رشد و یادگیری حرکتی ـ ورزشی – زمستان ۱۳۹۳
دورهٔ ۶، شمارهٔ ۴ ، ص : ۴۵۳- ۴۶۲
تاریخ دریافت : ۳۰ / ۰۴/ ۹۲
تاریخ پذیرش : ۲۷ / ۰۷ / ۹۲

تأثیر تمرینات نوروفیدبک بر تعادل پویای مردان جوان

حسن محمدزاده*[۱] ، محمدعلی نظری[۲]، ماندانا حیدری[۳]
۱. دانشیار، رفتار حرکتی، دانشکدهٔ تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه، ایران؛ ۲. دانشیار، روان شناسی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه تبریز، ایران؛ ۳. کارشناس ارشد تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور، ارومیه، ایران

چکیده

تعادل فیزیکی یکی از عوامل مهم در فعالیت‌های روزانه و ورزشی است. تعادل پویا به توانایی حفظ توازن در نیروهای وارد بر بدن در ورزش بسیار حائز اهمیت است و افزایش آن عملکرد حرکتی و ورزشی را بهبود می‌بخشد. هدف این تحقیق تعیین آثار تمرینات نوروفیدبک بر تعادل پویای مردان جوان است. بیست‌وچهار دانشجوی کارشناسی تربیت بدنی پسر داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و در یک طرح دوسوکور شامل گروه کنترل و تجربی سازماندهی شدند. شرکت‌کننده‌ها در گروه تجربی در تمرینات نوروفیدبک شامل بازداری امواج مغزی۴ -۷ هرتز و تقویت امواج ۱۵-۱۸ هرتز در نقاط (۰۲و۰۱) در ناحیهٔ خلفی مغز به مدت ۱۰ جلسه و هر جلسه سی دقیقه شرکت کردند. گروه کنترل در همان شرایط قرار گرفتند، اما فقط امواج ضبط‌شدهٔ تمرینات گروه تجربی را به‌عنوان تمرین مشاهده کردند. آزمون ثبت امواج مغزی و تعادل پویا در مرحلهٔ پیش از تمرین، جلسات پنجم و دهم از هر دو گروه به‌عمل آمد. نتایج آزمون‌ها نشان داد د میزان تعادل گروه تجربی در جلسهٔ پنجم و پس‌آزمون به‌صورت معناداری افزایش یافته بود. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد تمرینات نوروفیدبک می‌تواند تعادل پویای مردان جوان را بهبود بخشد. پیشنهاد می‌شود از این تمرینات برای افزایش تعادل پویای ورزشکاران استفاده شود.

واژه‌های کلیدی

الکتروانسفالوگرافی، تعادل پویا، لب خلفی، موج بتا، موج تتا.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۴۴۴۳۰۸۳۰ Email:ha.moha64@gmail.com

مقدمه

نوروفیدبک[1] شکل پیچیده‌ای از بازخورد زیستی[2] است. در سی سال اخیر محققان نحوهٔ استفاده از تغییرات الگوهای امواج مغزی[3] را مطالعه کرده‌اند. تمرینات نوروفیدبک یکی از کاربردهای بسیار جالب بازخورد زیستی است. این امر مستلزم تعدیل و قابل مشاهده کردن برخی جنبه‌های امواج مغزی فرد با استفاده از تجهیزات خاص است. فرایند تمرین شامل کارگذاری حداقل یک الکترود روی جمجمه و یک یا دو الکترود روی نرمهٔ گوش براساس آرایش خاصی است. در این روش هیچ‌گونه جریان الکتریکی به مغز وارد نمی‌شود. در حین تمرین، آزمودنی برخی از ویژگی‌های عملکردی مغز خود را به‌صورت دیداری یا شنیداری در یک حلقهٔ بازخوردی آنی دریافت می‌کند. در مرحلهٔ بعد، مغز یاد می‌گیرد برخی از امواج خود را تقویت و بعضی دیگر را سرکوب کند تا به هدفی که دستگاه برای او تعیین کرده است، برسد. در تجهیزات مدرن نوروفیدبک، ویژگی‌های هر موج شامل شدت و تواتر به‌وسیلهٔ رنگ‌ها و ستون‌هایی بازنمایی می‌شود. تقویت یا سرکوب هر موج با تغییراتی در رنگ یا اندازهٔ ستون مشخص می‌شود. اگر تلاش موفقیت‌آمیز باشد، فرد از اطلاعات بازخورد مثبتی دریافت می‌کند. این می‌تواند صدای خوشایند یا تصویری از یک نماد باشدکه نشان می‌دهد امتیازی کسب شده یا پیشرفتی در تکلیف حاصل شده است. امروزه به کمک نرم‌افزارهای بسیار پیشرفته تکالیف رایانه‌ای متنوع و جالبی در قالب بازی‌های مهیج و رقابتی یا پخش فیلم‌های دلخواه ساخته شده که برای سنین مختلف قابل استفاده است.

نوروفیدبک حیطه‌های کاربردی متنوعی دارد. تحقیقات اولیه بر درمان اضطراب (۲،۱)، صرع کنترل‌نشدنی (۳) و درمان بیش‌فعالی و نقص توجه (۴) متمرکز شده بود. تحقیقات اخیر به توانمندسازی عملکرد در حیطه‌های مختلف معطوف شده است. این اهداف شامل کنترل سطوح انگیختگی، توجه و انگیزش، بهینه‌سازی سطح کنترل خودکاری و توانایی تغییر حالات هیجانی به شکل مطلوب و نیز مداخلات بازپروری برای ورزشکاران آسیب‌دیده (۵)، اختلالات خواب (۶) و ارتقای عملکرد در نوازندگان حرفه‌ای موسیقی و رقاصان (۷) است.

عملکرد ورزشی مطلوب نتیجهٔ تمرینات جسمانی و روانی است. نوروفیدبک فرصت‌هایی را در زمینه‌های مختلف برای ورزشکاران فراهم می‌کند تا بتوانند از آن نوروفیدبک برای ارتقای عملکرد ورزشی استفاده کنند. ورزش‌های مختلف به کارکرد بخش‌های متفاوتی از مغز نیاز دارند. افزایش روزافزون تحقیقات در

1. Neurofeedback
2. Biofeedback
3. Electroencephalography (EEG)

این زمینه با هدف تعیین آثار الگوی امواج مغزی مرتبط با اوج عملکرد در رشته‌های مختلف ورزشی آغاز شد. نتایج این تحقیقات اطلاعات مهمی را برای استفاده از نوروفیدبک برای افزایش عملکرد رشته‌های مختلف ورزشی فراهم کرد. در این پژوهش‌ها برخی محققان متوجه شدند فعالیت موج آلفا (۸-۱۲هرتز) در لب گیجگاهی نیمکرهٔ چپ در دورهٔ آمادگی برای اجرای مهارت به‌صورت معناداری افزایش می‌یابد (۸). یافته‌های مشابهی توسط محققان روان‌شناسی ورزشی در دورهٔ آمادگی برای اجرای ضربهٔ گلف (۹) و تیراندازی با کمان گزارش شده است (سالازار و همکاران،۱۹۹۰) (۱۰). برخی محققان افزایش عملکرد در تیراندازان با کمان ماهر غیرنخبه را در نتیجهٔ تمرین همزمانی[1] نوروفیدبک در مرحلهٔ هدف‌گیری روی نقطه (T3) در منطقهٔ لب گیجگاهی چپ مشاهده کردند. اما تمرین در نقطهٔ مشابه ولی در لب راست موجب افت عملکرد شد (۱۱).

یکی از حیطه‌هایی که ممکن است نوروفیدبک بتواند به عملکرد ورزشی کمک کند، تعادل فیزیکی است. تعادل یکی از عوامل آمادگی حرکتی است که در فعالیت‌های روزانه و ورزشی اهمیت حیاتی دارد. بهبود تعادل احتمالاً موجب ارتقای عملکرد در بیشتر رشته‌های ورزشی مانند ژیمناستیک، اسکی، اسکیت بورد، اسنوبورد، بسکتبال، وزنه‌برداری و غیره می‌شود. در سالمندان اختلال تعادل یکی از مهم‌ترین عوامل افتادن و آسیب‌های احتمالی متعاقب آن است. هاموند[2] (۲۰۰۵) اولین گزارش تحقیق در زمینهٔ استفاده از نوروفیدبک را در تقویت تعادل منتشر کرد. او از پروتکل ویژه‌ای برای درمان چهار بیمار که با علل متفاوتی مشکل تعادل داشتند، استفاده کرد. بعد از هشت تا ده جلسه پیشرفت چشمگیری در همهٔ موارد مشاهده شد (۳). نتایج اولیهٔ این چهار بیمار ارزش کلینیکی این روش را نشان داد. حتی برخی از این بیماران در عرض دو یا سه جلسه سودمندی تمرینات را گزارش کردند. موفقیت در درمان مشکل تعادل و پایداری در این موارد، هاموند و دیگر متخصصان در این زمینه را تشویق کرد تا کاربرد آن را در دیگر زمینه‌ها از جمله ورزش‌های مختلف بررسی کنند و نتایج سریع و رضایت‌بخش بود. هاموند از این پروتکل برای افزایش تعادل اعضای تیم ملی اسکی آمریکا استفاده کرد؛ اما برای استفاده از آن به‌منظور تمرینات اوج عملکرد[3] فرصت نیافت. این تحقیق در حقیقت کوششی است برای آزمایش کاربرد پروتکل هاموند در دانشجویان تربیت بدنی و فاقد تجارب ورزشی نه چندان بالا که در

1. Synchrony
2. Hammond
3. Peak performance training

یادگیری مهارت‌های مختلف ورزشی در مجموعه عوامل آمادگی حرکتی مورد نیاز ایشان تعادل جایگاه مهمی دارد.

روش تحقیق

بیست‌وچهار دانشجوی پسر سالم راست‌دست مقطع کارشناسی تربیت بدنی دانشگاه ارومیه داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. حجم نمونه در بیشتر تحقیقات قبلی (هاموند، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷) بیش از چهار یا پنج نبوده است. با این حال در تحقیق حاضر حجم نمونه برای تحقیقات تجربی با طرح گروه‌بندی تصادفی[1] در حد آلفای ۵ درصد و اطمینان آزمون ۹۵ درصد در هر گروه دوازده نفر تعیین شد (۱۲). آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در دو گروه تحقیق شامل نوروفیدبک واقعی[2] و گروه دارونما یا نوروفیدبک[3] ساختگی سازماندهی شدند. از یک سطح تحقیق دوسوکور[4] شامل پیش‌آزمون پس‌آزمون استفاده شد. از یک پرسشنامهٔ اطلاعات فردی برای تعیین سن، قد، وزن، دست برتر و پیشینهٔ هر گونه مشکل دستگاه عصبی استفاده شد (جدول ۱). همهٔ آزمودنی‌ها برگهٔ رضایت‌نامهٔ شرکت در طرح را امضا کردند. کمیتهٔ اصول اخلاقی معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه انجام تحقیق را تأیید کرد.

شاخص‌های تعادل و امواج مغزی در سه مرحلهٔ پیش (قبل از تمرین)، میان (جلسهٔ پنجم) و پس‌آزمون (پس از جلسهٔ دهم) اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گروه‌های تحقیق

	گروه‌ها		
	نوروفیدبک	دارونما	t-test
تعداد	۱۲	۱۲	
سن	۲۲/۳(۱/۰۵)	۲۲/۴۵(۱/۵۴)	t=۰/۷۸
وزن	۶۶/۷(۵/۰۱)	۷۰/۷۵(۶/۵۷)	t=۱/۵۹
قد	۱۷۵/۹(۵/۲۳)	۱۷۳/۵(۵/۷۲)	t=۱/۱

برای سنجش تعادل پویا از دستگاه تختهٔ تعادل‌سنج ساخت شرکت ساتراپ استفاده شد. این دستگاه دارای یک صفحه در سطح عرضی است که حول یک محور کاملاً متحرک در حالت تعادل قرار

1. Randomized block design
2. Real feedback
3. Sham or mock feedback
4. Double-blind design

دارد. بخش مصاحبه‌گر دستگاه به‌صورت دیجیتالی قابلیت تنظیم برای زمان‌های مختلف به ثانیه را دارد و با قرار گرفتن آزمودنی روی آن در لحظهٔ اول و با هر فشار نامتعادل پا از حالت تعادل خارج می‌شود. زمانی‌که آزمودنی تعادل خود را به‌دست آورد و با فشار دگمهٔ شروع که با صدای بوق و در عین حال سبز شدن چراغ تعبیه‌شده روی پایهٔ دستگاه همراه است، کوشش فرد آغاز می‌شود و بخش شمارشگر کل زمان تعادل و نیز تعداد و مدت انحراف به چپ و راست و در نهایت درصد زمان تعادل نسبت به زمان کلی مورد نظر را محاسبه می‌کند و نشان می‌دهد و در صورت اتصال دستگاه به چاپگر نیز اطلاعات را چاپ می‌کند (جدول ۲). روایی این دستگاه توسط شرکت سازنده در حد مطلوب و پایایی آن در مقایسه با دستگاه‌های مشابه خارجی ۰/۸۶ اعلام شده است. در این مطالعه پایایی دستگاه با استفاده از آزمون مجدد ۰/۸۹ محاسبه شد.

امواج مغزی با استفاده از مونتاژ الکترود دوقطبی و براساس سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ از نقاط (۰۱) و (۰۲) در ناحیهٔ پس‌سری در حالت استراحت و چشمان باز ثبت شد. الکترود منفی نیز روی نرمهٔ گوش راست نصب شد. ثبت امواج با استفاده از دستگاه نوروفیدبک ده‌کاناله (FlexComp Infiniti Encoder®) ساخت کانادا (Thought Technology Ltd) و نرم‌افزار ویژه (Biograph Infiniti software®) و با میزان نمونه‌گیری امواج ۲۵۶ هرتز و مقاومت الکترود زیر ۱۰ کیلواهم انجام گرفت.

به‌منظور پردازش علائم مغز، امواج مخل به دو روش کاوش چشمی و انتخاب دامنهٔ نرم‌افزاری مناسب حذف شد. دوره‌های زمانی ثبت امواج توسط متخصص نوروساینس تحلیل و دوره‌های قابل قبول و قابل حذف برای تک تک افراد تعیین شد. در نهایت ۳۶ تا ۴۰ دورهٔ زمانی عاری از امواج مخل (در مجموع ۲/۵ ثانیه) برای تحلیل انتخاب شد. بسامد دسته‌های امواج به شکل زیر تعریف شد. دلتا (۱-۴ هرتز)، تتا (۴-۷ هرتز)، آلفا (۷-۱۲ هرتز)، ریتم حسی –حرکتی (SMR) (۱۲-۱۵ هرتز) و بتا (۱۵-۱۸هرتز). پس از آن توان مطلق برای هر دسته موج محاسبه شد. پروتکل تمرینی مشابه الگوی هاموند (۲۰۰۷) بود. نحوهٔ قرار دادن الکترودها مانند مرحلهٔ ثبت امواج مغزی پایه انجام گرفت. جریان امواج مغزی با دامنهٔ بسامد ۱تا۶۰ هرتز و برای عبور در دو دامنهٔ تواتری تتا (۴-۷ هرتز) و بتا (۱۵-۱۸هرتز) فیلتر شد. هدف تمرینات نوروفیدبک افزایش توان بتا (موج تقویت) و کاهش توان تتا (موج بازداری) بود. آزمودنی در حالت نشسته روبه‌روی صفحهٔ نمایشگر رایانه قرار می‌گرفت. دستیار محقق نیز در صفحهٔ نمایشگر دوم تغییرات امواج مغزی آزمودنی را مشاهده می‌کرد. تکلیف تمرین نوروفیدبک شامل مسابقهٔ قایقرانی با دو قایق است که با بالاتر رفتن علامت از آستانهٔ تعیین‌شده در ستون مربوط، قایق حرکت می‌کرد.

هدف به جلو راندن قایق مربوط به موج پاداش (بتا) و ممانعت از حرکت قایق دیگر با موج بازداری (تتا) مرتبط بود. زمانی‌که قایق موج تقویت زودتر به خط پایان برسد، چراغ سبز و صدای شیپور پیروزی به‌عنوان بازخورد مثبت، و زمانی‌که قایق موج بازداری زودتر به انتهای مسیر برسد، چراغ قرمز و صدای شیپور ناخوشایند به‌عنوان بازخورد منفی ظاهر می‌شود. ده جلسه تمرین نوروفیدبک در طول چهار هفته و هر جلسه شامل ۳۰ دقیقه تمرین بود که کل جلسه همواره با آماده‌سازی محل نصب الکترودها و تنظیمات سیستم به حدود یک ساعت بالغ می‌شد. روش کار برای گروه دارونما یا تمرینات نوروفیدبک ساختگی دقیقاً مانند گروه واقعی بود. فقط در این گروه وضعیت نامتجانس بود و بازخوردهای مثبت و منفی تصادفی پخش می‌شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

میزان تعادل پویا و الکتروانسفالوگرافی (دلتا، تتا، آلفا، ریتم حسی –حرکتی، توان بتا و حداکثر تواتر آلفا[1]) به‌عنوان متغیرهای وابسته آزمون شدند. میانگین و انحراف استاندارد این متغیرها در جدول ۲ آمده است. امتیازات آزمون تعادل جلسهٔ پنجم و پس‌آزمون با استفاده از تحلیل عاملی کوواریانس (MANCOVA) و داده‌های پیش‌آزمون تحلیل شد. این تحلیل تعامل معناداری را بین پیش‌آزمون × آزمون جلسهٔ پنجم (P=۰/۰۰۱، F(۱و۲۱)=۲۸/۰۱) و نیز پیش‌آزمون × پس‌آزمون (P=۰/۰۲۴، F(۱و۲۱)=۵/۹۴ نشان داد.

همچنین این معناداری در تعامل گروه × آزمون جلسهٔ پنجم مشاهده شد، (P=۰/۰۰۴، F(۱و۲۱)=۱۰/۴۷). نتایج آزمون تعقیبی حاکی از اختلاف معنادار در پیش‌آزمون < آزمون جلسهٔ پنجم و پس‌آزمون > پیش‌آزمون (P<۰/۰۱) بود. آزمودنی‌های گروه نوروفیدبک واقعی از گروه دارونما بهتر عمل کردند(P<۰/۰۱) شکل ۱.

شاخص‌های امواج مغزی در یک طرح ۲×۲ تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، با در نظر گرفتن گروه‌ها (نوروفیدبک ساختگی و واقعی) به‌عنوان عامل بین‌گروهی و اندازه‌گیری (پیش‌آزمون در مقابل آزمون میانی و پس‌آزمون) به‌عنوان عامل درون‌گروهی وارد شدند. در بین این متغیرها اثر اصلی اندازه‌گیری در توان آلفا در پیش‌آزمون و آزمون میانی و پس‌آزمون معنادار بود (P=۰/۰۱، F(۱و۲۱)=۵/۱۳). اثر اصلی یا تعاملی معناداری در دیگر شاخص‌های امواج مغزی مشاهده نشد (جدول ۲).

1. Alpha peak frequency

شکل ۱. نتایج آزمون‌های تعادل پویا

جدول۲. میانگین و انحراف استاندارد آزمون‌های تعادل و شاخص‌های امواج مغزی

متغیرها	گروه	اندازه‌گیری		
		پیش‌آزمون	آزمون میانی	پس‌آزمون
تعادل	نوروفیدبک	۵۵/۵۲(۱۶/۶۱)	۸۱/۸۷(۱۸/۰۹)	۸۵/۳۴(۱۷/۳۹)
	دارونما	۶۹/۰۲(۲۲/۱۵)	۷۹/۵۴(۱۶/۶۰)	۸۸/۶۰(۱۲/۲۵)
توان دلتا	نوروفیدبک	۴/۵۶(۱/۳۶)	۵/۱۸(۲/۳۷)	۴/۴۵(۱/۱۵)
	دارونما	۳/۸۱(۰/۹۸)	۴/۶۶(۱/۳۸)	۴/۳۶(۱/۷)
توان تتا	نوروفیدبک	۴/۳۶(۱/۰۶)	۳/۸۷(۱/۰۵)	۳/۸۳(۰/۵۲)
	دارونما	۴/۵۸(۱/۳۸)	۴/۳۸(۱/۳۹)	۴/۱۱(۰/۸۸)
توان آلفا	نوروفیدبک	۷/۸۱(۲/۳۶)	۵/۷(۰/۷۸)	۶/۴۲(۱/۷۹)
	دارونما	۸/۷۵(۳/۲۱)	۷/۷۹(۳/۲۱)	۷/۸(۲/۸۱)
اوج آلفا	نوروفیدبک	۱۰/۲۸(۰/۳۱)	۱۰/۱۸(۰/۲۱)	۱۰/۲۴(۰/۲۵)
	دارونما	۱۰/۵۸(۰/۶۳)	۱۰/۲۶(۰/۴۴)	۱۰/۳۴(۰/۴۴)
توان SMR	نوروفیدبک	۱/۴۶(۰/۲۹)	۱/۲۹(۰/۲۲)	۱/۳۶(۰/۳۴)
	دارونما	۱/۵۰(۰/۵۱)	۱/۵۱(۰/۵۷)	۱/۶۰(۰/۵۶)
توان بتا	نوروفیدبک	۹/۳۱(۳/۵۱)	۷/۲۷(۰/۷۸)	۷/۸۵(۲/۰۲)
	دارونما	۱۰/۷۷(۳/۵۸)	۱۰/۱۴(۳/۴۲)	۹/۹۷(۲/۹۱)

بحث و نتیجه‌گیری

ارزش تحقیقات نوروفیدبک در زمینه‌های مختلف درمان انواع علائم مربوط به آسیب‌های مغزی، روان‌شناسی ورزشی شامل توانمندسازی، افزایش تمرکز و توجه، کاهش اضطراب، افزایش کنترل هیجان‌ها (مانند خشم) و بهبود تعادل اثبات شده است. هاموند در سال ۲۰۰۵ اولین تجربهٔ خود در استفاده از نوروفیدبک برای بهبود تعادل را منتشر کرد. آزمودنی‌های او چهار بیمار بودند که به‌دلیل سکته و آسیب‌های ناشی از ورزش‌های پربرخورد مشکل تعادل داشتند. پس از هشت تا ده جلسه درمان بهبود چشمگیری در هر چهار بیمار مشاهده شد. بعدها موارد کلینیکی متعددی با استفاده از این پروتکل درمان به‌صورت سریع و مؤثری درمان شد. تعادل یکی از عناصر مهم در زندگی روزمره و ورزش‌هاست. بهبود توانایی حفظ تعادل افزایش عملکرد جسمانی در ورزش‌هایی مانند ژیمناستیک، اسکی، اسکی روی آب، موج‌سواری، بسکتبال، وزنه‌برداری و ... را موجب می‌شود. در سالمندان اختلالات تعادل یکی از مهم‌ترین عوامل در سقوط و آسیب‌های احتمالی ناشی از آن است.

این پژوهش کوششی برای آزمایش پروتکل هاموند در بهبود تعادل پویای مردان جوان سالم است. تعادل پویا توانایی تقابل با نیروهای عمل‌کننده بر یک جسم متحرک است. همان‌گونه‌که نتایج نشان می‌دهد، تمرینات نوروفیدبک تعادل پویای مردان جوان را به‌صورت مؤثری بهبود بخشید. با وجود برتری گروه کنترل در پیش‌آزمون تعادل پویا، تمرین موجب پیشرفت معنادار گروه تجربی در انتهای جلسهٔ پنجم شد. این یافته‌ها نتایج تحقیقات قبلی در استفاده از نوروفیدبک را برای افراد عادی تأیید می‌کند. تحقیقات اخیر بر کاربرد استفاده از نوروفیدبک برای افراد معمولی دلالت دارد. استرمن[1] (۲۰۰۰) تنها در هشت جلسه تمرین نوروفیدبک توانست فراخوانی حافظه را بهبود بخشد. محققان دیگر در مطالعه‌ای با گروه کنترل دارونما توانستند در ده جلسه اختلال بی‌خوابی[2] را درمان کرده و متعاقب آن یادگیری اخباری را تقویت کنند و در نهایت از همه مهم‌تر برای اهداف این تحقیق، تعادل را بهبود بخشند (۱۳). همان‌گونه‌که نتایج نشان می‌دهد، با وجود پیشرفت چشمگیر در پنج جلسهٔ اول، در پنج جلسهٔ بعدی شیب منحنی پیشرفت تعادل کاهش یافت و تفاوت بین دو گروه معنادار نبود. دلیل این امر ممکن است خسته‌کننده شدن تکلیف تمرین نوروفیدبک برای شرکت‌کنندگان و فقدان انگیزه برای ادامهٔ مشتاقانهٔ تکلیف در جلسات انتهایی باشد.

---

1. Sterrman
2. Sleep onset latency

یافته‌های این تحقیق از نتایج تحقیقات قبلی در کاربرد نوروفیدبک برای ارتقای تعادل فیزیکی در افراد سالم عادی حمایت می‌کند. همان‌گونه‌که هاموند اظهار امیدواری کرده بود، نتایج او راهگشایی در گسترش به‌کارگیری این روش در زمینه‌های مختلف باشد. اهمیت این نتایج در استفاده از این روش برای موقعیت‌های ویژه در ورزش، بازپروری‌ها، مشکلات سالمندان و هر وضعیتی که نیازمند تعادل فیزیکی در سطوح بالا باشد، بسیار ارزشمند است؛ هرچند ابهامات بسیاری دربارهٔ این روش‌ها، مدت و نوع تمرینات نوروفیدبک وجود دارد. نوظهور بودن این روش و در عین حال هزینهٔ بالا در مقایسه با روش‌های معمول، پیچیدگی کارکردهای مغزی و اطلاعات اندک از این فرایندها و از همه مهم‌تر سوابق تحقیقی بسیار اندک، تفسیر یافته‌های تحقیقات در این زمینه را مشکل می‌کند. اما با توجه به غیرتهاجمی بودن این روش مربیان می‌توانند از تمرینات نوروفیدبک برای بهبود تعادل پویا در افراد سالم در موقعیت‌های ورزشی یا دیگر موقعیت‌ها استفاده کنند. همچنین تحقیقات قبلی و حاضر مؤید آن است که مربیان می‌توانند از این تکنیک برای تقویت تعادل در ورزشکاران در کنار تمرینات جسمانی یا دورهٔ بازتوانی بعد از آسیب استفاده کنند. در استفاده ازآن برای افراد با مشکلات تعادلی مانند سالمندان یا افراد با آسیب‌های مغزی باید جنبه‌های احتیاطی در نظر گرفته شود.

منابع و مآخذ

1. Crews DJ & Landers DM.(1993). ".Electroencephalographic measures of attentional patterns prior to the golf putt". Med Sci Sports Exerc; 25(1),pp:116-126.
2. Egner t & Gruzelier JH.(2003)."Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance". Neuro Report; 14(9), pp: 1221-1224.
3. Hammond D C. (2005). "Neurofeedback to improve physical balance, incontinence, and swallowing". J.Neurother; 9(1), pp: 27-36.
4. Hammond DC.(2007). "Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance" .J American board of sport psychology;1(1) :1-7;ABSP Journal ;1Article .
5. Hatfield DB, Landers DM & Ray WJ.(1984). "Cognitive processes during self-paced motor performance: An electroencephalographic profile of skilled marksmen. " J Sport Psychol; 6(1), pp: 42-59.

6.HoedlmoserK, Pecherstorfer T, GruberE,"etal". (2008)."Instrumental conditioning of human sensory motor rhythm (12-15 Hz) and its impact on sleep as well as declarative learning".J Sleep; 31(10), pp: 1401-1408.

7. Landers, D. M. (1991). "Optimizing individual performance". Chapter in D. Druckman& R. A. Bjork (Eds.), In the Mind's Eye: Enhancing Human Performance. Washington, D.C.: National Academy Press, pp: 193-246.

8. Moore NC.(2000) "A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders".ClinElectroencephalogr ; 31(1), pp: 1-6.

9. Monastra VJ.(2005). "Electroencephalographic biofeedback (neurotherapy) as a treatment for attention deficit hyperactivity disorder: Rationale and empirical foundation". Child AdolescPsychiatrClin N Am; 14(1), pp: 55-82.

10.Raymond J, Sajid I, Parkinson LA, "et al. (2005)." Biofeedback and dance performance: a preliminary investigation".ApplPsychophysiol Biofeedback; 30(1), pp:65-74.

11.Salazar,W., Landers, D. Petruzzello, S. et al (1990). "Hemispheric asymmetry, cardiac response, and performance in elite archers.".Research Quarterly for Exercise and Sport ; 61(4), pp: 351–359.

12.Fox.N,Hunn.A,Mathers.N.(2009)."samplingandsamplesizecalculation." National institute for health researchwww.rds-eastmidlands.nihr.ac.uk.

12.Sterman MB.(2000)."Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning". ClinElectroencephalogr; 31(1), pp: 45-55.

13.Vernon D, Egner T, Cooper N, et al. (2003)."The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance.".Int J Psychophysiol 2003; 47(1), pp: 75-85.

14.Wilson VE &Gunkelman J.(2001)." Neurofeedback in sport". Biofeedback; 29(1), pp:16–18.