فصلنامه پژوهش‌های نوین روانشناختی
سال ششم شماره ۲۲، تابستان ۱۳۹۰

تأثیر آموزش نوروفیدبک بر ویژگی‌های الکتروانسفالوگرام و عملکرد در ورزش تیروکمان

محمدعلی نظری ـ استادیار دانشگاه تبریز
مهتا اسکندرنژاد ـ استادیار دانشگاه تبریز
بهروز عبدلی ـ دانشیار دانشگاه شهیدبهشتی
محمدکاظم واعظ موسوی ـ استاد دانشگاه امام حسین(ع)

چکیده

هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر آموزش نوروفیدبک بر عملکرد و ویژگی‌های الکتروانسفالوگرام در ورزش تیروکمان بود. ۴۵ دانشجوی دختر به طور تصادفی به سه گروه نوروفیدبک واقعی (آموزش نوروفیدبک براساس امواج مغزی خود فرد)، گروه نوروفیدبک ساختگی (عدم ارایه فیدبک ها براساس امواج مغزی فرد) و گروه کنترل (بدون آموزش نوروفیدبک) تقسیم شدند. ۲۰ جلسه نوروفیدبک شامل ۱۰ دقیقه آموزش تقویت موج آلفا در ناحیه T_3 بوده و۲۰ دقیقه بعدی به پروتکل آلفا-تتا در ناحیه Pz اختصاص یافت. قبل و بعد از دوره ۲۰ جلسه‌ای آموزش تیروکمان، افراد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (رکورد تیروکمان و متغیرهای الکتروانسفالوگرام) شرکت کردند. نتیجه تحلیل کوواریانس یک‌طرفه افزایش معنی‌دار میانگین رکوردها را در گروه نوروفیدبک واقعی در مقایسه با دیگر گروه‌ها نشان داد ($p<۰/۰۵$). همچنین تحلیل کوواریانس چندمتغیره در موج آلفا ناحیه گیجگاهی چپ گروه نوروفیدبک واقعی تغییر معنی‌داری را نشان داد. نتایج نشان دادند که آموزش نوروفیدبک می‌تواند ویژگی‌های الکتروانسفالوگرام و رکورد عملکرد را در تیروکمان تغییر دهد.

واژگان کلیدی: نوروفیدبک، الکترانسفالوگرافی کمی، نوروفیدبک ساختگی، تیروکمان.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بررسی نقش مغز و مطالعه کنترل رفتار انسان در حیطه فیزیولوژی روانی توسط تکنیک ویژه الکتروانسفالوگرافی[1] (EEG) انجام می‌شود که ارزیابی مفیدی از پاسخ‌های مغز انسان به فعالیت‌های مختلف بویژه فعالیت‌های ورزشی ارایه می‌کند (تامپسون[2] و همکاران ۲۰۰۸). الکتروانسفالوگرافی از ۱۹۳۰ به وان روش بررسی عملکرد الکتریکی مغز به کار رفته است و رشد تکنولوژی کامپیوتری به دانشمندان این اجازه را داد تا با روشی به نام الکتروانسفالوگرافی کمی یا QEEG به بررسی عملکرد الکتریکی امواج مغزی بپردازند (توماس[3] ۲۰۰۲).

مطالعات مختلفی درباره ویژگی‌های الکتروانسفالوگرافی و بهبود عملکرد در تکالیف مختلف (ورزشی، شناختی، هنری) انجام گرفته است. این تکالیف شامل فعالیت‌های هنرمندانه مثل نواختن آلات موسیقی و فعالیت‌های موزون، فعالیت‌های ورزشی و شناختی هستند. در این قبیل بررسی‌ها از QEEG برای آزمودن تغییر فعالیت مغزی در حین اجرا و تغییر حاصل از تمرین و آموزش‌های مختلف در درازمدت استفاده می‌شود. با بررسی ارتباط بین الگوی امواج مغزی و سطوح اجرا، می‌توان وضعیت فعالیت مغزی ورزشکاران نخبه را قبل، بعد و در حین اجرا تعیین و یک مرجع قابل اعتمادی از فرکانس‌های ویژه را در عملکرد بهتر به دست آورد. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که اجراکنندگان زبده الگوهای فعالیت مغزی متفاوتی را نسبت به افراد مبتدی دارند. بنابراین، علاوه بر مشخص کردن ارتباط بین فرکانس‌های ویژه و پردازش شناختی در افراد نخبه، محققین می‌کوشند تا تفاوت الگوهای فعالیت مغزی را در شرایط مختلفی از قبیل پیش و پس از تمرین و حین عملکرد ضعیف و عملکرد خوب بشناسند، تا نهایتاً بتوان از این مقادیر برای استفاده در آموزش نوروفیدبک برای بهترشدن عملکرد افراد مبتدی استفاده کرد.

1- Electroencephalography
2- Thompson et al
3- Thomas

www.SID.ir
Archive of SID

از اولین و معروف‌ترین مطالعات مربوط به اجرای حرکتی-روانی توسط هتفیلد و همکاران (۱۹۸۲) انجام شده است. آنها فعالیت EEG را در ۱۵ تیرانداز حرفه‌ای در وضعیت ایستاده دقیقا قبل از شلیک (در طی دوره هدف‌گیری) اندازه‌گیری کردند. هدف آنان بررسی نظریه خود-گویه تقلیل یافته یا جلوگیری از تفکرات تحلیلی اضافی درطی اجرا بود. به خاطر اینکه توان آلفا نشان‌دهنده‌ی آراسازی است، محققان پیش‌بینی کردند توان آلفا نیمکره چپ در اجراکنندگان ماهر نسبت به نیمکره راست باید بیشتر باشد. در دوره آماده‌سازی مهارت[1] درست قبل از چکاندن ماشه (تکالیف تیراندازی خود-سرعتی) نسبت به مرحله استراحت توان آلفا در ناحیه گیجگاهی (T3) به طور معنی‌داری افزایش یافت (ورنون[2]، ۲۰۰۵؛ هتفیلد و همکاران[3]، ۱۹۸۲). در تحقیقی مشابه، کیم[4] و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی فعالیت شبکه‌های عصبی در تیروکمان کاران ماهر (در سطح المپیک و افراد مبتدی) در دوره آمادگی پیش از اجرا پرداختند. نتایج نشان داد هنگام نشانه‌گیری افراد ماهر، نواحی پس‌سری و گیجگاهی درحالی که در هنگام نشانه‌گیری افراد مبتدی، نواحی فرونتال فعال می‌شود. نتایج آنها تأییدکننده تفاوت افراد ماهر و مبتدی در سطوح فعالیت مغزی درطی نشانه‌گیری است (کیم و همکاران، ۲۰۰۸).

نظر به نتایج پژوهش های مذکور و دیگر مطالعه‌های صورت گرفته درخصوص الکتروفیزیولوژی ورزش‌های گوناگون (از قبیل کیم و همکاران، ۲۰۰۸؛ دینی و همکاران[5]، ۲۰۰۹؛ هیلمن و همکاران[6]، ۲۰۰۰؛ کریک و همکاران[7]، ۲۰۰۴؛ هتفیلد و همکاران، ۱۹۸۲؛ سالزار و همکاران[8]، ۱۹۹۰؛ دومینگوس و همکاران[9]، ۲۰۰۸) که به وجود الگوی خاص امواج مغزی در فعالیت‌های ورزشی دلالت دارد، محققین حوزه علوم ورزشی بر آن شدند تا بتوانند با استفاده از اصول شرطی‌سازی، الگوی امواج مغزی

1- Preparatory period
2- Vernon
3- Hatfield et al
4- Kim
5- Deny et al
6- Hilman
7- Kerick et al
8- Salzar et al
9- Domingues

Archive of SID
www.SID.ir

ورزشکاران را به الگوی امواج مغزی ورزشکاران حرفه‌ای نزدیک نمایند تا از این طریق در جهت بهتر شدن عملکرد ورزشکاران مبتدی گام بردارند. این روش که نوروفیدبک یا EEG بیوفیدبک نام دارد به عنوان یکی از روش های بالینی مبتنی بر نروساینس، افراد را قادر می سازد تا وضعیت روانی خود را با تنظیم فعالیت الکتریکی مغز خود تغییر دهند. درطی آموزش نوروفیدبک، الکترودهایی بر پوست سر فرد وصل می‌شوند. توسط این الکترودها، اطلاعات مربوط به سطح فعالیت مغزی افراد را در غالب امواج مغزی (دلتا، تتا، آلف و بتا) ثبت و به فرد پسخوراند داده می‌شود. فرآیند پسخوراند به گونه‌ای است که فرد در صفحه کامپیوتر خود از طریق امواج مغزیش یک بازی یارانه‌ای را انجام می‌دهد. در طول جلسات نوروفیدبک، جریان بازی به گونه‌ای هدایت می‌شود تا الگوی مناسب امواج مغزی فعال شود. در واقع در نوروفیدبک، الگوی فعالیت الکتریکی مغز شکلی از رفتار است که به وسیله شرطی‌سازی عاملی قابل اصلاح می‌باشد.

نوروفیدبک قابلیت بازآموزی فعالیت امواج مغزی برای افزایش عملکرد مطلوب در ورزشکاران رشته‌های ورزشی مختلف را داراست. براساس مطالعات انجام شده، نوروفیدبک منجر به افزایش توجه و تمرکز، بهبود اجرای شناختی، کنترل احساسی به دنبال صدمات و آسیب‌های مغزی و افزایش تعادل در حرکات و اجراهای مختلف می‌شود (هاموند[1]، ۲۰۰۶). به طور کلی آموزش نوروفیدبک بر دیدگاه بد یا خوب بودن وضعیت مغزی و یا موج خاص بنا نهاده نشده بلکه بر مفهوم انعطاف‌پذیری و اختصاصی شدن امواج مغزی استوار است (کالورا و همکاران[2]، ۲۰۰۳).

تحقیقات اولیه نوروفیدبک بر روی اضطراب (هاموند، ۲۰۰۵؛ آگنی هورتی و همکاران[3]، ۲۰۰۷؛ مور و همکاران[4]، ۲۰۰۰) و درمان صرع (اگنر و استرمن[5]، ۲۰۰۶، تن و همکاران[6]، ۲۰۰۹) انجام شده است و در حال حاضر مطالعات مربوط به تأثیر آموزش

1- Hamond
2- Collura et al
3- Agnihorti et al
4- Moor et al
5- Egner & Esterman
6- Tan et al

Archive of SID
www.SID.ir

نوروفیدبک به بررسی افزایش اجرای مطلوب در موسیقی (هتفیلد و همکاران، ۱۹۸۲)، حرکات موزون (ریموند و ساجید[1]، ۲۰۰۵؛ ریموند و وارنی[2]، ۲۰۰۵) و بهبود رکوردهای ورزشی (لندرز و همکاران[3]، ۱۹۹۱) روی آورده اند. با این وجود، اما همچنان خلا موجود در این زمینه به چشم می‌خورد (هاموند، ۲۰۰۶). تحقیقات مختلفی الگوهای امواج مغزی در انواع مختلف اجرا را بررسی کردند. این موارد اطلاعات مهمی را به ما ارایه می‌کند و راهنمای ما در استفاده از آموزش نوروفیدبک برای بهبود اوج اجرا است. این تفاوت در EEG ورزشکاران ماهر قبل و در حین اجرا برای استفاده از نوروفیدبک مرجعی قابل اعتماد ارایه می‌کند تا بتوان با استفاده از نوروفیدبک این الگو را در افراد غیرماهر ایجاد کرده تا عملکرد ورزشی افراد مبتدی را بهبود داد (هاموند، ۲۰۰۶؛ ورنون، ۲۰۰۵).

بنابراین، در این حوزه از علوم ورزشی سوال‌ها حول محور دو سوال اساسی قرار دارد: آیا استفاده از آموزش نوروفیدبک در کنار آموزش مهارت‌های تخصصی بر بهبود عملکرد ورزشکاران تأثیر دارد؟ آیا آموزش (به معنای عام کلمه) بر شاخص‌های فیزیولوژیک ورزشکاران تأثی‌ر می‌گذارد؟ تحقیقات در زمینه تغییر EEG در نتیجه فرآیند یادگیری و آموزش بسیار انگشت شمار است. یکی از اولین تحقیقات در این زمینه پژوهش لندرز و همکاران (۱۹۹۴) است. آنها EEG تیراندازان مبتدی را در نواحی T3 و T4 درست قبل از رها کردن تیر اندازه‌گیری کردند. این اندازه‌گیری‌ها قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین انجام شد. نتایج نشان داد عملکرد افراد پس از تمرین به طور معنی داری بهبود یافته و بعد از دوره تمرین سنکرونی نسبی در ناحیه گیجگاهی چپ درطی دوره هدف‌گیری ایجاد شده است، که دلالت بر تأثیر تمرین دارد (لندرز و همکاران، ۱۹۹۴). کریک و همکاران (۲۰۰۴) نیز به بررسی اثرات یادگیری بر فعالیت مغزی ۱۱ ناوآموز[4] پرداختند. پس از ۱۲–۱۴ هفته تمرین، محققان مشاهده کردند با افزایش دقت، تلاش‌های

1- Reymond & sajid
2- Varney
3- Landers et al
4- midshipmen

www.SID.ir
Archive of SID

شناختی کاهش یافته و توان آلفا در ناحیه گیجگاهی چپ افزایش می‌یافت. این یافته‌ها نشان‌دهنده این است که در نتیجه تمرین عملکرد با تلاش کمتری صورت می‌پذیرد (کریک و همکاران، ۲۰۰۴).

با بررسی مطالعات ارایه شده فوق شاهد پیشرفت روزافزون علم عصب‌شناختی در زمینه عملکرد و انواع تمرینات با شدت‌های گوناگون هستیم. اما مطالعات انجام شده در ارتباط با کارکرد مغز در زمینه اجرا (ورزشی، هنری، شناختی) در مقایسه با مطالعات انجام شده در زمینه بیماری‌ها و اختلالات مختلف بسیار محدود است و اغلب این تحقیقات در زمینه عملکرد نیز به بررسی فرآیندهای فعالیت نواحی مغزی در هنگام اجرا می‌پردازند. همچنین تحقیقات کمی درباره اثرات یادگیری و تاثیر فرآیندهای آموزشی بر کارکرد مغز در طولانی مدت وجود دارد. به نظر می‌رسد با شناختن این کارکردها می‌توان با استفاده از تکنیک‌های اثرگذار بر فعالیت مغزی (از قبیل نوروفیدبک) بهبود و تحول هرچه بیشتر عملکرد افراد را مشاهده کرد. بدین منظور پژوهش حاضر درصدد بررسی دو هدف اساسی است: ۱- تعیین اثربخشی آموزش نوروفیدبک (به همراه آموزش تیروکمان) بر عملکرد تیروکمان کاران مبتدی و ۲- تعیین اثربخشی آموزش نوروفیدبک (به همراه آموزش تیروکمان) بر ویژگی‌های الکتروانسفالوگرافیک تیروکمان کاران مبتدی.

روش

پژوهش حاضر از نوع آزمایشی با طرح دوسوکور[1] بود که اثر آموزش نوروفیدبک را بر عملکرد تیروکمان مورد ارزیابی قرار می‌داد. مربی تیروکمان و همچنین شرکت‌کنندگان از فرآیند دسته‌بندی و جایگزینی افراد در گروه‌های مختلف (نوروفیدبک واقعی و یا ساختگی) اطلاعی نداشتند و اندازه‌گیری متغیر وابسته (رکورد تیروکمان) مستقل از حضور و دخالت محقق بوده و توسط داور تیروکمان صورت گرفت.

1- Double-blind

www.SID.ir
Archive of SID

شرکت‌کنندگان ۴۵ دانشجوی دختر راست دست سالم ۱۸ تا ۲۵ ساله بودند که به شیوه در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در سه گروه جای گرفتند. برای ایجاد انگیزه به کلیه دانشجویان شرکت‌کننده نمره‌ای تعلق گرفت. هیچ‌کدام از این افراد با تمرینات تیروکمان و نوروفیدبک آشنایی نداشتند و از آنها خواسته شده بود در طول دوره تحقیق در هیچ فعالیت ورزشی دیگری شرکت نکنند.

ابزار اندازه‌گیری

الکتروانسفالوگرافی با آمپلی فایر نرواسکن[1] ثبت گردید. ثبت EEG توسط ۱۹ الکترود موجود در کلاه مخصوص[2] صورت گرفت. سپس EEG ثبت شده به وسیله نرم‌افزار نروگاید[3] کمی‌سازی شده و ویژگی‌های الکتروانسفالوگرافیک آزمودنی‌ها استخراج گردید. به منظور آموزش نوروفیدبک از سخت افزار پروکامپ[4] و نرم‌افزار بیوگراف[5] استفاده به عمل آمد. شایان ذکر است داده‌ها در آزمایشگاه نروساینس دانشگاه تبریز جمع‌آوری شد.

روش اجرا

به منظور بررسی عملکرد اولیه افراد، هر سه گروه (همانند مسابقات رسمی تیروکمان) در پیش آزمون با۳۰ پرتاب شرکت کردند. پس از قلق کردن کمان[6] (آماده‌سازی کمان)، هر فرد ۳۰ پرتاپ در ۱۰ راند در حداکثر زمان ۲۰ دقیقه اجرا می‌کرد. سپس از افراد خواسته شد تا برای انجام تست EEG به آزمایشگاه نروساینس مراجعه کنند. ابتدا برای اجرای آزمایش پوست سر افراد با الکل طبی و ژل نیوپرپ[7] کاملاً تمیز شد. سپس با استفاده از کلاه مخصوص که بر روی سر فرد قرار می‌گرفت، امواج مغزی با نرخ نمونه‌گیری[8] ۲۵۰ ثبت شدند. در هنگام ثبت EEG مقاومت هر الکترود کمتر از ۱۰/۰۰۰ اهم نگه داشته شد.

1- Neroscan
2- Electro cap
3- Neuroguide
4- Procomp
5- biograph
۶ ـ قلق کردن کمان به معنی آماده‌سازی کمان برای پرتاب است.
7- Nuprep gel
8- Sample rate

Archive of SID
www.SID.ir

هنگام ثبت EEG از مونتاژ مرجعی مربوط به گوش‌ها[1] استفاده شد (دموس، ۲۰۰۵). EEG افراد در حالت چشم باز از همه ۱۹ ناحیه مذکور به مدت حداقل سه دقیقه ثبت و از بین این کانال‌ها؛ فعالیت ناحیه حسی–حرکتی و گیجگاهی یعنی C_4، C_3، T_4، T_3 و باندهای تتا، آلفا، SMR را انتخاب و بررسی‌های مورد نظر برروی این نقاط انجام شد (توماس، ۲۰۰۲). برای بررسی عملکرد نهایی، پس از اتمام دوره آموزش (۲۰ جلسه تیروکمان و ۲۰ جلسه نوروفیدبک) در جلسه پایانی، همانند پیش آزمون رکورد افراد طبق الگوی مسابقات رسمی تیروکمان از ۳۰ پرتاب محاسبه شد.

فرآیند تمرینی

کلیه شرکت‌کنندگان در هر سه گروه ۳ جلسه در هفته به مدت ۲۰ جلسه تحت تمرین تیروکمان قرار گرفتند. تمرینات این جلسات از اصول آموزش فدراسیون بین‌المللی تیروکمان (FITA)[2] پیروی و برای هر سه گروه به طور یکسان ارایه شد.

در جلسات نوروفیدبک فرد بر روی صندلی راحت و در اتاقی ساکت نشسته و لاله هر دو گوش، نواحی T_3 (گیجگاهی چپ) و ناحیه P_Z (آهیانه مرکزی) فرد با الکل سفید و ژل نیوپرپ توسط آزمونگر آماده‌سازی شده و الکترود مرجع به گوش چپ و الکترود گراند به گوش راست با استفاده از چسب ده–بیست[3] متصل می‌شد. آموزش نوروفیدبک برای گروه نوروفیدبک واقعی با توجه به تحقیقات مختلف در زمینه به کارگیری نوروفیدبک در ورزش و اوج اجرا متشکل از دو پروتکل بود:

با توجه به تحقیقاتی که به تاثیر افزایش توان آلفا بویژه در ناحیه گیجگاهی چپ اشاره کرده‌اند؛ ۱۰ دقیقه اول آموزش به افزایش و تقویت موج آلفا در ناحیه T_3 اختصاص یافت (لندرز و همکاران، ۱۹۹۱؛ سالزار و همکاران، ۱۹۹۰؛ هیلمن، ۲۰۰۰). در این پژوهش

1- Ear link montage
2- FEDERATION INTERNATIONALE DE TIR A L'ARC (international archery federation
3- TEN20

Archive of SID
www.SID.ir

دو نوع بازخورد (دیداری و شنیداری) به طور همزمان توسط رایانه ارایه شده، به طوری که بازخورد دیداری حرکت و رسیدن یک تیر به هدف بوده و بازخورد شنوایی شامل صدای حرکت تیر و صدای زنگ براساس میزان موفقیت فرد در کنترل موج آلفا بالاتر از سطح آستانه بود. آرتیفکت[1] توسط رایانه کنترل می‌شد.

۲۰ دقیقه بعدی آموزش به پروتکل آلفا–تتا در ناحیه Pz اختصاص یافت. هدف این پروتکل ایجاد یک وضعیت آرمیدگی عمیق هوشیارانه است. فرد با چشمان بسته در حالت آرامش کامل اما هوشیار روی صندلی نشسته و بازخورد به صورت صوتی (صدای موج اقیانوس و رودخانه) ارایه می‌شود. آنچه در این پروتکل اتفاق می‌افتد مواجهه فرد با افکار عمیق در حالت آرامش و کاهش و رفع تنش‌ها است. این پروتکل حداقل به مدت ۲۰ دقیقه طول می‌کشید (هاموند، ۲۰۰۵؛ هاموند ۲۰۰۶؛ توماس، ۲۰۰۲؛ راو و همکاران[2]، ۱۹۹۸؛ ماکادو و همکاران[3]، ۲۰۰۸).

در گروه نوروفیدبک ساختگی (برای جلوگیری از آگاه شدن افراد از نحوه گروه‌بندی) شرایط اجرای کار از قبیل آماده‌سازی پوست و چسباندن الکترودها همانند گروه نوروفیدبک واقعی اقدام شد. تنها تفاوت بین این دو گروه در ارایه بازخورد بود. برای این گروه، بازخوردها چه به صورت شنیداری و چه به صورت دیداری براساس اطلاعات الکتروآنسفالوگرافی خود فرد ارایه نمی‌شد. در واقع افراد در پروتکل افزایش آلفا شاهد حرکت تیر و صدای آن بوده و در پروتکل آلفا–تتا تغییرات نیز صدای رودخانه به صدای امواج اقیانوس و بالعکس را می‌شنید اما این بازخوردها هیچ ارتباطی با ویژگی‌های الکتروآنسفالوگرافی آنها نداشت.

در طول دوره تحقیق چهار نفر از گروه نوروفیدبک واقعی، پنج نفر از گروه نوروفیدبک ساختگی و شش نفر از گروه کنترل از ادامه شرکت در تحقیق به دلایل مشکلات شخصی

1- artifacts
2- Rau et al
3- Machado et al

Archive of SID
www.SID.ir

انصراف دادند.

پس از توصیف اطلاعات شامل میانگین و انحراف معیار، برای بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر عملکرد تیروکمان کاران از تحلیل کوواریانس[1] و برای بررسی اثر آموزش نوروفیدبک بر مولفه‌های توان مطلق EEG از تحلیل کوواریانس چندگانه[2] و برای آزمون تعقیبی از آزمون بونفرونی[3] استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزار spss (نسخه ۱۷) انجام شد.

نتایج

نتایج مربوط به اثر آموزش نوروفیدبک بر عملکرد

اطلاعات توصیفی مربوط به نتایج رکوردهای زمون و پس‌آزمون هر سه گروه در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول (۱) رکوردهای پیش و پس‌آزمون در سه گروه

گروه‌ها	تعداد	پیش‌آزمون		پس‌آزمون	
		میانگین رکورد	انحراف استاندارد	میانگین رکورد	انحراف استاندارد
نوروفیدبک واقعی	۱۱	۵۷/۳۶	۴۲/۱۷	۱۴۷/۵۵	۳۶/۳
نوروفیدبک‌ساختگی	۱۰	۱۰۰/۲	۴۵/۰۴	۱۲۰/۶	۵۳/۵۶
کنترل	۹	۸۳/۰۰	۷۳/۱	۸۹/۷۸	۳۴/۵۳

اثر آموزش نوروفیدبک بر رکوردهای پیش و پس‌آزمون هر سه گروه توسط روش تحلیل کوواریانس مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحلیل رکوردهای تیروکمان در مرحله پس‌آزمون به عنوان متغیر وابسته، رکوردهای تیروکمان در مرحله پیش‌آزمون به عنوان

1- ANCOVA
2- MANCOVA
3- Bonferroni

Archive of SID
www.SID.ir

متغیرهای کوواریانس (متغیر هم‌پراش) و آموزش نوروفیدبک به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد.

پس از حصول اطمینان از شروط لازم این تحلیل یعنی عدم تفاوت معنی‌دار رکوردها در پیش آزمون، همگنی شیب‌ها و واریانس گروه‌ها به بررسی اثر مداخله نوروفیدبک بر متغیر وابسته پرداخته شد. جدول ۲ نشان‌دهنده اثر عامل مداخله و بروز تغییرات معنی‌دار در نتایج پس‌آزمون با توجه به رکوردهای پیش‌آزمون است ($F=۶/۳۲, p<۰/۰۵$). مقایسه دو به دو گروه‌ها توسط آزمون بونفرنی نیز در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول (۲) نتیجه تحلیل کوواریانس برای بررسی اثر نوروفیدبک بر عملکرد

متغیرها	مجموع مربعات	میانگین مربعات	درجات آزادی	F	سطح معنی‌داری	مجذور اتا
گروه	۲۰۴۵۲/۵۶	۱۰۲۲۶/۲۸	۲	۶/۳۲	۰/۰۰۶	۰/۳۳
پیش آزمون	۶۵۰۶/۱۹	۶۵۰۶/۱۹	۱	۴/۰۲۵	۰/۰۵۵	۰/۱۳۴
خطا	۴۲۰۲۸/۵	۱۶۱۶/۴۹	۲۶			

جدول (۳) مقایسه دو به دو گروه‌ها با آزمون بونفرنی

گروه i	گروه j	تفاوت میانگین‌ها	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
واقعی	ساختگی	۳۹/۲۵	۱۸/۶	۰/۰۴۵
واقعی	کنترل	۶۵/۱۳	۱۸/۴۴	۰/۰۰۲
ساختگی	کنترل	۲۵/۸۸	۱۸/۶۴	۰/۱۷۷

همانطور که مشاهده می‌شود تفاوت بین میانگین رکوردهای گروه نوروفیدبک واقعی با گروه نوروفیدبک ساختگی و گروه کنترل در پس‌آزمون معنی‌دار بوده اما بین میانگین گروه کنترل و گروه نوروفیدبک ساختگی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین، نظر به افزایش قابل توجه میانگین رکورد گروه نوروفیدبک واقعی در مقایسه با سایر گروه‌ها و

Archive of SID
www.SID.ir

عدم معنی‌داری تفاوت بین دو گروه نوروفیدبک ساختگی و گروه کنترل می‌توان نتیجه گرفت که مداخله نوروفیدبک می‌تواند فرآیند یادگیری را بهبود بخشد و تأییدکننده این مطلب است که بهبود عملکرد، حاصل اثر واقعی مداخله نوروفیدبک بوده و ناشی از اثرات تلقین و پلاسیبو نیست.

نتایج مربوط به مقادیر EEG گروه‌ها

برای بررسی الگوی امواج مغزی شرکت‌کنندگان ابتدا چهار نقطه‌ی اصلی مغز T3,T4,C3,C4 انتخاب شد. این نقاط بر روی نوار حسی-حرکتی مغز قرار داشته و هدف از انتخاب این نقاط بررسی تأثیر یادگیری تکلیف ویژه تیروکمان و دستکاری امواج در نقطه T3 در ناحیه حسی-حرکتی بود. در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقادیر مطلق دامنه[1] امواج تتا، آلفا، SMR مورد بررسی قرار گرفت.

پیش از هر گونه تحلیل آماری اطلاعات، EEG به صورت چشمی توسط دو متخصص به طور جداگانه بررسی و آرتیفکت[2] (اثرهای تصنعی) ناشی از پلک زدن، حرکت چشم و دیگر موارد حذف شد تا اطمینان حاصل شود اطلاعات به دست آمده از همه کانال‌ها ناشی از فعالیت الکتریکی مغز است. سپس امواج مغزی بدون اثرهای تصنعی EEG به وسیله نرم‌افزار نروگاید و با استفاده از عملیات ریاضی FFT به اعداد و ارقام تبدیل شدند (اوحدی ۱۳۷۷). در فرآیند تحلیل یک نفر از گروه واقعی و یک نفر از گروه کنترل، یکی به دلیل نشان دادن امواج صرعی و دیگری به دلیل وجود آرتیفکت زیاد که تحلیل آماری را غیرممکن می‌ساخت از نمونه آماری تحقیق حذف شدند.

پیش از تحلیل آماری از تبدیل لگاریتمی[3] بر روی داده‌های کمی EEG استفاده شد تا توزیع آنها (کجی) نرمال شود. این تبدیل لگاریتمی برای تمامی مقادیر توان مطلق

1- Amplitude
2- Artiact
3- Log (ln) transformation

Archive of SID
www.SID.ir

صورت گرفت. در همه متـغیرها نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف–اسمیرنف[1] ارزیابی شد (گودمانسن[2]، ۲۰۰۷). سپس برای تحلیل داده‌ها و به منظور کنترل اثر پیش‌آزمون از روش تحلیل کوواریانس چندگانه استفاده شد. در این روش نمرات پس‌آزمون به عنوان متغیر وابسته، متغیر گروه تمرینی به عنوان متغیر مستقل و نمرات پیش‌آزمون به عنوان متغیر هم‌پراش در نظر گرفته شدند. پیش از اجرای این آزمون مفروضه همگنی شیب‌ها توسط آزمون ام–باکس[3] و همگنی واریانس‌ها از طریق آزمون لون بررسی شد. پس از حصول اطمینان از رعایت مفروضه‌های اساسی مانکووا، به مقایسه بین گروه‌ها از طریق این آزمون پرداخته شد، که خلاصه نتایج در جدول ۴ آمده است.

جدول (۴) خلاصه تحلیل واریانس بر مولفه‌های توان مطلق EEG

اثر مداخله بر مولفه	آماره	F	سطح معنی‌داری
توان تتا در ناحیه گیجگاهی	۰/۸۴	۰/۹۹	۰/۴۲
توان تتا در ناحیه آهیانه‌ای	۰/۸۶	۰/۸	۰/۵۳
توان آلفا در ناحیه گیجگاهی	۰/۶۱	۳/۰۹	۰/۰۳۷
توان آلفا در ناحیه آهیانه‌ای	۰/۷۹	۱/۳۹	۰/۲۵۱
توان SMR در ناحیه گیجگاهی	۰/۷۷	۱/۴۹	۰/۲۲
توان SMR در ناحیه گیجگاهی	۰/۸۴	۰/۹۸	۰/۴۳

همانطور که مشاهده می‌شود اثر اصلی مداخله به غیر از مؤلفه توان مطلق آلفا در ناحیه گیجگاهی در سایر مولف‌ها معنادار نیست. برای تعیین اختلاف میانگین توان مطلق آلفا ناحیه گیجگاهی گروه‌ها از آزمون بونفرونی استفاده شد. نتایج آزمون بونفرونی نشان داد که بین میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه واقعی با دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این نتایج در جدول ۵ و ۶ برای مقادیر آلفا در ناحیه گیجگاهی ارایه شده است.

1- Kolmogorov-smirnov test
2- Gudmundsson et al
3- Box's test of equality of covariance matrices

Archive of SID
www.SID.ir

جدول (۵) آزمون بونفرونی برای تعیین تفاوت‌های بین میانگین گروه‌ها در ناحیه T3

گروه‌ها	گروه‌ها	تفاوت میانگین‌ها	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
واقعی	ساختگی	۰/۳۴۴	۰/۱۲۷	۰/۰۳۸
واقعی	کنترل	۰/۳۸۱	۰/۱۲۳	۰/۰۱۵
ساختگی	کنترل	۰/۰۳۷	۰/۱۳۸	۱/۰۰۰

جدول (۶) آزمون بونفرونی برای تعیین تفاوت‌های بین میانگین گروه‌ها در ناحیه T4

گروه‌ها	گروه‌ها	تفاوت میانگین‌ها	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
واقعی	ساختگی	۰/۱۱۲	۰/۰۹۳	۰/۷۲
واقعی	کنترل	۰/۱۱۶	۰/۰۹	۰/۶۳۷
ساختگی	کنترل	۰/۰۰۴	۰/۱۰۱	۱/۰۰۰

با توجه به نتایج مشاهده شده می‌توان بیان کرد که تفاوت بین میانگین مقادیر پس‌آزمون گروه واقعی در مقایسه با گروه ساختگی و گروه کنترل با توجه به متغیر همپراش (پیش‌آزمون) تنها در فرکانس ۸-۱۲ هرتز یعنی موج آلفا در ناحیه T3 معنی‌دار بوده و در دیگر فرکانس‌ها (تتا و SMR) در نواحی (T4, C3, C4) تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. نظر به افزایش قابل توجه مقادیر موج آلفا در ناحیه T3 در گروه نوروفیدبک واقعی در مقایسه با سایر گروه‌ها می‌توان بیان کرد که مداخله نوروفیدبک بر افزایش توان آلفا ناحیه گیجگاهی تأثیر داشته و منجر به افزایش مقادیر آن شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر بررسی عملکرد تیروکمان‌کاران مبتدی و تغییرات فعالیت امواج مغزی آنها در نتیجه ارایه آموزش‌های نوروفیدبک و تمرین‌های تیروکمان بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین میانگین رکوردهای گروه نوروفیدبک واقعی با گروه نوروفیدبک ساختگی و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این یافته

Archive of SID
www.SID.ir

نشان‌دهنده تاثیر آموزش نوروفیدبک بر بهبود عملکرد تیروکمان‌کاران مبتدی و افزایش رکوردهای آنان است. همچنین باند آلفا در نیمکره چپ در گروه نوروفیدبک واقعی افـزایش معنی‌داری یافـته که نشان‌دهنـده تأثـیر آموزش نوروفیـدبک بر مؤلفه‌های الکتروانسفالوگرافیک است.

از دهه هفتاد به بعد آموزش نوروفیدبک به عنوان یکی از راهبردهای مؤثر در بهبود اختلالات روانی و جسمانی مختلف و اوج اجرا گسترش فراوانی یافته است. آموزش نوروفیدبک تکنیک شرطی‌سازی عاملی است که با استفاده از بازداری یا تقویت فعالیت امواج مغزی منجر به تغییر در عملکرد شده و سرعت بهبود آن را در افراد افزایش می‌دهد و در نتیجه فرد را به اجرای مطلوب نزدیک می‌سازد (میلتون[1] و همکاران، ۲۰۰۷).

بررسی‌ها تفاوت فعالیت مغزی افراد ماهر و مبتدی هنگام اجرا یک تکلیف حرکتی را بیشتر در مرحله آماده‌سازی پیش از حرکت نشان داده‌اند که کاهش فعالیت مغزی و در واقع ظهور درصد بزرگی از ریتم آلفا نشانه‌ای از اجرای ماهرانه است. همچنین مشاهده شده این کاهش فعالیت مغزی با تمرین مداوم حاصل آمده و در نهایت فعالیت دوطرفه مغز به برتری نیمکره‌ای تبدیل می‌شود. همه این یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که مغز یک فرد حرفه‌ای برای آماده‌سازی و انجام یک فعالیت نیازمند دستیابی به منابع کمتری است. بنابراین به دنبال تمرین، تکلیف به طور اقتصادی‌تر و با تلاش شناختی و فعالیت نواحی کمتری از مغزی انجام می‌شود (دی روسو و همکاران[2]، ۲۰۰۵). در واقع هنگام ارایه یک تکلیف تازه مبتدیان باید استراتژی‌های شناختی خویش را گسترش داده، تا با ادامه تمرین، بکارگیری لوب گیجگاهی چپ را کاهش یابد (دینی و همکاران، ۲۰۰۹). به گفته هتفیلد (۱۹۸۲) فعالیت گیجگاهـی چپ در طی اجرای حرکتی بـه استفاده استراتژی‌های شناختی و پـردازش‌های تـحلیلی-کلامـی پنهان[3] مربوط است. کاربـرد ایـن استراتژی‌ها

1- Milton et al
2- Di Russo et al
3- Covert verbal-analytic process

Archive of SID
www.SID.ir

همزمان با بهبود مهارت کاهش یافته و این همان نکته‌ای است که با آرام‌سازی نواحی گیجگاهی چپ در افراد زبده پیش از شلیک همراه می‌شود (کرامر[1]، ۲۰۰۷؛ هتفیلد و همکاران، ۱۹۸۲). این تغییرات منجر به کاهش نوفه‌های عصبی–حرکتی و تقویت پردازش‌های عصبی مربوط به رفتار حرکتی می‌شود. در بالاترین مرحله یادگیری احتمالاً فعالیت این قبیل نواحی ارتباطی غیرحرکتی قشر مخ با اجرای کارآمدتر تکلیف ارتباط دارد. این یافته‌ها به کاهش بررسی آشکار و در نتیجه ارتباطات پالایش شده‌تر قشری در اجراکنندگان ماهر تفسیر می‌شود (دینی و همکاران، ۲۰۰۹).

میلتون و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند برنامه‌ریزی حرکتی افراد ماهر به طور کارآمدتری سازماندهی می‌شود، بنابراین به انرژی کمتری نیازمندند. این افراد فعالیت در نواحی مهم مغزی را برای انتقال بینایی–حرکتی افزایش می‌دهند. در عوض افراد مبتدی احتمالا در مراحل شناختی یادگیری ساختارهایی همانند عقده‌های پایه و سیستم لیمبیک را فعال می‌سازند که در افراد ماهر فعال نمی‌شود (این دو ناحیه در ارزیابی طولانی مدت برای یادگیری بسیار مهم می‌باشند). این اثرات در عملکرد در کوتاه‌مدت قابل شناسایی نیستند و تنها در طولانی مدت اثرات خود را نشان می‌دهند (میلتون و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش فعالیت شبکه عصبی فرد ماهر پیچیدگی کنترل پویا حرکت را کاهش داده و پایداری در اجرای حرکت را افزایش می‌دهد. درحالی که انتظار می‌رود فعالیت مغزی (فعالیت عقده-های قاعده‌ای و لیمبیک) در افراد مبتدی اجرا را ضعیف کند، زیرا افراد مبتدی نمی‌توانند همانند افراد ماهر اطلاعات نامربوط را فیلتر کنند. بنابراین، پیچیدگی کنترل حرکتی در این افراد هنگام هدف‌گیری افزایش یافته و عملکرد آنها دستخوش تغییر می‌شود (گودمانسون و همکاران، ۲۰۰۷). یک توضیح ممکن این است که افراد ماهر بر روی هدف بدون آشفتگی[2] احساسی هدف‌گیری می‌کنند در حالی که مبتدی‌ها تحت تأثیر تنش و اضطراب قرار می‌گیرند (کیم و همکاران، ۲۰۰۸).

1- Krammer
2- agitation

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج تحقیق حاضر بیان‌کننده تأثیر آموزش نوروفیدبک بر تسریع تغییر معنی‌دار باند مطلق آلفا در ناحیه T3 و همچنین تسریع بهبود اجرا در گروه نوروفیدبک واقعی در مقایسه با دو گروه کنترل و گروه نوروفیدبک ساختگی در طی بیست جلسه تمرین تیروکمان و آموزش نوروفیدبک است. این نتایج همسو با نتایج لندرز و همکاران (۱۹۹۴)، سالزار و همکاران (۱۹۹۰)، لوز و همکاران[۲] (۲۰۰۱)، کریک و همکاران (۲۰۰۱)، کرامر (۲۰۰۷) بوده و بیان‌کننده افزایش معنی‌دار توان آلفا با کسب تجربه و آموزش در افراد تمرین کرده و ماهر و تأییدکننده تغییرات ایجاد شده حاصل از آموزش است (لندرز و همکاران، ۱۹۹۴؛ سالزار و همکاران، ۱۹۹۰؛ لوز و همکاران، ۲۰۰۱؛ کریک و همکاران، ۲۰۰۱؛ کرامر، ۲۰۰۷). محققان این افزایش معنی‌دار توان آلفا در نواحی گیجگاهی چپ در طی دوره آماده‌سازی[۳] (قبل از اجرای تکلیف) را نشانه کاهش فعالیت مغزی می‌دانند. این کاهش فعالیت در نیمکره چپ نیز حاکی از کاهش خودگفتاری[۴] مغز چپ بوده که در نتیجه این فرآیند، نیمکره راست بر فرآیند پردازش فضایی–دیداری تسلط بیشتری خواهد داشت (کرامر، ۲۰۰۷؛ سالزار و همکاران، ۱۹۹۰؛ ریموند و همکاران، ۲۰۰۴؛ ورنون، ۲۰۰۵).

اما نتایج تحقیق حاضر در حیطه الکتروآنسفالوگرافیک با نتایج تحقیق لندرز[۵] و همکاران (۱۹۹۱) همسو نیست. محققان جزو اولین کسانی بودند که در حیطه ورزش به بررسی امواج مغزی و اوج اجرا در نتیجه تأثیر آموزش نوروفیدبک بر این مولفه‌ها پرداخته‌اند. آنها بهبود معنی‌داری را در رکورد تیروکمان‌کاران زبده[۶] بعد از یک دوره آموزش نوروفیدبک مشاهده کردند. اما بررسی طیف‌های EEG قبل و بعد از دوره نتوانست الگوی واضحی حاصل از تغییرات این ویژگی‌ها در نتیجه آموزش نوروفیدبک را نشان دهد (لندرز و همکاران، ۱۹۹۱). این در حالی است که در تحقیق حاضر پس از آموزش نوروفیدبک افزایش

1- Loze
2- Preparing period
3- verbalization
4- Daniel Landers
5- Elite archer

Archive of SID
www.SID.ir

معنی‌داری در توان آلفا نیمکره چپ شرکت‌کنندگان مشاهده شد. توضیحی که برای تفاوت در یافته‌های این دو تحقیق می‌توان بیان کرد تفاوت در سطوح مهارت آزمودنی‌ها است. در تحقیق لندرز و همکاران (۱۹۹۱) تیروکمان کاران ماهر شرکت کردند (افرادی که مراحل آموزش اولیه را قبلاً گذرانده و احتمالا تغییرات لازم برای بهبود حرکت را از مرحله ابتدایی به مرحله بعد یادگیری طی کرده‌اند) درحالی که در تحقیق حاضر افراد کاملاً مبتدی و بدون تجربه قبلی تیروکمان مشارکت داشته‌اند که انجام تمرینات تیروکمان و آموزش نوروفیدبک موجب سرعت بخشیدن به ایجاد تغییرات در ویژگی‌های الکتروآنسفالوگرافیک آنها شده و در نتیجه بهبود عملکرد را به دنبال داشته است.

نکته مهمی که در ارایه آموزش نوروفیدبک می‌بایست مدنظر قرار گیرد این است که تحقیقات بر روی الگوی فعالیت مغزی افراد نشان‌دهنده تفاوت این الگوها در افراد مختلف و نیازهای متفاوت رشته‌های ورزشی به الگوی متفاوت فعالیت مغزی مختلف می‌باشد. این پیچیدگی و پویایی عصبی موجب شده که تا به حال الگوی مشخصی برای اجرا این فرآیند یافت نشود و با توجه به اینکه برای رشته‌های مختلف ورزشی این قبیل تغییرات EEG متفاوت بوده و ثابت نیستند، بنـابراین پیشنهاد مـی‌شود در زمیـنه طراحی پروتکل‌های آموزشی نوروفیدبک بررسی‌های نظامدار بیشتری در سطوح مختلف یادگیری انجام شود، بویژه که در زمینه تأثیر آموزش نوروفیدبک بر رشته‌های ورزشی مختلف چه در سطح قهرمانی و چه در سطح آموزشی (مبتدی) تحقیقات انگشت شماری وجود دارد. همچنین به تحقیقات بیشتری نیاز است تا به نحوی مستدل مشخص نماید که آیا تأثیر آموزش نوروفیدبک بر عملکرد (چه در سطح شناختی و چه در سطح جسمانی) می‌تواند در طولانی مدت پایدار باشد؟ به طور کلی براساس نتایج تحقیق حاضر و مؤثر بودن آموزش افزایش آلفا در ناحیه گیجگاهی چپ و پروتکل آلفا/تتا در ناحیـه مرکزی آهیانه را در ورزش تیـروکمان و همچنین با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی و امکان دسترس بودن ابزار و نرم‌افزارهای آموزش نوروفیدبک، می‌توان به مربیان و دست‌اندرکاران آموزش مهارت‌های ورزشی توصیه کرد که برای تسهیل آموزش این مهارت‌ها از نوروفیدبک استفاده کنند.

www.SID.ir

تقدیر و تشکر

از مسؤولین محترم دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه تبریز که در طول اجرای طرح اینجانب را صمیمانه یاری نموده‌اند و از کلیه اعضا گروه تربیت بدنی دانشگاه هنر اسلامی تبریز و هیأت محترم تیروکمان استان آذربایجان شرقی که در مراحل اجرای آموزش تیروکمان همکاری صمیمانه‌ای داشتند تشکر و قدردانی می‌شود.

تاریخ دریافت نسخه‌ی اولیه‌ی مقاله: ۱۳۸۹/۱۰/۱۳
تاریخ دریافت نسخه‌ی نهایی مقاله: ۱۳۹۰/۰۱/۲۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۵/۰۲

www.SID.ir
Archive of SID

منابع

References

اوحدی، محمد ابراهیم (۱۳۷۷). «**EEG در طب بالینی**»، انتشارات اطلاعات، ۱۵-۸۰.

Acevedo E.O. Ekkekakis P. (2006). Psychobiology of Physical Activity, *Human Kinetics*, 111-129, 241-249.

Agnihorti H. Paul M. Sandhu J.S. (2007). Biofeedback Approach in the Treatment of Generalized Anxiety Disorder, *Iranian J Psychiatry*, 2:90-95.

Collura T. (2003). A Neurofeedback Approach to Improving at Golf and Other Sports, *www.brain.com/generalinfo/golfneuro.htm*.

Deeny S.P. Haufler A.J. Saffer M. Hatfield B. (2009), Electroencephalographic Coherence during Visuomotor Performance: A Comparison of Cortico-cortical Communication in Experts and Novices. *Journal of Motor Behavior*, 41, 2, 106-116.

Demos. J.N. (2005), *Getting started with Neurofeedback*, w.w.Norton & Company, New York, London.

Di Russo. F., Pitzalis. S., Aprile. T., Spineli. D. (2005). Effects of Practice on Brain Activity: an Investigation in Top-level Rifle Shooters, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 1586-1593.

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, *Arq Neuropsiquiatr* 66(2-B): 336-340.

Egner. T., Sterman. M.B. (2006). Neurofeedback Treatment of Epilepsy: from Basic Rationale to Practical Application, *Expert Review Neurotherapeutics*, 6(2). 247-257.

Gudmundsson, S. Runarsson, T, Philip. Sigurdsson, Sven. Eiriksdottir, Gudrun, Johnsen, Kristinn, (2007). Reliability of Quantitative EEG Features, *Clinical Neurophysiology*, 118.2162-2171.

Hammond, D.C. (2005). Neurofeedback with Anxiety and Affective Disorders, *Child Adolescence Psychiatric Clinical*, 14. 105-123.

Hammond, D.C. (2006). What is Neurofeedback? *Journal of Neurotherapy*, 10(4). 25-36.

Archive of SID
www.SID.ir

Hatfield. B.D., Landers. D.M., Ray. W.J., Daniels, F.S. (1982). An Electroencephalographic Study of Elite Rifle Shooters, *American Marksman*, 7, 6-8.

Hillman, C. Ross J. Janelle Christopher M. Hatfield Bradley D. (2000). An Electrocortical Comparison of Executed and Rejected Shots in Skilled Marksmen, *Biological Psychology* 5271-83.

Kerick S.E., Kaleb M.D., Hung T.D., Santa Maria.L., Spalding T.W., Hatfield B.D. (2001). The Role of the Left Temporal Region under the Cognitive Motor Demands of Shooting in Skilled Marksmen, Biological Psychology. 58(3). 263-277.

Kerick. S. E., Douglass. L., Hatfield. B. D. (2004). Cerebral cortical adaptation associated with visumotor practice, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 36, 118-129.

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, 236-241.

Kramer. D. (2007). Predictions of Performance by EEG and Skin Conductance, Indiana Undergraduate Journal of Cognitive Science 2. 3-13.

Landers, D.M., Han, M.W., Salzar, W., Petruzzello, S.J., Kubitz, K.A., Gannon, T.L. (1994). Effects of Learning on Electroencephalographic and Electrocardiographic Patterns in Novice Archers, *International Journal of Sport Psychology*, 25, 313-330.

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 Sports Exerc*, Jan. 23(1):123-9.

Loze. G.M., Collins. D., Holmes. P.S. (2001). Pre-shot EEG Alpha-Power Reactivity during Expert Air-pistol Shooting: A Comparison of Best and Worst Shots, *Journal of Sports Sciences*, 19(9), 727-733.

Machado S., Cunha M., Portella C.E., Silva J.G., Velasques B., Bastos V.H., Budde H., Pompeu F., Basile L., Cagy M., Piedade R., Ribeiro (2008).

Archive of SID
www.SID.ir

Integration of Cortical Areas during Performance of a Catching Ball Task, *Neuroscience Letters Volume*, 446, 1, 7-10.

Milton, John. Solodkin, Ana. Hlustik, Peter, Steven L. Small. (2007). The Mind of Expert Motor Performance Is Cool and Focused, *NeuroImage*, 35: 804-813

Moore J.P. Trudeau D.L. Thuras P.D. Rubin Y. Stockley H. Dimond T. (2000). Comparison of Alpha-theta, Alpha and EMG Neurofeedback in the Production of Alpha-theta Crossover and the Occurrence of Visualizations, *Journal of Neurotherapy*, 4(1), 29-42.

Rau. R., Raschka. C., Brunner. K., Banzer. W. (1998). Spectral Analysis of Electroencephalography Changes after Choking in Judo (Juji-jime), *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(9). 110-118.

Raymond, J. Varney, C. Parkinson, L.A. Gruzelier, J. (2005). The Effects of Alpha/theta Neurofeedback on Personality and Mood, *Cognitive Brain Research*, 23 2-3 287-292.

Raymond. J., Sajid I., Lesley A.P., Gruzelier, J.H. (2005). Biofeedback and Dance Performance: A Preliminary Investigation, *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Vol. 30, No. 1.

Salazar. W., Landers, D.M., Petruzzello, S.J., & Han, M. (1990). Hemispheric Asymmetry, Cardiac Response, and Performance in Elite Archers, *Research Quarterly in Exercise & Sport*, 61(4), 351-359.

Tan. G., Thornby. J., Hammond. D.C., Strehl. U.,Candy. B., Arnemann, K., Kaiser. D.A., (2009). Meta-Analysis of EEG Biofeedback in Treating Epilepsy, *Clinical EEG and Neuroscience*, Vol 40 (3). 1-8.

Thomas. L.J. (2002). *Neurofeedback and Your Brain*: A Beginner's Manual, Facult, NYU Medical Center & Brain Research lab, NewYork.

Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., Gruzelier, J. (2008). EEG Applications for Sport and Performance, *Methods*, 45, 279-288.

Vernon D.J. (2005). Can Neurofeedback Training Enhance Performance? An Evaluation of Evidence with Implications for Future Research, *Applied Psychophysiology and Biofeedback Journal*, Vol.30 (4). 347-364.

Archive of SID
www.SID.ir