

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

## تأثیر تمرینات نوروفیدبک بر تعادل پویای مردان جوان

حسن محمدزاده<sup>۱\*</sup>، محمدعلی نظری<sup>۲</sup>، ماندانا حیدری<sup>۳</sup>

۱. دانشیار، رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه ارومیه، ایران؛ ۲. دانشیار، روان شناسی، دانشکده 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 می بخشد. هدف این تحقیق تعیین آثار تمرینات نوروفیدبک بر تعادل پویای مردان جوان است. بیست و چهار دانشجوی کارشناسی تربیت بدنی پسر داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند و در یک طرح دوسوکور شامل گروه کنترل و تجربی سازماندهی شدند. شرکت کنندگان در گروه تجربی در تمرینات نوروفیدبک شامل بازداری امواج مغزی ۴-۷ هرتز و تقویت امواج ۱۵-۱۸ هرتز در نقاط (۰.۲ و ۰.۱) در ناحیه خلفی مغز به مدت ۱۰ جلسه و هر جلسه سی دقیقه شرکت کردند. گروه کنترل در همان شرایط قرار گرفتند، اما فقط امواج ضبط شده تمرینات گروه تجربی را به عنوان تمرین مشاهده کردند. آزمون ثبت امواج مغزی و تعادل پویا در مرحله پیش از تمرین، جلسات پنجم و دهم از هر دو گروه به عمل آمد. نتایج آزمونها نشان داد میزان تعادل گروه تجربی در جلسه پنجم و پس از آن به صورت معناداری افزایش یافته بود. یافته های تحقیق نشان می دهد تمرینات نوروفیدبک می تواند تعادل پویای مردان جوان را بهبود بخشد. پیشنهاد می شود از این تمرینات برای افزایش تعادل پویای ورزشکاران استفاده شود.

### واژه های کلیدی

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

**مقدمه**

نوروفیدبک<sup>۱</sup> شکل پیچیده‌ای از بازخورد زیستی<sup>۲</sup> است. در سی سال اخیر محققان نحوه استفاده از تغییرات الگوهای امواج مغزی<sup>۳</sup> 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 الکتروود روی جمجمه و یک یا دو الکتروود روی نرمه 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 به صورت دیداری یا شنیداری در یک حلقه بازخوردی آبی دریافت می‌کند. در مرحله 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 به وسیله رنگ‌ها و ستون‌هایی بازنمایی می‌شود. تقویت یا سرکوب هر موج با تغییراتی در رنگ یا اندازه ستون مشخص می‌شود. اگر تلاش موفقیت‌آمیز باشد، فرد از اطلاعات بازخورد مثبتی دریافت می‌کند. این می‌تواند صدای خوشایند یا تصویری از یک نماد باشد که 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 کنترل‌نشده (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 انگیزش، 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 رقصان (۷) است.

عملکرد ورزشی مطلوب نتیجه 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 (۸-۱۲ هرتز) در لب گیجگاهی نیمکرهٔ چپ در دورهٔ آمادگی برای اجرای مهارت به صورت 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<sup>۱</sup> 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<sup>۲</sup> (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<sup>۳</sup> 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

بسیست‌وچهار 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<sup>۱</sup> در حد آلفای ۵ درصد و اطمینان آزمون ۹۵ درصد در هر گروه دوازده نفر تعیین شد (۱۲). آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه تحقیق شامل نوروفیدبک واقعی<sup>۲</sup> و گروه دارونما یا نوروفیدبک<sup>۳</sup> ساختگی سازماندهی شدند. از یک سطح تحقیق دوسوکور<sup>۴</sup> شامل پیش‌آزمون پس‌آزمون استفاده شد. از یک پرسشنامه اطلاعات فردی برای تعیین سن، قد، وزن، دست برتر و پیشینه هر گونه مشکل دستگاه عصبی استفاده شد (جدول ۱). همه آزمودنی‌ها برگه رضایت‌نامه شرکت در طرح را امضا کردند. کمیته اصول اخلاقی معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه انجام تحقیق را تأیید کرد.

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

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی گروه‌های تحقیق

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

برای سنجش تعادل پویا از دستگاه تخت‌تعادل‌سنج 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 به صورت دیجیتالی قابلیت تنظیم برای زمان‌های مختلف به ثانیه را دارد و با قرار گرفتن آزمودنی روی آن در لحظه اول و با هر فشار نامتعادل پا از حالت تعادل خارج می‌شود. زمانی که آزمودنی تعادل خود را به دست آورد و با فشار دگمه شروع که با صدای بوق و در عین حال سبز شدن چراغ تعبیه شده روی پایه 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 الکتروود دوقطبی و براساس سیستم بین‌المللی ۱۰-۲۰ از نقاط (۰۱) و (۰۲) در ناحیه پس‌سری در حالت استراحت و چشمان باز ثبت شد. الکتروود منفی نیز روی نرمه 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 الکتروود زیر ۱۰ کیلو اهم انجام گرفت. به منظور پردازش علائم مغزی، امواج مخل به دو روش کاوش چشمی و انتخاب دامنه 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 دوره 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 (۱۵-۱۸ هرتز). پس از آن توان مطلق برای هر دسته موج محاسبه شد. پروتکل تمرینی مشابه الگوی هاموند (۲۰۰۷) بود. نحوه قرار دادن الکتروودها مانند مرحله ثبت امواج مغزی پایه انجام گرفت. جریان امواج مغزی با دامنه بسامد ۱ تا ۶۰ هرتز و برای عبور در دو دامنه تواتری تتا (۴-۷ هرتز) و بتا (۱۵-۱۸ هرتز) فیلتر شد. هدف تمرینات نوروفیدبک افزایش توان بتا (موج تقویت) و کاهش توان تتا (موج بازداری) بود. آزمودنی در حالت نشسته روبه‌روی صفحه نمایشگر رایانه قرار می‌گرفت. دستیار محقق نیز در صفحه نمایشگر دوم تغییرات امواج مغزی آزمودنی را مشاهده می‌کرد. تکلیف تمرین نوروفیدبک شامل مسابقه قایقرانی با دو قایق است که با بالاتر رفتن علامت از آستانه تعیین شده در ستون مربوط، قایق حرکت می‌کرد.

هدف به جلو راندن قایق مربوط به موج پاداش (بتا) و ممانعت از حرکت قایق دیگر با موج بازداري (تتا) مرتبط بود. زمانی که قایق موج تقویت زودتر به خط پایان برسد، چراغ سبز و صدای شیپور پیروزی به عنوان بازخورد مثبت، و زمانی که قایق موج بازداري زودتر به انتهای مسیر برسد، چراغ قرمز و صدای شیپور ناخوشایند به عنوان 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.

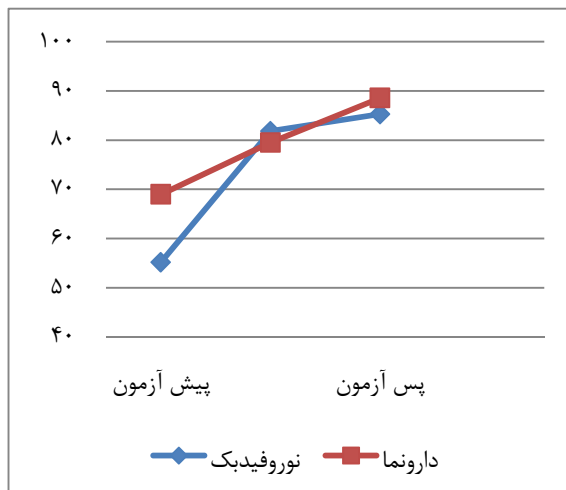
### نتایج و یافته‌های تحقیق

میزان تعادل پویا و الکتروانسفالوگرافی (دلتا، تتا، آلفا، ریتم حسی - حرکتی، توان بتا و حداکثر تواتر آلفا<sup>۱</sup>) به عنوان متغیرهای وابسته آزمون شدند. میانگین و انحراف استاندارد این متغیرها در جدول ۲ آمده است. امتیازات آزمون تعادل جلسه پنجم و پس‌آزمون با استفاده از تحلیل عاملی کوواریانس (MANCOVA) و داده‌های پیش‌آزمون تحلیل شد. این تحلیل تعامل معناداری را بین پیش‌آزمون × آزمون جلسه پنجم ( $F(1,21)=28/01, P=0/001$ ) و نیز پیش‌آزمون × پس‌آزمون ( $P=0/024$ ) نشان داد.  $F(1,21)=5/94$

همچنین این معناداری در تعامل گروه × آزمون جلسه پنجم مشاهده شد، ( $P=0/004$ )  $F(1,21)=10/47$ . نتایج آزمون تعقیبی حاکی از اختلاف معنادار در پیش‌آزمون > آزمون جلسه پنجم و پس‌آزمون < پیش‌آزمون ( $P<0/01$ ) بود. آزمودنی‌های گروه نوروفیدبک واقعی از گروه دارونما بهتر عمل کردند ( $P<0/01$ ) شکل ۱.

شاخص‌های امواج مغزی در یک طرح ۲×۲ تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، با در نظر گرفتن گروه‌ها (نوروفیدبک ساختگی و واقعی) به عنوان عامل بین‌گروهی و اندازه‌گیری (پیش‌آزمون در مقابل آزمون میانی و پس‌آزمون) به عنوان عامل درون‌گروهی وارد شدند. در بین این متغیرها اثر اصلی اندازه‌گیری در توان آلفا در پیش‌آزمون و آزمون میانی و پس‌آزمون معنادار بود ( $F(1,21)=5/13, P=0/01$ ). اثر اصلی یا تعاملی معناداری در دیگر شاخص‌های امواج مغزی مشاهده نشد (جدول ۲).

#### 1. Alpha peak frequency



شکل ۱. نتایج آزمون‌های تعادل پویا

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد آزمون‌های تعادل و شاخص‌های امواج مغزی

متغیرها	گروه	اندازه‌گیری
		پس آزمون
تعادل	نوروفیدبک	۵۵/۵۲(۱۶/۶۱)
	دارونما	۶۹/۰۲(۲۲/۱۵)
توان دلتا	نوروفیدبک	۴/۵۶(۱/۳۶)
	دارونما	۳/۸۱(۰/۹۸)
توان تتا	نوروفیدبک	۴/۳۶(۱/۰۶)
	دارونما	۴/۵۸(۱/۳۸)
توان آلفا	نوروفیدبک	۷/۸۱(۲/۳۶)
	دارونما	۸/۷۵(۳/۲۱)
اوج آلفا	نوروفیدبک	۱۰/۲۸(۰/۳۱)
	دارونما	۱۰/۵۸(۰/۶۳)
توان SMR	نوروفیدبک	۱/۴۶(۰/۲۹)
	دارونما	۱/۵۰(۰/۵۱)
توان بتا	نوروفیدبک	۹/۳۱(۳/۵۱)
	دارونما	۱۰/۷۷(۳/۵۸)

### 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 تجربه خود در استفاده از نوروفیدبک برای بهبود تعادل را منتشر کرد. آزمودنی‌های او چهار بیمار بودند که به دلیل 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 به صورت 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. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، تمرینات نوروفیدبک تعادل پویای مردان جوان را به صورت مؤثری بهبود بخشید. با وجود برتری گروه کنترل در پیش‌آزمون تعادل پویا، تمرین موجب پیشرفت معنادار گروه تجربی در انتهای جلسه 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<sup>(۲۰۰۰)</sup> 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<sup>۲</sup> 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). همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد، با وجود پیشرفت چشمگیر در پنج جلسه اول، در پنج جلسه 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 ادامه مشتاقانه 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. همان‌گونه که 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 درباره این روش‌ها، مدت و نوع تمرینات نوروفیدبک وجود دارد. نوظهور بودن این روش و در عین حال هزینه 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 مریبان 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 مریبان می‌توانند از این تکنیک برای تقویت تعادل در ورزشکاران در کنار تمرینات جسمانی یا دوره بازتوانی بعد از آسیب استفاده کنند. در استفاده از آن 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. Hoedlmoser K, Pecherstorfer T, Gruber E, et al. (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". *Clin Electroencephalogr* ; 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 Adolesc Psychiatr Clin N Am*; 14(1), pp: 55-82.
10. Raymond J, Sajid I, Parkinson LA, et al. (2005). "Biofeedback and dance performance: a preliminary investigation". *Appl Psychophysiol 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). "sampling and sample size calculation." National institute for health research [www.rds-eastmidlands.nihr.ac.uk](http://www.rds-eastmidlands.nihr.ac.uk).
12. Sterman MB. (2000). "Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning". *Clin Electroencephalogr*; 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.