.2410.1253