رشد و یادگیری حرکتی ـ ورزشی – پاییز ۱۳۹۵
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۳، ص : ۴۶۷- ۴۸۳
تاریخ دریافت : ۲۳ / ۱۱ / ۹۳
تاریخ پذیرش : ۱۷ / ۰۱ / ۹۵

مقایسهٔ تمرینات نوروفیدبک و تمرین بدنی بر عملکرد و یادداری مهارت پرتاب دارت

حسن محمدزاده[۱] – مریم صالحی*[۲] – حجت‌الله امینی[۳]

۱. دانشیار گروه رفتار حرکتی دانشکدهٔ تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲. کارشناس‌ارشد، گروه رفتار حرکتی دانشکدهٔ تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی مقایسهٔ تمرینات نوروفیدبک و تمرین بدنی بر عملکرد و یادداری مهارت پرتاب دارت بود. از میان دانشجویان دختر رشتهٔ تربیت بدنی دانشگاه ارومیه که همگی راست‌دست بودند و هیچ‌گونه سابقهٔ آموزش نوروفیدبک و پرتاب دارت نداشتند، ۲۴ نفر به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه ۸ نفری تمرین بدنی، نوروفیدبک و کنترل قرار گرفتند. پروتکل تمرینی، ۳ جلسه در هفته به مدت ۵ هفته انجام گرفت. سپس پس‌آزمون به‌عمل آمد. آزمون یادداری پنج روز پس از آخرین جلسهٔ تمرینی گرفته شد. داده‌ها به روش آماری تحلیل واریانس دوراهه با اندازه‌گیری مکرر عامل آزمون، تحلیل واریانس یکراهه و آزمون‌های تعقیبی تکرارشونده براساس تخمین میانگین‌های حاشیه‌ای تحلیل شد. نتایج آزمون تحلیل واریانس دوراهه با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که اگرچه عملکرد آزمودنی‌ها در مرحلهٔ عملکرد هر دو گروه تمرین بدنی و نوروفیدبک پیشرفت داشتند، تفاوت معناداری بین گروه‌های آزمایشی در این مرحله مشاهده نشد. از سوی دیگر، اثر اصلی مراحل آزمون در این پژوهش معنادار بود، اما اثر اصلی گروه و همچنین تعامل مراحل آزمون و گروه به لحاظ آماری معنادار نبود. به‌عبارت دیگر تفاوت تأثیرات تمرین بدنی و تمرین نوروفیدبک بر عملکرد و یادداری مهارت دارت معنادار نبود. با توجه به یافته‌های این پژوهش، نقش تمرین بدنی و نوروفیدبک بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت و تأکید بر استفاده از آنها در کنار یکدیگر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی

امواج مغزی آلفا/تتا و تتا/SMR، تمرین بدنی مهارت دارت، نوروفیدبک.

* نویسنده مسئول : تلفن: ۰۹۱۳۴۱۲۹۲۲۸ Email : maryam_salehi288@yahoo.com

مقدمه

شناسایی فعالیت‌های اثرگذار بر یادگیری حرکتی و نحوهٔ اجرای مهارت‌های حرکتی، حجم عمده‌ای از پژوهش‌های حیطهٔ یادگیری حرکتی را به خود اختصاص داده است. روان‌شناسان ورزشی نیز در پی آن‌اند که با یادگیری روش‌های جدید، آرامش ذهنی و روانی را برای بهبود عملکرد در ورزشکاران بالا ببرند. مطالعات زیادی تأثیرات شیوه‌های متفاوت تمرین ذهنی و بدنی و روانی را بر یادگیری تکالیف حرکتی بررسی کرده‌اند و با در نظر گرفتن نوع مهارت و عوامل شناختی مؤثر بر مهارت ورزشی سعی می‌کنند به مربیان کمک کنند تا راهکارهای مؤثرتری را برای آموزش بهتر به‌منظور یادگیری کارامد در پیش گیرند. یکی از شیوه‌های جدید و رو به گسترش بهبود عملکرد ورزشی نوروفیدبک است.

دانشمندان عصب‌شناس، اصطلاح فعال‌سازی[1] را برای توصیف کارکرد مغز به‌کار می‌برند. مغز فعال در عین آرامش، هوشیار است و کارایی مناسبی در پردازش اطلاعات دارد، نگاهی که مغز نظم یافته و توان خودتنظیمی پیدا می‌کند، نشانه‌هایی که ظاهراً منشأ و خاستگاه‌هایی مجزا دارند، بهبود پیدا می‌کنند، رفتار بهتر می‌شود، تمرکز و توجه افزایش می‌یابد، خواب طبیعی می‌شود و خلق ثبات پیدا می‌کند. این اتفاقات حاصل انعطاف‌پذیری و قابلیت تغییر در مغز انسان هستند. این قابلیت‌های ذاتی را می‌توان از طریق آموزش بیوفیدبک[2] فعال کرد (۲۸).

بیوفیدبک، مسیر تازه‌ای را بین شخص و فعالیت‌های بدنی و ذهنی او باز می‌کند و راهی برای کسب کنترل بیشتر بر کارکردهای روان‌شناختی و فیزیولوژیکی و نیز دستیابی به سلامتی و بهزیستی را به‌وجود می‌آورد. زمانی‌که فرد از فعالیت‌های بدنی و فیزیولوژیکی خویش آگاهی بیشتری به‌دست آورد، می‌تواند این فعالیت‌ها را کنترل و تعدیل کند (۴).

نوروفیدبک[3]، نوعی بیوفیدبک است که فرد بازخوردی از سیگنال‌های مغزی خود را دریافت می‌کند که این امواج مربوط به فعالیت‌های عصبی زیر سطح هوشیاری وی است. اغلب به‌دلیل ناآگاهی از الگوهای امواج مغزی یک فرد قادر به شناخت و تغییر آنها نیست، اما با مشاهدهٔ نمایش این امواج (با گذشت چند هزارم ثانیه روی صفحهٔ رایانه) پس از مدتی فرد توانایی تغییر و تأثیر بر آنها را کسب می‌کند. این فرایند خودتنظیمی نیز خوانده می‌شود و در نهایت فرد قادر خواهد بود تا پاسخ‌های فیزیولوژیک نادرست را در

1. Activation
2. Biofeedback
3. Neurofeedback

فعالیت‌های روزانه درک کرده و پاسخ‌های صحیح‌تری را جایگزین آنها کند (۱۸).

امروزه نوروفیدبک یکی از ابزارهای اساسی مورد استفادهٔ تیم‌های بزرگ ورزشی و قهرمانان المپیک برای دست یافتن به عملکرد بهینه است (۳۲،۱۸). نوروفیدبک طی جلسات مختلف، مغز را برای فعالیت یا الگوی مناسب پرورش می‌دهد. این حالت دربرگیرندهٔ افزایش یا کاهش فعالیت امواج خاصی در مناطق خاصی از مغز است. از شاخص‌های مهمی که در آموزش نوروفیدبک در زمینهٔ افزایش عملکرد ورزشکاران مورد توجه است و برای بهبود آنها تلاش می‌شود، تمرکز، توجه و انگیزش، کنترل سطح انگیختگی، سطح مطلوب کنترل خودکار، کاهش اضطراب، توانبخشی در درمان آسیب‌های مغزی، بهبود سریع مشکلات تعادلی و قرار گرفتن در منطقهٔ مطلوب عملکرد است (۳۲،۱۹،۱۸،۶). فعالیت امواج مغزی به شکل برانگیختگی در بدن یا مغز بروز می‌کند. ورزشکار برای رسیدن به موفقیت، باید بدنش در حالت برانگیخته و ذهنش در آرامش باشد. این حالت اغلب قرار گرفتن در «Zone» نامیده می‌شود. هر کدام از امواج مغزی (بتا، آلفا، تتا و دلتا) باید در سطح خاصی از فعالیت باشند تا این وضعیت حاصل شود (۵، ۲).

در تمرینات نوروفیدبک دو مورد از پروتکل‌های مطرح برای بهبود عملکرد ورزشکاران عبارت‌اند از پروتکل آلفا / تتا و SMR/ تتا. پروتکل آلفا/ تتا فرصت‌هایی را برای ورزشکار فراهم می‌کند تا اجرای ورزشی و ذهنی را بدون استفاده از داروهای افزایش‌دهندهٔ عملکرد، بهبود بخشد (۲۹). در زمینهٔ استفاده از پروتکل آلفا/تتا در بهبود اجرا مطالعات چندی انجام گرفته است که از معروف‌ترین آنها می‌توان به بهبود اجرای دانشجویان موسیقی توسط گروزیلر[1] (۲۰۰۵) اشاره کرد که این تحقیق آغاز استفاده پروتکل آلفا/تتا در بهبود اجرا بود (۱۵). چنانچه پروتکل آلفا/تتا برای یک دورهٔ مداوم استفاده شود، فرد به احساسی مشابه با وضعیت تفکر، تصویرسازی و تفکرات انتزاعی نزدیک می‌شود. در نتیجه می‌توان گفت این پروتکل نقش بسزایی در کاهش برانگیختگی دارد و تأثیرات مثبت آن بر اجرا قابل مشاهده است (۱۱). اولین انگیزهٔ به‌کارگیری این پروتکل در دنیای ورزش، برای اجرای موسیقی بود. در اولین تحقیق، موسیقی‌دان‌های هنرستان موسیقی به‌طور تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: گروه اول امواج آلفا /تتا را دریافت می‌کردند؛ گروه دوم همین روش‌های بازخورد را با تمرینات مهارت‌های ذهنی و تمرینات هوازی به‌صورت ترکیبی دریافت می‌کردند؛ گروه سوم گروه شاهد بود. بازخورد عصبی برای جلسات ۳۰-۲۰ دقیقه‌ای تنظیم شده بود. جلسه شامل تمرینات موج سریع با استفاده از فرکانس‌های

1. Gruzelier

پهنای بتا (۱۸-۱۵ هرتز) و سپس ریتم حسی حرکتی با پهنای باند (۱۵-۱۲ هرتز) بود. ده جلسهٔ بعدی شامل تمرین آلفا/تتا با چشمان بسته و بازخورد شنوایی، برخورد امواج با ساحل، شرشر آب و صدای ناقوس با هدف بالا بردن تتا (۴-۷) نسبت به آلفا (۸-۱۱) بود. برای هر سه پروتکل بازخورد عصبی آلفا/تتا وSMR و بتا گرفته شد. مشخص شد که تنها تمرین آلفا/تتا با بهبود اجرای موسیقی در هر سه زمینه بستگی دارد. در نوازندگی به‌خصوص در درستی ریتم، همهٔ جنبه‌های مطابقت با آهنگ موسیقی و همهٔ جنبه‌های اجرای عملی یافت شد (۲۵).

پروتکل SMR/ تتا افزایش قدرت در دامنهٔ ۱۵-۱۲ هرتز و کاهش قدرت در دامنهٔ ۸-۴ هرتزی است. از این پروتکل برای افزایش توجه استفاده می‌شود (۱۲). در تمرینات نوروفیدبک نشان داده شده است که افزایش دامنهٔ SMR برای: ۱. بهبود حساسیت ادراکی[1]؛ ۲. کاهش خطا و بهبود سرعت در تکالیفی که نیاز به توجه مداوم دارن؛ ۳. بهبود فراخوانی اطلاعات از حافظهٔ معنایی؛ ۴. بهبود دقت در تکالیفی که بر توجه متمرکز شده‌اند، استفاده می‌شود (۵). توجه موجب جهت‌گیری به‌سوی محرک‌های ارزشمند می‌شود. هنگامی‌که به محرکی ویژه توجه می‌شود، پتانسیل‌های فراخوانده‌شده قشری و EEG مشابه حالت بیداری هستند. نتایج نشان می‌دهد که نوروفیدبک پردازش توجه را بهبود می‌بخشد (۱۲). آموزش نوروفیدبک SMR می‌تواند پردازش توجه را در افراد سالم افزایش دهد. نوروفیدبک به بازیکن یاد می‌دهد که چگونه توجه را از درون به محرکات بیرونی انتقال دهد، اضطراب عملکرد را پایین می‌آورد و با آن مقابله کند (۳۰).

پژوهشگران هنگام استفاده از آموزش نوروفیدبک از پروتکل‌های متفاوتی با توجه به هدفی که دارند و با توجه به رشتهٔ ورزشی مورد نظر و اینکه کدام فاکتور روان‌شناختی مهم دخیل است، استفاده می‌کنند. در زمینهٔ ورزش‌های هدف‌گیری نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که آموزش امواج مغزی موجب بهبود عملکرد و افزایش توجه شده است. در تحقیقی چان هی چانگ[2] و همکاران (۲۰۰۱) به بررسی تأثیر امواج مغزی بر اجرای بازیکنان تنیس پرداختند و نتایج نشان داد که تمرینات ۱۲ هفته‌ای نوروفیدبک موجب افزایش میزان توجه و افزایش عملکرد در بازیکنان تنیس شد (۷). در تحقیقی لی[3] (۲۰۰۹)، به ارزیابی سطح توجه و ریلکسیشن تیراندازان با کمان با استفاده از آنالیز امواج

1. perceptual sensitivity
2. Chung
3. Lee

مغزی پرداخت و نتایج نشان داد که تیراندازان حرفه‌ای و نیمه‌حرفه‌ای و مبتدی الگوی متفاوتی از سطح توجه و ریلکسیشن دارند که در تمرینات بازخوردی باید مورد توجه قرار گیرد (۲۳). اسکندرنژاد (۱۳۸۹) در پژوهشی تأثیر آموزش نوروفیدبک را بر ویژگی‌های الکتروانسفالوگرافیک و عملکرد تیروکمان‌کاران مبتدی بررسی کرد که جلسات نوروفیدبک شامل آموزش تقویت امواج آلفا در ناحیهٔ T3 بود و پروتکل آلفا/تتا در ناحیهٔ PZ، نتایج نشان داد که آموزش نوروفیدبک می‌تواند به بهبود اجرا در تیروکمان‌کاران مبتدی منجر شود (۱). ناداپاپ[1] و همکاران در سال ۲۰۱۰ به این نتیجه رسیدند که تمرینات نوروفیدبک ریلکسیشن را در ورزشکاران افزایش داد و در کنترل استرس به آنان کمک کرد. ورزشکاران نتایج بسیار خوبی را در تمرینات اسکی در مسابقات المپیک به‌دست آوردند (۲۴). همچنین نتایج پژوهش‌های گروزیلر و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که آموزش نوروفیدبک بر اجرای خلاقانهٔ موسیقی، توجه و بهزیستی در کودکان دبستانی تأثیر دارد (۱۶).

با توجه به نتایج پژوهش‌های کیم[2] و همکاران (۲۰۰۸)، گروزیلر و همکاران (۲۰۱۴) و اسکندرنژاد (۱۳۸۹)، که به وجود الگوی خاص امواج مغزی در فعالیت‌های ورزشی دلالت دارد، محققان حوزهٔ علوم ورزشی بر آن شدند تا با استفاده از اصول شرطی‌سازی، الگوی امواج مغزی ورزشکاران را به الگوی امواج مغزی ورزشکاران حرفه‌ای نزدیک کنند تا از این طریق در جهت بهتر شدن عملکرد ورزشکاران مبتدی گام بردارند (۱،۱۶،۲۱). در واقع در نوروفیدبک، الگوی فعالیت الکتریکی مغز شکلی از رفتار است که به‌وسیلهٔ شرطی‌سازی عاملی اصلاح‌شدنی است.

بین ذهن و عملکرد بدنی در ورزش رابطه‌ای بسیار قوی وجود دارد. برای بهبود عملکرد ورزشی دامنهٔ وسیعی از قدرت ذهن مثل تمرکز و توجه لازم است. نوروفیدبک نتایج خیلی خوبی را برای بهبود عملکرد ورزشی، موسیقی، رقص باله و اجرای خواننده‌ها نشان داده است (۱۶). در آموزش نوروفیدبک از پروتکل آلفا/تتا برای افزایش عملکرد ورزشکاران استفاده می‌شود (۲۱،۱۹،۱۸) و با تقویت SMR سعی در بهبود توجه و تمرکز دارند (۳۰،۵).

تمرین بدنی یکی از بهترین روش‌های یادگیری هر مهارتی است که همهٔ ورزشکاران برای یادگیری مهارت از آن استفاده می‌کنند. گاهی در جریان یادگیری مهارت‌ها وقفه و مشکلی پیش می‌آید که بازیکن از اجرای تمرین بدنی باز می‌ماند، مانند زمانی‌که ورزشکار دچار آسیب می‌شود. در اینجا پیدا

1. Nada
2. Kim

کردن راهکاری که ورزشکار از ادامهٔ تمرین باز نماند، بسیار مهم است. در مورد ورزش‌های نشانه‌گیری که در این پژوهش به بررسی مهارت دارت پرداختیم، و اینکه بعد از آموزش مهارت، آیا امکان ادامهٔ روند یادگیری بدون تمرین بدنی و با آموزش نوروفیدبک وجود دارد و در مقایسهٔ دو شیوه کدام روش، روش مؤثرتری است.

از آنجا که تمرین مهارت‌های روان‌شناختی مانند تمرین ذهنی در موقعیت‌های رقابتی و ورزشی اهمیت زیادی دارد (۸) و نورفیدبک نیز از جمله مهارت‌های روان‌شناختی مؤثر در بهبود عملکرد و افزایش اجراست (۳۲)، اگر این مهارت‌ها بتواند به‌همراه تمرین عملی یا بدون آن به یادگیری و اجرای مهارت پرتاب دارت یا ورزش‌های نشانه‌گیری کمک کند، بی‌تردید می‌تواند کمک مؤثری در تعیین و انتخاب راهبردهای آموزشی و تمرینی، داشته باشد. بنابراین با توجه به زمان‌بر بودن تمرینات بدنی و همچنین برای جلوگیری از هدر رفتن زمان و هزینه‌های تمرینی برای آموزش مهارت‌های جدید و حتی بهبود مهارت‌های از پیش آموخته‌شده و همچنین جلوگیری از به هدر رفتن استعدادهای بالقوهٔ نوآموزان و کشف بهترین روش‌های تمرینی، محققان درصدد گزینش مناسب‌ترین روش‌های تمرینی برای ورزشکاران هستند که این پژوهش نیز که به‌منظور مقایسهٔ تمرین نوروفیدبک و تمرین بدنی در فرایند عملکرد و یادداری تکلیف پرتاب دارت به نوآموزان انجام گرفت، بر آن است تا گامی در همین زمینه بردارد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه‌تجربی است که به‌صورت میدانی انجام گرفت. جامعهٔ آماری تحقیق شامل همهٔ دانشجویان دختران رشتهٔ تربیت بدنی دانشگاه ارومیه، در سال تحصیلی ۹۲-۹۱، است، که راست‌دست بوده و از نظر جسمانی و عصب‌شناختی از سلامت کامل برخوردار بودند، هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان با آموزش نوروفیدبک و ورزش دارت آشنایی نداشتند و در ناحیهٔ جمجمه هیچ‌گونه عمل جراحی و در سیستم دستگاه عصبی مشکل خاصی نداشتند. پس از یافتن شرکت‌کنندگان با ویژگی‌های مذکور در جامعهٔ مورد نظر، تمام آزمودنی‌ها، از روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. حجم نمونه مطابق با پیشینهٔ تحقیق که به‌طور متوسط ۸ تا ۱۵ نفر در هر گروه بود (۲۵،۱۷،۲۷،۲۶،۱۲)، ۸ نفر در هر گروه و در مجموع، ۲۴ نفر واجد شرایط با میانگین سنی ۱/۸± ۲۱/۳ سال تعیین شد و در سه گرو: تمرین بدنی، نوروفیدبک و گروه کنترل قرار گرفتند.

روش جمع‌آوری اطلاعات

نوروفیدبک

نوروفیدبک نظام آموزشی جامعی است که به رشد و تغییر در سطح مغز منجر می‌شود. طی تمرین الکترودهایی به سر ورزشکار متصل می‌شود. الکترود فعال، فعالیت امواج مغزی را ثبت می‌کند و روی صفحهٔ کامپیوتر به شکل میله‌های رنگی یا شکل‌های متحرک نشان داده می‌شود. این امواج و اشکال بازخورد بینایی و شنوایی از امواج مغزی هستند. نکتهٔ مهم این است که هیچ‌گونه فعالیت الکتریکی به مغز وارد نمی‌شود، بلکه این اشکال الگوی فعالیت الکتریکی مغز را اندازه‌گیری می‌کنند. پس از مدتی مغز ارتباطی را بین فعالیت خود و آنچه روی صفحهٔ کامپیوتر مشاهده می‌شود، شناسایی می‌کند. به‌عبارت دیگر، مغز شروع به شناسایی وضعیت روانی خود می‌کند و این زمانی است که یادگیری حاصل می‌شود. پیش از قرارگیری الکترودها روی سر، پوست سر با الکل طبی و ژل نیوپرپ کاملاً تمیز شده و الکترودها در منطقهٔ مورد نظر با چسب Ten-20 متصل می‌شوند. دستگاه مورد مطالعه در این تحقیق دستگاه FlexComp ۱۰ کاناله، ساخت کانادا، با نرم‌افزار Biograph از کارخانهٔ infinit (Thought Technology Ltd.) است.

پروتکل‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل آلفا/ تتا و تتا/SMR بود. پروتکل تمرینی آلفا/ تتا، شامل ثبت رویداد فعالیت آلفا و تتا در الکتروانسفالوگرام است. درحالی‌که شرکت‌کنندگان چشم‌هایشان را بسته و آرام‌اند. این پروتکل به‌وسیلهٔ صداهای خوشایندی مانند امواج ساحلی که به‌نرمی در هم می‌شکنند و صدای جویباری که زمزمه‌وار می‌آید، و به‌ترتیب موجب تولید آلفا و تتا می‌شود، ارائه می‌شود (۲۳). آموزش آلفا/تتا الگوی آموزشی مناسبی است که به‌وسیلهٔ آن فرد تلاش می‌کند تا سطح فعالیت باند تتا را نسبت به آلفا افزایش دهد. تحقیقات از این روش به‌منظور افزایش خلاقیت[1] و خوب بودن[2] استفاده می‌کنند (۱۰). پروتکل تمرینی آلفا/تتا به‌وسیلهٔ مطالعات پنیستون و کولسوکی توسعه یافت، که برای درمان افراد الکلی از آن استفاده شد (۲۳).

پروتکل تتا/SMR با چشم‌های باز اجرا می‌شود و شامل افزایش SMR در دامنهٔ ۱۵-۱۲ هرتز و کاهش تتا در دامنهٔ ۷-۴ هرتز می‌شود. از پروتکل تتا/SMR برای افزایش توجه و تمرکز استفاده می‌شود. افزایش SMR نه‌تنها روی توجه و تمرکز، بلکه روی حافظهٔ کاری معنایی تأثیر زیادی داشته است (۲۸).

1. Creative
2. Well-being

تختهٔ دارت

در تحقیق حاضر از تختهٔ دارت معمولی به شکل دایره و از جنس کاغذ فشرده و قطر ۴۵۳ میلی‌متر و ضخامت ۱۲ میلی‌متر، استفاده شد. تختهٔ دارت مورد نظر در آزمایشگاه روی دیوار آویخته شد، به‌گونه‌ای که مرکز صفحهٔ دارت در ارتفاع ۱/۷۲ متر از زمین قرار گیرد. خطی روی زمین به فاصلهٔ ۲/۲۰ متر از صفحهٔ دارت ترسیم شد که در زمان پرتاب پای آزمودنی در پشت خط قرار داشت. پنج پیکان فلزی دارت با وزن ۲۵ گرم و طول ۱۵ سانتی‌متر جهت پرتاب استفاده شد.

روش اجرا

در بخش اجرایی ابتدا اصول پایهٔ جزئی دربارهٔ مهارت پرتاب دارت مانند روش تعیین نقطهٔ گرفتن تیر و نحوهٔ امتیازدهی به شرکت‌کنندگان ارائه شد و در پی آن الگوی ماهر پرتاب دارت برای سه مرتبه به تمام شرکت‌کنندگان هر گروه به‌صورت مجزا نشان داده شد. سپس، هر کدام از شرکت‌کنندگان سه کوشش آزمایشی پرتاب دارت را انجام دادند.

پیش از شروع آموزش نوروفیدبک و تمرین بدنی و پس از اتمام آموزش، از هر آزمودنی در ۱۰ کوشش پرتاب دارت آزمون به‌عمل آمد و امتیازها ثبت شد. آزمون یادداری نیز پنج روز پس از اتمام جلسات تمرینی گرفته شد.

گروه تمرین نوروفیدبک در هر جلسه پیش از شروع تمرین نوروفیدبک از هر فرد به‌صورت چشم باز (در منطقهٔ C3، پروتکل تتا/SMR) و با چشم بسته (منطقهٔ pz، پروتکل آلفا/تتا) خط پایه گرفته شد. پروتکل اولیه آلفا/تتا بود که در منطقهٔ pz به مدت ۲۰ دقیقه انجام گرفت. در این پروتکل بازخورد شنیداری ارائه می‌شد. فرد با چشمان بسته به صدای امواج اقیانوس و رودخانه گوش می‌داد، اما هوشیاری خود را باید حفظ می‌کرد. ده دقیقهٔ بعدی آموزش به پروتکل تتا/SMR در ناحیهٔ C3 اختصاص می‌یافت. فیدبک این پروتکل به‌صورت دیداری و شنیداری و شامل جلو بردن قایق مربوطه بود. تمرین نوروفیدبک به مدت پنج هفته در ۱۵ جلسه، هر هفته سه جلسه تشکیل شد و ۴۵ دقیقه به طول انجامید. پیش از شروع تمرینات نوروفیدبک، پس از اتمام تمرینات و به مدت ۷۲ ساعت بعد از اتمام تمرینات از دو گروه کنترل و نوروفیدبک در ۱۰ تلاش پرتاب دارت آزمون به‌عمل آمد و جمع امتیازها محاسبه شد. همزمان با گروه تمرین نوروفیدبک، گروه تمرین بدنی نیز تمرین دارت را به مدت ۵ هفته انجام دادند. در هر هفته ۳ جلسهٔ ۱۵ دقیقه‌ای تمرینات انجام می‌گرفت که در هر جلسه گروه تمرین بدنی ۳۰ کوشش پرتاب دارت را انجام می‌دادند.

برای تجزیه‌وتحلیل آماری، از میانگین و انحراف معیار به‌عنوان آمار توصیفی استفاده شد. پیش از بررسی فرضیه‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون لوین برای برابری واریانس‌ها استفاده شد. نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرنوف (P=۰/۶۱، Z=۰/۷۲) توزیع طبیعی داده‌ها را نشان داد و آمارهٔ آزمون لون (F=۲/۶، P=۰/۴۷)، نشان از برابری واریانس‌ها داشت. پس از بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و برابری واریانس‌ها، از تحلیل واریانس دوراهه با اندازه‌گیری مکرر روی عامل زمان به‌عنوان آمار استنباطی برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی در مرحلهٔ عملکرد استفاده شد. همچنین از آزمون‌های تکرارشونده براساس تخمین میانگین‌های حاشیه‌ای برای مشخص کردن جایگاه تفاوت‌ها برای عوامل درون‌گروهی و بین‌گروهی استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس یکراههٔ ANOVA برای همسان‌سازی گروه‌ها در مرحلهٔ پیش‌آزمون و تحلیل یافته‌ها در مرحلهٔ یادداری استفاده شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ انجام گرفت. در ضمن برای همهٔ فرضیه‌ها، سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

در این پژوهش همهٔ آزمودنی‌ها را دختران دانشجوی کارشناسی سالم راست‌دست با دامنهٔ سنی ۱۸ تا ۲۵ سال تشکیل دادند، این تعداد تا پایان دوره‌های تمرینی بدون تغییر بود.

جدول ۱ مشخصات توصیفی گروه‌ها را در آزمون دقت پرتاب دارت طی مراحل مختلف آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۱. توزیع میانگین و انحراف معیار دقت پرتاب دارت گروه‌ها طی مراحل مختلف آزمون

مرحله گروه	نوروفیدبک		تمرین بدنی		کنترل	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
پیش‌آزمون	۹۹/۳۷	۴۵/۲۸	۸۰/۲۵	۳۹/۸۰	۱۱۹/۵	۳۶/۴۶
پس‌آزمون	۱۳۵/۷۵	۵۲/۳۰	۱۲۰/۱۲	۲۸/۰۲	۱۳۰	۲۷/۳۹
یادداری	۱۱۰	۱۷/۷۱	۱۰۶/۲۵	۳۰/۸۳	۱۰۸/۸۲	۲۹/۷۷

همان‌طورکه در جدول ۱ مشاهده می‌کنید، با بررسی اختلاف میانگین بهبود دقت پرتاب دارت گروه‌ها، مشخص است که در مرحلهٔ پس‌آزمون شرکت‌کنندگان گروه نوروفیدبک (۳۶/۳۸) و تمرین بدنی (۳۹/۸۷) در مقایسه با گروه کنترل (۱۰/۵) عملکرد بهتری داشتند. همان‌گونه‌که در جدول ۱ آمده است، شرایط در مرحلهٔ یادداری بیشتر به سود گروه تمرین بدنی است، به‌نحوی که اختلاف میانگین عملکرد در مرحلهٔ یادداری نسبت به مرحلهٔ پیش‌آزمون برای گروه تمرین بدنی (۲۶/۰۰) افزایش بیشتری نسبت به گروه نوروفیدبک (۱۰/۶۳) داشته است. به‌عبارت دیگر، در مرحلهٔ یادداری گروه تمرین بدنی عملکرد بهتر خود را در مرحلهٔ پس‌آزمون تا حدودی بهتر از سایر گروه‌ها حفظ کرده و ثبات بهتری داشته است. هرچند نتایج عملکرد گروه نوروفیدبک در مرحلهٔ یادداری (۱۱۰) نسبت به پیشرفت آنها در مرحلهٔ پس‌آزمون کاهش یافته است، اما همچنان نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری نشان می‌دهد.

در شکل ۱ میزان پیشرفت عملکرد آزمودنی‌ها در هر سه گروه نشان داده شده است. همان‌طورکه در جدول ۱ و شکل ۱ و براساس آمار توصیفی مشاهده می‌شود، پیشرفت در عملکرد گروه تمرین بدنی و گروه نوروفیدبک در مرحلهٔ پس‌آزمون و همچنین در مرحلهٔ یادداری از عملکرد بهتری نسبت به گروه کنترل برخوردار بوده‌اند. همچنین در مرحلهٔ یادداری عملکرد گروه تمرین بدنی کاهش کمتری نسبت به عملکرد گروه نوروفیدبک در مرحلهٔ پس‌آزمون داشت.

شکل ۱. میزان پیشرفت عملکرد گروه‌های مختلف در مراحل عملکرد و یادداری

جدول ۲ نتایج پرتاب‌ها را در مرحلهٔ اکتساب با آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری مکرر نشان می‌دهد.

جدول۲. یافته‌های تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری مکرر نتایج پرتاب‌ها در مرحلهٔ اکتساب

متغیر عامل	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig
مراحل آزمون	۱۰۲۳۷/۵۲۱	۱	۱۰۲۳۷/۵۲۱	۱۰/۱۹۰	۰/۰۰۴*
گروه	۵۲۵۳/۵۰۰	۲	۲۶۲۶/۷۵۰	۱/۲۶۶	۰/۳۰۳
مراحل آزمون×گروه	۱۹۳۲/۶۶۷	۲	۹۶۶/۳۳۳	۰/۹۶۲	۰/۳۹۸
خطای(آزمون)	۲۱۰۹۸/۳۱۳	۲۱	۱۰۰۴/۶۸۲		
خطای (گروه)	۴۳۵۵۸/۳۱۳	۲۱	۴۳۵۵۸/۳۱۳		

*در سطح ۰/۰۵ > α معنادار است.

همان‌طورکه نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد، اثر اصلی آزمون معنادار است (P<۰/۰۰۴)، اما اثر اصلی گروه و کنش متقابل آزمون × گروه معنادار نیست (P>۰/۰۵). نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون (P=۰/۰۰۱) وجود دارد. جدول ۳ نتایج پرتاب‌ها را با آزمون تحلیل واریانس یکراهه در مرحلهٔ یادداری نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج آزمون ANOVA در مرحلهٔ یادداری

متغیر	مجموع مجذورات	درجهٔ آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig
بین‌گروهی	۵۷/۵۸۳	۲	۲۸/۷۹۲	۰/۰۴۰	۰/۹۶۱
درون‌گروهی	۱۵۰۵۷/۳۷۵	۲۱	۷۱۷/۰۱۸		
کل	۱۵۱۱۴/۹۵۸	۲۳			

*در سطح ۰/۰۵ > α معنادار است.

همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در مرحلهٔ یادداری بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود ندارد. صرف‌نظر از معنادار بودن یا نبودن تفاوت‌ها، گروه‌های نوروفیدبک و تمرین بدنی بهتر از گروه کنترل عمل کرده‌اند. همچنین عملکرد گروه تمرین بدنی در مرحلهٔ یادداری بهتر از گروه نوروفیدبک بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف مقایسهٔ اثر آموزش امواج مغزی و تمرین بدنی بر عملکرد و یادداری مهارت پرتاب دارت صورت گرفت. نتایج تحقیق در مرحلهٔ اکتساب و یادداری نشان داد که هر دو گروه نوروفیدبک و تمرین بدنی در ابتدای تمرین پیشرفت داشتند؛ این نتایج با یافته‌های اسکندرنژاد (۱۳۸۹)، آلبرتو و همکاران (۲۰۱۰)، ناداپاپ و همکاران (۲۰۱۰)، هاتفیلد و همکاران (۲۰۰۹)، و هاموند (۲۰۰۷)، همخوانی دارد (۲۴،۱۹،۱۷،۹،۱) و مؤید اصل قانون توانی تمرین است که در ابتدای تمرین پیشرفت چشمگیری در عملکرد افراد نوآموز مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که در جلسات اول یادگیری مهارت گروه نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل بهبود یافت؛ این نتایج براساس توضیح شناختی در مورد نوروفیدبک تأیید می‌شود. توضیح شناختی بیان می‌کند که در مرحلهٔ اول یادگیری (کلامی – شناختی) یک مهارت حرکتی، فعالیت شناختی زیادی وجود دارد و نوروفیدبک به‌راحتی می‌تواند پاسخگوی نیازهای اجراکننده باشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که پس از پنج هفته، یعنی ۱۵ جلسه تمرین، گروه‌های نوروفیدبک و تمرین بدنی نسبت به گروه کنترل پیشرفت چشمگیری را نشان دادند و براساس تجزیه‌وتحلیل اطلاعات آماری مشخص شد که با وجود برتری گروه تمرینی نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل، بهترین عملکرد بر اثر انجام تمرین بدنی به‌دست آمد؛ این نتیجه ضرورت استفاده از تمرین بدنی را نشان می‌دهد. همچنین بهبود عملکرد گروه تمرینی نوروفیدبک نسبت به گروه کنترل نشان می‌دهد که می‌توان از این تمرینات در کنار تمرین بدنی برای بهبود عملکرد استفاده کرد. در توضیح اثربخشی تمرینات نوروفیدبک می‌توان گفت که فرایندهای مغزی و نوروفیدبک برای بهبود اجرا در رفتار حرکتی دقیق براساس تعدادی از تحقیقات تجربی و در طول فعالیت قشر مغز در تکالیف نشانه‌گیری دقیق که از نوروفیدبک استفاده شده بود، نشان داد که نوروفیدبک فعالیت قشر مغز را تصفیه می‌کند و ارتباطات غیرضروری کورتیکوکورتیکال را تضعیف می‌کند، که به بهبود عملکرد منجر می‌شود. برای مثال در طول فعالیت پویای قشر مغزی، هنگامی‌که در شرایط رقابتی استرس وجود دارد، با زمانی‌که فقط تمرین وجود داشت، فعالیت کورتیکوکورتیکال بین منطقهٔ حسی و حرکتی افزایش می‌یافت (۹).

در تحقیق حاضر با استفاده از پروتکل آلفا/تتا و تتا/ SMR یادگیری در پرتاب‌کنندگان دارت مشاهده شد. منطق بنیادین استفاده از آموزش نوروفیدبک به‌منظور ارتقای عملکرد ورزشی، استدلال مبتنی بر ارتباطات است. با شناسایی ارتباطات بین الگوهای عمومی فعالیت مغزی و حالات خاص، یا

دیدگاه‌های به‌خصوص مربوط به رفتاری که به‌صورت «بهینه» طبقه‌بندی می‌شوند، می‌توان در راستای تعلیم فرد و ارتقای عملکرد، توسط بازخورد الگوی فعالیت قشری، برای رسیدن به حالات بهینه تلاش کرد. در تحقیق حاضر نیز برای افزایش عملکرد ورزشکاران از پروتکل آلفا/ تتا استفاده شد و نتایج نشان داد که استفاده از این پروتکل در بهبود عملکرد ورزشی نقش معناداری دارد که این نتیجه با نتایج تحقیق گروزیلر (۲۰۰۵)، ریموند، وارنی و همکاران (۲۰۰۵) که از این پروتکل برای بهبود اجرای دانشجویان موسیقی استفاده کردند (۲۷،۱۵)، و همچنین تحقیق ریموند و ساجید (۲۰۰۵) که از این پروتکل برای افزایش اجرای هنری استفاده کردند، همسوست (۲۶). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق اسکندرنژاد (۱۳۸۹)، روی تیروکمان‌کاران مبتدی نیز همسوست. اسکندرنژاد از پروتکل آلفا/تتا در منطقهٔ PZ برای بهبود عملکرد تیراندازان مبتدی استفاده کرد و نتایج نشان داد که آموزش نوروفیدبک در این افراد موجب بهبود رکوردهای تیروکمان‌کاران مبتدی شد (۱). از پروتکل SMR/تتا برای افزایش توجه و تمرکز و همچنین بهبود بخشیدن به اختلال توجه/بیش‌فعالی استفاده می‌شود (۱۹). یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج مطالعات مربوط به بهبود اجرا و توجه به‌دنبال استفاده از پروتکل آلفا/تتا و تتا/SMR همسوست. نتایج این بررسی‌ها اغلب پیشرفت چشمگیری را در اجرا و توجه نشان داده است (۱۴،۲۵). در مجموع در مطالعهٔ حاضر مؤثر بودن آموزش آلفا/تتا در ناحیهٔ مرکزی آهیانه‌ای و امواج مغزی تتا/ SMR در قشر حسی حرکتی نیمکرهٔ چپ در ورزش پرتاب دارت در افراد مبتدی نشان‌دهنده تأثیر مداخلهٔ نوروفیدبک به‌عنوان یک مداخلهٔ خودتنظیم مغز در ارتقای سطح اجراست و می‌توان گفت عاملی کمکی برای تسریع افزایش تمرکز و بهینه‌سازی عملکرد است. در پژوهش‌های فراوانی از پروتکل آلفا/ تتا برای افزایش عملکرد ورزشی استفاده شده و نتایج نشان داده است که این پروتکل برای بهبود عملکرد ورزشی مفید و مؤثر است. همچنین می‌توان از پروتکل تتا/ SMR برای افزایش توجه و تمرکز در ورزشکاران استفاده کرد.

بنابراین می‌توان گفت که افزایش عملکرد در مرحلهٔ پس‌آزمون در آزمودنی‌های گروه نوروفیدبک گویای این مطلب است که توانایی اجرای خوب تنها نتیجهٔ عوامل فیزیولوژیک نیست، بلکه تحت تأثیر پدیده‌های متعددی نیز است که در سیستم اعصاب مرکزی می‌گذرد. گاهی ورزشکار از نظر بدنی، تکنیکی و تاکتیکی کاملاً آماده است، اما مسائل روانی و ذهنی موجب تخریب اجرای او می‌شود. این مبحث به نام رابطهٔ مغز- بدن شکل گرفته است. بحث مغز – بدن همیشه موضوع جذابی برای انسان بوده است. روان‌شناسی فیزیولوژیک به بیان این ارتباط می‌پردازد. براساس نظریات آندرسای شواهدی وجود

دارد که ارتباط متقابل بین اعضای بدن و رویدادهای ذهنی و رفتار انسان را نشان می‌دهد و تغییرات روان‌شناختی با یک تغییر موازی در ذهن یا احساس همراه می‌شود (۲۹). گرین، گرین و والت (۱۹۷۲) اصول روان‌شناسی فیزیولوژیک را به شرح زیر مشخص کردند :"هر تغییری در وضعیت فیزیولوژی از طریق تغییر مناسب در وضعیت احساسی ذهنی فرد به‌طور خودآگاه یا ناخودآگاه از طریق تغییر مناسب در وضعیت روان‌شناختی فرد به‌وجود می‌آید". این نظریه به‌طور خاص بازتاب بسیار عمیقی از دیدگاه قطعی که به موضوع همیشگی مغز - بدن ربط پیدا می‌کند، دارد (۳۳،۲).

اما نتایج شایان توجه در این تحقیق در مرحلهٔ یادداری مشاهده شد. در مرحلهٔ یادداری که پس از پنج روز بی‌تمرینی انجام گرفت، نتایج برتری گروه‌های تمرین بدنی و نوروفیدبک را نسبت به گروه کنترل و همچنین نتایج برتری گروه تمرین بدنی را نسبت به گروه نوروفیدبک نشان داد. البته با وجود کاهش اثربخشی تمرینات نوروفیدبک در مرحلهٔ یادداری، یافته‌ها این فرض را مطرح می‌کند که نوروفیدبک می‌تواند برای تحریک یا تنظیم فعالیت مغزی به‌کار رود و ممکن است روی پردازش شناختی مؤثر باشد (۳۰). یکی از نکات مهم در ارائهٔ آموزش امواج مغزی، الگوی فعالیت مغزی در افراد مختلف و نیازهای متفاوت رشته‌های ورزشی به الگوی متفاوت فعالیت مغزی مختلف است، که باید به آن توجه داشت (۱۵،۳). ورزش‌های مختلف به مناطق مختلفی از مغز وابسته است. این پیچیدگی و پویایی عصبی موجب شده که تا به حال الگوی مشخصی برای اجرای این فرایند یافت نشود و با توجه به اینکه برای رشته‌های مختلف ورزشی این‌گونه تغییرات EEG متفاوت بوده و ثابت نیستند، پیشنهاد می‌شود در زمینهٔ طراحی پروتکل‌های آموزشی نوروفیدبک بررسی نظام‌دار بیشتری در سطوح مختلف یادگیری انجام گیرد. به‌طور روزافزونی تحقیقات پیچیده‌ای در مورد الگوی امواج مغزی که در ارتباط با انواع مختلفی از اوج عملکرد است، شروع شده است. در چنین مواردی الگوی امواج مغزی برای افراد اطلاعات مهمی را که هدایت‌کنندهٔ آنها برای استفاده از تمرینات نوروفیدبک برای ارتقای اوج عملکرد است، فراهم می‌کنند (۲۷،۲۰).

بنابر یافته‌های این پژوهش تمرینات نوروفیدبک و تمرین بدنی بر یادگیری و عملکرد پرتاب دارت مؤثر است و در مقایسه با گروه کنترل اثر سودمندی دارد. با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر و مطالعات قبلی می‌توان گفت که تمرین بدنی و نوروفیدبک، تمرینات مؤثری برای افزایش عملکرد و بهبود اجراست و پیشنهاد می‌شود که مربیان و متصدیان آموزش از این روش، به‌خصوص در فعالیت‌هایی با خواست شناختی بالا استفاده کنند تا به روند پیشرفت افراد سرعت بخشد. در فعالیت‌های صرفاً حرکتی

می‌توان از تمرینات نوروفیدبک به‌عنوان مکمل تمرین بدنی استفاده کرد. همچنین پیشنهاد می‌شود که در آینده به بررسی و مقایسهٔ تفاوت‌های جنسیتی، سطح مهارت آزمودنی‌ها (مبتدی و ماهر) و تکالیف با خواست شناختی و حرکتی متفاوت پرداخته شود.

تشکر

در پایان از تمام دانشجویان رشتهٔ تربیت بدنی دانشگاه ارومیه که در این تحقیق شرکت کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع و مآخذ

۱. اسکندرنژاد، مهتا (۱۳۸۹). تأثیر آموزش نوروفیدبک بر تغییرات الکتروانسفالوگرافیک و عملکرد تیر و کمان‌کاران مبتدی، پایان‌نامهٔ دکتری رشتهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ص ۹۴-۷۶.

۲. محمدزاده، حسن؛ صالحی مریم (۱۳۹۴). مقدمه‌ای بر کاربرد بازخورد زیستی در ورزش (با تأکید بر نوروفیدبک). انتشارات دانشگاه ارومیه، چ اول، ص ۸۹-۵۰.

3. Bailey S., Hall E., Folger S., Miller P. (2008). “Change in EEG during graded exerciseon a recumbent cycle ergometer”. Journal of sports science and medicine. 7: pp, 505-511.
4. Bakhshayesh AR. (2010). “[Biofeedback (General concepts, principles, methods and application)]”. Yazd: Yazd University. 4: 15-70. (Persian)
5. Barnea A., Rassis A., Raz A., Othmer S., Zaidel E. (2004). “Effects of neurofeedback on hemispheric attention networks”. Brain and Cognition. 10: pp, 8-13.
6. Blumenstein B., Bar-Eli. Michael. Tenenbaum. Gershon. (2002). “Brain and body in sport and exercise. Biofeedback application in performance enhancement”. John Wiley & Sons, Ltd. Pp, 10-12, 18-21, 37-74.
7. Chung H.Ch. Kim J., Jang Y., Choi E.K. (2001). “Effects of Concentration Training with Brainwave”. The Sun Journal of Education Research. 11: pp, 95-103.
8. Decety, J. et al. (1991). “Vegatative response during imagined movement is propportional to mental effort”. *Behavioral Brain Research*, 4. Pp.5-21.
9. Hatfield B., Deeny S.P., Haufler A.J., Saffer M. (2009). “Electroencephalographic coherence during visuomotor performance: A comparison of cortico-cortical communication in experts and novices”. Journal of motor behavior. 41: pp, 106-116.
10. Domigues C.A., Machado S., Cavaleiro E.G., Furtado V., Cagy M., Ribiro P., piedade R. (2008). “Alpha absolute power, motor learning of practical pistol shooting.Arqneuropsiquiatr”. 66: pp, 336-340.

11. Egner T, Strawson E, Gruzelier J.H. (2002). “EEG signature and phenomenology of alpha/theta neurofeedback training versus mock feedback. Apply Psychophysiology Biofeedback”. 27: pp, 261–270.
12. Egner T., Gruzeilier J.H. (2001) “learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans. Neuroreport”. 12: pp, 4155-4159.
13. 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: pp, 131-139.
14. Ganis, G., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2004). “Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: An fMRI study”. Cognitive Brain Research, 20, pp: 26-40.
15. Gruzelier J., Tobias E. (2005). “Critical validation studies of neurofeedback. Child adolescence psychiatric clinic”. 14: pp, 83-104.
16. Gruzelier J.H., Foks M., Steffert T., Chen M.J.L., Ros T (2014). “Beneficial outcome from EEG-neurofeedback on creative music performance, attention and well-being in school children“. Biological Psychology. 95: pp. 86– 95.
17. Gualberto. C., Tamesha .J. M., Hilliard J., I. Gapin (2010). “The Effects of Physical Practice on a Novel Mental Imagery Task as Measured by Electroencephalography (EEG)”. Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity: Vol. 5: Iss. 1, pp: 7-15.
18. Hammond D.C. (2006). “What is neurofeedback? The Journal of neurotherapy”. 10: pp, 25-36.
19. Hammond D.C. (2007) “Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance”. The journal of the American board of sport psychology. 38: pp, 61-72.
20. Harkness T. (2009). “Psykinetics and biofeedback: AbhinvaBindra wins Indians first-Eve individual Gold Medal in Beijing Olympics”. Cape Town. South Africa. 115: pp, 2452-2460.
21. Kim J., Mo lee H., Jong Kim W., Park H.J., Woon Kim S., Hwan Moon D., Woo M., Tennant L.K. (2008). “Neural correlates of pre-performance routines in expert and novice archers. Neuroscience letters”. 445: pp, 236-241
22. Landers. D.M., Petruzzello. S.J, Salazar.W. Crews. D.J., Kubitz. K.A., Gannon.T.L, Han M. (1991). “The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers”. *Med Sci Spores Exerc. Jan.* 23(1): 9-13.
23. Lee K.H. (2009). “Evaluation of Attention and Relaxation Levels of Archers in Shooting Process using Brain Wave Signal Analysis Algorithms. NeuroSky Inc”. 12: pp.341-350.
24. Nada P.J., Demerdzieva A. (2010). “Biofeedback Training for Peak Performance in Sport – Case Study”. Macedonian Journal of Medical Sciences. 15: pp, 113-118.
25. Peniston E.G. Eugene G. Kulkosky P.J. (1989). “Alpha-theta brainwave training and beta-endrophin levels in alcoholics”. *Alcohol clinical experimental research.* 13: pp. 271-279.

26. Raymond J., Sajid I., Lesley A.P., Gruzelier J.H. (2005). “Biofeedback and dance performance: A Preliminary investigation. Applied Psychophysiology and Biofeedback”. 30, 1: pp, 28-34.
27. Raymond J., Varney C., Parkinson L.A., Gruzelier J.H. (2005) “The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood”. Cognitive brain research. 23: pp, 287-292.
28. Steinberg M, Othmer S. (2004). “The 20 hour solution: Training minds to concentrate and self-regulate naturally without medication”. USA: Robert Reed; 13: pp. 48-92.
29. Strack B., Linden M., Wilson V.S. (2011). “Biofeedback and neurofeedback application in sport psychology”. ISBN. Pp. 16-24.
30. Vernon D., Egner T., Cooper N., Compton T., Neilands C., Sheri A., Gruzelier J. (2003). “The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance”. Int J Psychophysiol. 47: pp, 75- 85.
31. Weinberg, C. (2008). “Does imagery work? Effects on performance and mental skills”. Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity, 3, pp. 1-21.
32. Wilson V.E., Gunkelman J. (2001). “Neurofeedback in sport. Biofeedback”. 29, 1: pp, 16–18.
33. Wilson V.E., Peper E., Schmit A. (2006). “Strategies for training concentration”. In J.Williams (Ed.), Applied Sports Psychology. 102: pp, 404-422.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی