

Effect of Normative Feedback on Balance Control and Consistency of Muscle Function with Variable Task Difficulty

Saeed Ashrafpoor Navaee*¹, Alireza Farsi², Behrouz Abdoli²

1. Master of Science in Motor Behavior, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

2. Associate Professor in Motor Behavior, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2015.November.30 Revised: 2016.April.05 Accepted: 2016.April.16

Abstract

Background and Aim: The previous research on normative feedback regarding balance control has only focused on psychological indices, and physiological information on the mechanisms of normative feedback on performance in difficult tasks (those involving visual and proprioceptive sensory disturbance), especially balance tasks, is scarce. Thus, the present study was conducted to determine the effects of normative feedback on balance control and the consistency of muscle function during tasks of variable difficulty levels among novice individuals.

Materials and Methods: The present study followed a sub-experimental and laboratory based design. A total of 20 participants (mean age = 23.59, SD = 1.30 years) were randomly assigned to positive normative feedback and control groups. The experimental group participated in 160 acquisition trials (16 blocks of 10 trials each) over 4 consecutive days (40 per day). A post-test was performed after the last practice session. Participants in the positive normative feedback group received better information of their own average performance in each block of acquisition. Postural control indices and electrical activity of muscles were measured using the Biodex system and electromyography techniques using Megawin devices, respectively. Mixed ANOVA with repeated measures and covariance tests were run to evaluate between-group differences in the balance index and electromyographic findings.

Results: The positive normative feedback group ($M = 1.45 \pm 0.31$) outperformed the control group ($M = 5.97 \pm 1.24$) in terms of the balance index ($P = 0.004$) and muscle consistency of the rectus femoris ($P = 0.007$) and gluteus medius ($P = 0.04$) while performing tasks of various difficulty levels.

Conclusion: As a psychological placebo, positive normative feedback acts as functional motivation to directly influence physiological changes in the level of balance control and consistency of muscle function when individuals perform difficult tasks.

Keywords: Balance control; Consistency; Electromyography; Normative feedback; Performance

Cite this article as: Saeed Ashrafpoor Navaee, Alireza Farsi, Behrouz Abdoli. Effect of Normative Feedback on Balance Control and Consistency of Muscle Function with Variable Task Difficulty. *J Rehab Med.* 2017; 6(1):43-52.

* **Corresponding Author:** Saeed Ashrafpoor Navaee. Master of Science in Motor Behavior, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
Email: S_ashrafpoor@yahoo.com

اثر باز خورد هنجاری بر کنترل تعادل و همسانی عملکرد عضلانی در سطوح متغیر دشواری تکلیف

سعید اشرفپور نوائی^{۱*}، علیرضا فارسی^۲، بهروز عبدلی^۲

۱. کارشناسی ارشد گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲. دانشیار گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

* دریافت مقاله ۱۳۹۴/۰۹/۰۹ بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۱/۱۷ پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۱/۲۸ *

چکیده

مقدمه و اهداف

توجه صرف به شاخص‌های روان‌شناختی و خلاء اطلاعات فیزیولوژیکی در خصوص مکانیسم اثرگذاری بازخورد هنجاری بر عملکرد تکلیفی با دشواری بالا (اغتشاش در حس بینایی و عمقی) خصوصاً در تکالیف تعادلی، زمینه‌ساز پژوهش حاضر شد؛ لذا هدف از پژوهش حاضر، تعیین تاثیر بازخورد هنجاری بر کنترل تعادل و همسانی عملکرد عضلانی در سطوح متغیر دشواری تکلیف در افراد مبتدی بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. ۲۰ آزمودنی (با میانگین سنی 23.59 ± 1.30) به صورت در دسترس و به‌طور تصادفی در دو گروه هنجاری مثبت و کنترل قرار گرفتند. مرحله اکتساب شامل اجرای ۱۶۰ کوشش (16×10) در مدت ۴ روز بود. پس از آزمون عملکرد، پس از آخرین جلسه تمرین برگزار شد. افراد در گروه بازخورد هنجاری مثبت، اطلاعاتی بهتر از میانگین عملکردی خود در هر بلوک تمرینی دریافت می‌کردند. شاخص‌های کنترل قامت و فعالیت الکتریکی عضلات به‌وسیله سیستم تعادل سنج بایودکس و تکنیک الکترومایوگرافی و دستگاه مگاوین به‌دست آمد. از آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تحلیل کوواریانس به منظور بررسی تفاوت گروه‌ها در شاخص تعادلی و الکترومایوگرافی عضلات استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج، برتری گروه بازخورد هنجاری مثبت ($M=1.45 \pm 0.31$) نسبت به گروه کنترل ($M=5.97 \pm 1.24$) را در شاخص‌های تعادلی ($P=0.004$) و همسانی عملکردی عضلات راست رانی ($P=0.007$) و سرینی میانی ($P=0.004$) در سطوح متغیر دشواری تکلیف نشان داد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بازخورد هنجاری مثبت به عنوان یک پلاسیبو روان‌شناختی می‌تواند کارکرد انگیزشی مهمی را مستقیماً در سطح تغییرات فیزیولوژیکی کنترل تعادل و همسانی عملکرد عضلانی داشته باشد.

واژگان کلیدی

الکترومایوگرافی؛ بازخورد هنجاری؛ کنترل تعادل؛ همسانی

نویسنده مسئول: سعید اشرفپور نوائی، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، میدان شهید شهریار، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

آدرس الکترونیکی: S_ashrafpoor@yahoo.com

مقدمه و اهداف

کنترل قامت و تعادل به عنوان یکی از مهم‌ترین توانایی‌های زندگی روزمره و فعالیت‌های ورزشی، همواره مورد توجه محققان بوده است. در کنترل قامت و تعادل، هر دو مقوله ادراک و عمل درگیرند. کنترل قامت مستلزم ارتباط و تعامل مجموعه سیستم‌های عصبی (فرآیندهای حسی؛ حرکتی و یکپارچگی سطوح بالاتر) و اسکلتی-عضلانی (دامنه حرکتی مفصل، انعطاف‌پذیری ستون فقرات، ویژگی‌های عضلانی و ارتباطات بیومکانیک بین قسمت‌های مختلف بدن) می‌باشد. تعادل را می‌توان تحت عنوان توانایی حفظ یا برگشت مرکز ثقل (COG) در محدوده پایداری^۲ (LOS) توسط سطح اتکا^۳ (BOS) بدون افتادن تعریف کرد.^[۱] حفظ تعادل تحت تاثیر هماهنگی و یکپارچگی سیستم‌های دهلیزی، بینایی، حس عمقی و سیستم خودکار است. اطلاعات کسب شده از اندام‌های حسی مختلف در CNS یکپارچه و مطابق با شرایط محیطی و نیاز تکلیفی به صورت فرمان‌های حرکتی به سیستم عضلانی-اسکلتی جهت حفظ تعادل و کنترل پاسچر هدایت می‌شوند. انسان در رفتارهای حرکتی خود به شدت به دستگاه بینایی به عنوان حس برتر متکی است، زیرا اطلاعات بینایی منبع غالب برای کسب اطلاعات به شمار می‌رود.^[۲] بینایی به تثبیت موقعیت بدن و هماهنگی آن در فضا نسبت به اشیاء محیط، ارزیابی مداوم و پیوسته حرکت سر و همچنین شروع فعالیت عضلانی لازم در حین اختلال در کنترل تعادل کمک می‌کند. با کاهش اطلاعات بینایی میزان نوسان قامت یک تا سه برابر افزایش می‌یابد.^[۱] با توجه به وابستگی کنترل قامت به سیستم اسکلتی-عضلانی و حسی^[۳]؛ در صورت کاهش و یا قطع یکی از این دروندادها، نوسان بدن افزایش و در نتیجه برای حفظ تعادل، فعالیت عضلانی نیز افزایش می‌یابد^[۴] که این خود، ضرورت ارائه بازخورد یا اطلاعات حسی را در چنین تکالیفی افزایش می‌دهد. بازخورد افزوده^۴ به وسیله فراهم‌سازی اطلاعاتی در مورد نحوه خطا، اثر مهمی بر روی بهبود عملکرد و یادگیری می‌گذارد. دریافت بازخورد آگاهی از نتیجه و اجرا، نقش انگیزشی قوی ایفا می‌کند. هنگامی که یادگیرنده در سطح انگیزشی بالایی قرار دارد، تمایل بیشتر، طولانی‌تر، شدیدتر و جدیت بیشتری برای تمرین دارد. برای بازخورد سه نقش مهم مثبت (اطلاعاتی، انگیزشی و ارتباطی) و یک نقش منفی (وابستگی) در نظر گرفته شده است.^[۵] یافته‌ها اشاره دارند که ویژگی‌های انگیزشی بازخورد می‌تواند تاثیر مستقیمی را بر یادگیری حرکتی داشته باشد.^[۶] در ادامه پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه بازخورد انگیزشی، Hutchinson و همکاران (۲۰۰۷)، بازخورد هنجاری^۵ را معرفی نمودند که می‌تواند انگیزه، اجرا و یادگیری اجراکننده را تحت تاثیر قرار دهد. در این نوع بازخورد، افراد پس از اجرای تکالیف، میزان بازخورد آگاهی از نتیجه را فراتر و یا پائین‌تر از نمره واقعی خود دریافت می‌کردند که به نوعی بازخورد کاذب در مورد نتیجه حرکت می‌باشد. اگر چنین مقایسه هنجاری برای فرد مطلوب باشد، باعث افزایش خودکارآمدی، خودواکنشی مثبت و علاقه به تکلیف می‌شود.^[۷] مطلوب یا نامطلوب بودن اطلاعات مقایسه‌های اجتماعی، نه تنها روی سطح پیشرفت در طول تمرین، بلکه بر ماهر شدن، حفظ و تعمیم دادن تکلیف اثر دارد. Hutchinson و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند بازخوردی که اجرا را بالاتر از حد متوسط نشان می‌دهد، خودکارآمدی و لذت از تکلیف را افزایش می‌دهد.^[۷] بر طبق نتایج پژوهش Lewthwaite و همکاران (۲۰۱۰) و Wulf و همکاران (۲۰۱۲)، گروه بازخورد هنجاری مثبت یادگیری تکلیف تعادلی اثربخش‌تری را نسبت به دیگر گروه‌ها در آزمون یادداری از خود نشان داد.^[۸،۹] برتری گروه بازخورد هنجاری مثبت در پژوهش Wulf و همکاران (۲۰۱۰)، Ávila و همکاران (۲۰۱۲) و Stoate و همکاران (۲۰۱۲) نیز مشاهده شد.^[۱۰،۱۱] اشرف‌پور نوائی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی نشان دادند که با تشویق شرکت‌کنندگان به اجرای خوب و بهتر جلوه دادن عملکرد آنها از طریق ارائه بازخورد هنجاری مثبت می‌توان موجب افزایش انگیزه درونی و خرده‌مقیاس‌های آن و در نتیجه کاهش نگرانی‌های مربوط به عملکرد و کنترل عوامل مزاحم شد.^[۱۳] اشرف‌پور نوائی و همکاران در پژوهشی دیگر نیز نشان دادند که بازخورد هنجاری مثبت می‌تواند کارکرد انگیزشی مهمی را به طور مستقیم بر روی کنترل مهارت‌های حرکتی افراد خصوصاً تکلیف تعادلی داشته باشد.^[۱۴] از سوی دیگر، هنگامی که مهارتی طی فرآیند یادگیری، از سطح مبتدی به پیشرفته آموخته می‌شود، چهار ویژگی عمومی پیشرفت، همسانی، پایداری و انطباق‌پذیری در اجرا قابل مشاهده است که در این بین، همسانی از

¹ Center of gravity² Limits of stability³ Base of support⁴ Augment Feedback⁵ Normative feedback

اهمیت خاصی برخوردار است. همسانی حرکتی به عنوان ظرفیتی از سیستم یادگیری حرکتی انسان در تشابه اجرای مهارت‌های حرکتی در زمان و شرایط مختلف تعریف می‌شود. تغییرات به وجود آمده در مراحل یادگیری، می‌تواند شامل تغییر در کارایی حرکت، ماهیچه‌های به کار گرفته شده و حتی نحوه فعالیت عضلات در اجرای مهارت باشد که تحت تاثیر متغیرهای مختلفی نظیر ارائه دستورالعمل، بازخورد، توجه، تداخل زمینه‌ای و غیره است.^[۵] با وجود پژوهش‌های گسترده، درک چگونگی تعامل سیستم‌های درگیر در تعادل نیازمند پژوهش‌های بیشتر است.^[۱۵] بنابراین، با توجه به اهمیت ارائه بازخورد در تکالیف تعادلی که متکی به دروندادهای حسی هستند، به نظر می‌رسد که در تکالیف مداوم حرکتی (کنترل قامت و تعادل)، اهمیت برنامه‌ریزی قبل از شروع حرکت کمتر بوده و عوامل دیگری نظیر بازخورد نقش بیشتری در کنترل حرکت دارد که حاکی از وابستگی بیشتر به محرک‌های محیطی است.^[۵] همچنین با مروری بر پژوهش‌های صورت گرفته، به نظر می‌رسد تعیین تاثیر بازخورد هنگامی در تکالیفی با سطوح متغیر دشواری و انسداد حس بینایی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته و تنها به بررسی متغیرهای روان‌شناختی پرداختند^[۱۰، ۱۱]، اما توجه کمی به تعیین اثرات فیزیولوژیکی بازخورد انگیزشی شده که جای پژوهش و بررسی دارد؛ لذا سوال پژوهش حاضر این است که آیا ارائه بازخورد هنگامی به عنوان یک پلاسیبو روان‌شناختی در شرایط محرومیت حس بینایی و اغتشاش حس عمقی (از طریق دشواری متغیر تکلیف) می‌تواند بر بهبود همسانی عملکرد عضلانی در تکالیف تعادلی در سطوح متغیر دشواری تکلیف موثر باشد یا خیر؟ بنابراین هدف از پژوهش حاضر، تعیین تاثیر بازخورد هنگامی بر کنترل تعادل و همسانی عملکرد عضلات منتخب در سطوح متغیر دشواری تکلیف است.

مواد و روش‌ها

شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر شامل ۲۰ دانشجوی پسر سالم غیرورزشکار با دامنه سنی ۲۷ تا ۱۹ سال ($1/30 \pm 23/59$) بودند که به صورت دسترس و داوطلبانه، پس از تکمیل فرم اطلاعات دموگرافیک (سن، قد، وزن، و غیره) و رضایت‌نامه، در پژوهش حاضر شرکت کردند. جهت انتخاب شرکت‌کنندگان معیارهایی نظیر دید طبیعی، عدم هرگونه بیماری نورولوژیکی، سابقه سرگیجه، فقدان درد در مفاصل تحتانی، مشکلات بینایی و شنوایی شدید مدنظر قرار گرفت. از دستگاه تعادل سنج بایودکس^۶ (*System Balance*) مدل (*SD*) ساخت کمپانی بایودکس آمریکا به منظور اندازه‌گیری پایداری قامت^۸ استفاده شد. این دستگاه دارای قابلیت تنظیم پایداری از سطح ۱ (سخت‌ترین سطح) تا ۱۲ (آسان‌ترین سطح) و ۲۰ درجه تغییر زاویه نسبت به سطح افقی در تمام جهات می‌باشد. امتیاز محاسبه شده در این دستگاه بر اساس خطای تکالیف مداوم (RMS)^۹ است. اعتبار و پایایی دستگاه تعادل سنج بایودکس در مطالعات قبلی تأیید شده است.^[۱۶] همچنین به منظور ثبت و تحلیل فعالیت الکتریکی عضلات در تحقیق حاضر، از دستگاه مگاوین (*ME6000* مدل *MT-M6T16*) و نرم‌افزار *MEGAVIN Software Version 2.2* استفاده شد. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی در ۲ گروه بازخورد هنگامی مثبت و کنترل تقسیم شدند. در ابتدا، پیش‌آزمونی با ۵ کوشش و با دشواری تکلیف متغیر (۸ به ۴) در خصوص میزان تعادل و همچنین میزان و نحوه کارآمدی عضلات مرتبط با تعادل به عمل آمد. همزمان با هر آزمون تعادل (پیش و پس‌آزمون)، فعالیت الکتریکی عضلات راست رانی و سیرینی میانی با استفاده از تکنیک الکترومایوگرافی و دستگاه مگاوین ثبت شد. سپس از آنها خواسته شد که بر روی دستگاه قرار گرفته و بدون هرگونه دستورالعملی، شاخص‌های مربوط به نوسان قامت از شرکت‌کنندگان ثبت شد. نوع بازخورد از نوع آگاهی از نتیجه پایانی بود. مرحله اکتساب (تمرین) شامل ۱۶۰ کوشش در ۴ جلسه تمرینی بود که در هر جلسه ۴ بلوک ۱۰ کوششی با دشواری تکلیف متغیر (۸ به ۴) اجرا شد. در تمام مراحل پیش‌آزمون، تمرین و پس‌آزمون، دشواری تکلیف مشابه (سطح متغیر ۸ به ۴) بود. مدت زمان اجرای هر کوشش ۲۰ ثانیه بود. بر طبق قابلیت دستگاه بایودکس، محققین قادر بودند تا دشواری متغیر در هر کوشش را انتخاب کنند؛ یعنی دستگاه بدون اینکه توفقی ایجاد کند، به‌طور خودکار در هر ۴ ثانیه سطح را دشوار می‌کرد (دشواری ۸ از ثانیه ۲۰ تا ۱۷؛ دشواری ۷ از ثانیه ۱۶ تا ۱۲؛ دشواری ۶ از ثانیه ۱۱ تا ۸؛ دشواری ۵ از ثانیه ۷ تا ۴؛ دشواری ۴ از ثانیه ۳ تا ۰). در پژوهش حاضر، دو شاخص عملکردی تعادل و شاخص الکترومایوگرافی عضلات شرکت‌کنندگان به‌طور مجزا مورد تحلیل آماری قرار گرفت. در شاخص عملکردی تعادل، هر کوشش (تکرار) به‌طور مداوم و یکپارچه در مدت زمان ۲۰ ثانیه (از سطح ۸ تا ۴) اجرا شد و هیچ‌گونه تفکیکی در تحلیل آماری سطوح دشواری در شاخص نمرات عملکرد تعادلی صورت نگرفت، اما در ارزیابی شاخص الکترومایوگرافی، محققین می‌بایست سطوح دشواری را به‌طور

⁶ Motor Consistency

⁷ Biodex balance system

⁸ Postural Stability

⁹ Root mean square

مجزا مقایسه می‌کردند و به همین دلیل تحلیل آماری اطلاعات مربوط به عضلات به تفکیک سطوح دشواری تکلیف با استفاده از تکنیک نقطه برش ۱۰ در دستگاه مگاوین صورت گرفت. مدت زمان استراحت پس از هر کوشش و هر بلوک به ترتیب ۲۰ ثانیه و ۵ دقیقه نشسته بر روی صندلی بود. پس‌آزمون عملکرد نیز پس از آخرین بلوک تمرینی بدون بازخورد به عمل آمد. لازم به ذکر است که در تمام مراحل آزمون و تمرین، حس بینائی شرکت‌کنندگان به وسیله چشم‌بند مسدود شده بود. نحوه ارائه بازخورد به روش هنجاری، بدین صورت بود که افراد پس از اجرای هر کوشش در بلوک، بازخورد واقعی در مورد نتیجه هر کوشش دریافت می‌کردند و از مجموع امتیازات کوشش‌های موجود در هر بلوک، میانگین را تعیین که در گروه کنترل، همان میانگین واقعی و در گروه هنجاری مثبت، ۱۰ درصد پائین‌تر از میانگین واقعی (بهتر جلوه دادن نتایج) بلوک ارائه می‌شد. وجه تمایز گروه هنجاری مثبت و کنترل در میانگین پایانی نتایج هر بلوک است. به عبارت دیگر، هر دو گروه امتیاز واقعی خود را پس از هر کوشش دریافت می‌کنند، اما تفاوت در میانگین پایانی بلوک تمرینی است. میزان بازخورد هنجاری با توجه به مطالعه مقدماتی در نظر گرفته شد. با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کالموگراف-اسمیرنوف و رعایت پیش‌فرض‌ها، از آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری مکرر (۲ گروه در ۲ زمان) و آزمون تعقیبی توکی به منظور بررسی تفاوت گروه‌ها در شاخص تعادلی و همچنین از آزمون تحلیل کوواریانس به منظور بررسی تفاوت بین دو گروه در پس‌آزمون (با در نظر داشتن کنترل اثر پیش‌آزمون) برای عضلات مورد نظر در نرم‌افزار SPSS18 و در سطح معناداری (0/05) α استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین متغیرهای زمینهای (سن، قد و وزن) و نتایج تحلیل کوواریانس جهت مقایسه همسانی عملکردی عضلات گروه‌ها در جداول ۱ تا ۳ ارائه شد. اشکال ۱ تا ۳ بیانگر مقایسه میانگین نمرات در شاخص‌های کنترل تعادل و الکترومایوگرافی عضلات در دو گروه است. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری مکرر (۲ گروه در ۲ زمان) در شاخص تعادلی نشان داد که اثر اصلی زمان $f(1,18)=171.90$ ($P=0/04$) و $2=0.90$ ، گروه $f(1,18)=10.63$ ($P=0/04$) و $2=0.37$ و تعامل زمان و گروه $f(1,18)=33.77$ ($P=0.004$) و $2=0.65$ (به لحاظ آماری معنادار شد که آزمون‌های تعقیبی توکی برتری گروه هنجاری مثبت نسبت به گروه کنترل ($P=0/04$) را نشان داد. جداول شماره ۲ و ۱، مربوط به نتایج آزمون تحلیل کوواریانس عضلات راست رانی و سرینی میانی است. نتایج مربوط به عضله راست رانی نشان داد که اثر اصلی زمان معنادار نشد ($P=0/73$) اما اثر اصلی گروه ($P=0/07$) و تعامل زمان، گروه و سطوح معنادار شد ($P=0/04$). در عضله سرینی میانی نیز اثر اصلی زمان معنادار نشد ($P=0/60$) اما اثر اصلی گروه ($P=0/04$) و تعامل زمان، گروه و سطوح معنادار شد ($P=0/05$). نتایج آزمون تعقیبی حاکی از برتری گروه هنجاری مثبت نسبت به گروه کنترل در عضله راست رانی ($P=0/016$) و عضله سرینی میانی ($P=0/004$) بود. بنابراین می‌توان بیان نمود که گروه هنجاری مثبت نسبت به گروه کنترل دارای همسانی عملکردی بالاتری در دشواری متغیر تکلیف بود.

جدول ۱: مقایسه میانگین گروه‌ها در متغیرهای زمینهای

متغیر	هنجاری مثبت		کنترل	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن	۲۲/۶۰	۱/۸۹	۲۳/۳۰	۲/۰۵
قد	۱۷۵/۵۰	۴/۰۶	۱۷۸/۷۰	۶/۳۴
وزن	۶۷/۹۰	۸/۵۰	۷۲/۴۰	۶/۴۱

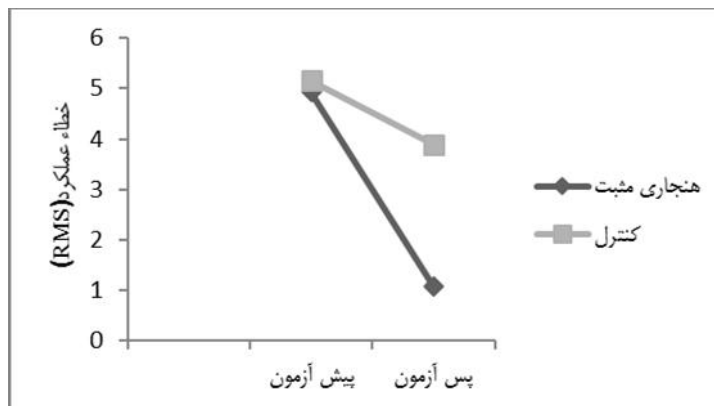
¹⁰ Cut Point

جدول ۲: نتایج تحلیل کوواریانس جهت مقایسه همسانی عملکردی عضله راست رانی در دو گروه

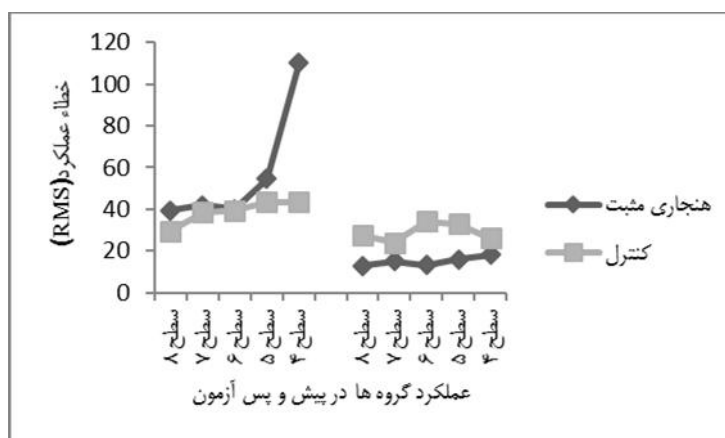
منبع	<i>F</i>	سطح معناداری	ضریب اتا (اندازه اثر)
زمان	۰/۴۹	۰/۰۷۳	۰/۰۴
زمان*گروه	۰/۳۹	۰/۸۱	۰/۰۳
زمان*سطح ۸	۳/۷۷	۰/۰۱	۰/۲۵
زمان*سطح ۷	۵/۵۹	۰/۰۱	۰/۳۳
زمان*سطح ۶	۳/۰۹	۰/۰۳	۰/۲۱
زمان*سطح ۵	۰/۳۰	۰/۸۷	۰/۰۳
زمان*سطح ۴	۰/۲۱	۰/۹۳	۰/۰۲
زمان*گروه*سطوح	۷/۲	۰/۰۰۴	۰/۵۷
گروه	۱۰/۹۵	۰/۰۰۷	۰/۵

جدول ۳: نتایج تحلیل کوواریانس جهت مقایسه همسانی عملکردی عضله سرینی میانی در دو گروه

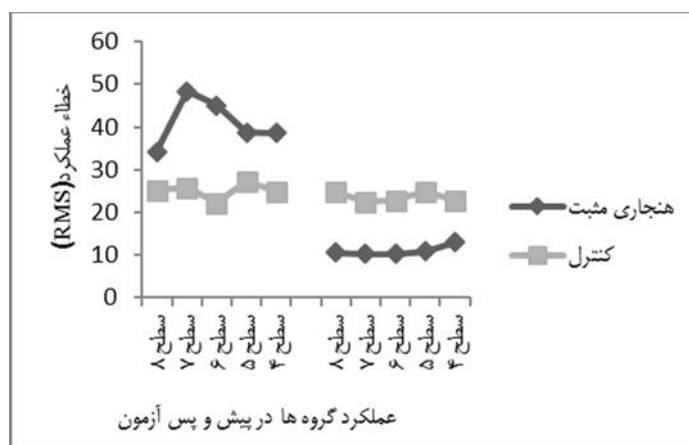
منبع	<i>F</i>	<i>Sig</i>	ضریب اتا (اندازه اثر)
زمان	۰/۶۸	۰/۶۰	۰/۰۳۵
زمان*گروه	۱/۰۷	۰/۳۹	۰/۱۰
زمان*سطح ۸	۲/۳۴	۰/۰۶	۰/۱۱
زمان*سطح ۷	۱۸/۸۰	۰/۰۰۰	۰/۴۹
زمان*سطح ۶	۰/۸۰	۰/۵۲	۰/۰۴
زمان*سطح ۵	۰/۷۵	۰/۵۵	۰/۰۴
زمان*سطح ۴	۷/۷۳	۰/۰۰۸	۰/۱۶
زمان*گروه*سطوح	۳/۶۹	۰/۰۰۵	۰/۳۷
گروه	۳/۶۴	۰/۰۴	۰/۲۸



تصویر ۱: مقایسه میانگین گروه‌ها در شاخص تعادل



تصویر ۲: مقایسه میانگین گروه‌ها در شاخص الکترومایوگرافی عضله راست رانی



تصویر ۳: مقایسه میانگین گروه‌ها در شاخص الکترومایوگرافی عضله سرینی میانی

بحث

هدف از پژوهش حاضر، تعیین تاثیر بازخورد هنجاری بر کنترل تعادل و همسانی عملکرد عضلات منتخب در سطوح متغیر دشواری تکلیف بود. نتایج نشان داد که بازخورد هنجاری مثبت تاثیر معناداری بر شاخص تعادلی و الکترومایوگرافی (RMS) عضلات راست رانی و سرینی میانی داشت و منجر به خطای کمتر در حفظ تعادل و همسانی بیشتر شد. نتایج پژوهش حاضر با اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه در تاثیر بهتر بازخورد هنجاری مثبت توافقی نظر دارد؛ زیرا در مرحله اجرا یا یادگیری تفاوت معناداری در مقایسه با دیگر گروه‌ها مشاهده شد.^[۱۴، ۱۲، ۱۱-۸] به نظر می‌رسد، تعداد کوشش‌های بالا در پژوهش حاضر توانست تاثیر انگیزشی این نوع بازخورد را افزایش دهد و باعث بهبود عملکرد شود. همچنین، بررسی اندازه اثر شاخص تعادلی نیز تاثیرگذاری قابل قبول بازخورد هنجاری مثبت بر شاخص تعادلی شرکت‌کنندگان را نشان داد. در خصوص مکانیسم اثرگذاری بازخورد هنجاری، پژوهش‌ها اشاره دارند که موفقیت یا شکست در بازخورد هنجاری در فرد وابسته به ادراک شناختی، باور به بهتر بودن و توانایی‌های فردی (نظیر انتظارات خودکارآمدی، شایستگی ادراک شده و یا توانایی ادراک هنجاری) است.^[۱۷] انتظارات خودکارآمدی می‌تواند به وسیله بازخورد هنجاری تحت تاثیر قرار گیرد و بر اجرای تکلیف تاثیر بگذارد.^[۷] به احتمال زیاد، عوامل انگیزشی این نوع بازخورد است که اجرا و یادگیری را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما نمی‌توان تنها به عوامل انگیزشی اکتفا نمود؛ زیرا در اکثر پژوهش‌های صورت گرفته اثر انگیزشی بازخورد، از طریق پرسش‌نامه مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن دارا بودن بیشترین انگیزش درونی در گروه بازخورد مثبت نسبت به دیگر گروه‌ها بود.^[۷، ۹، ۱۳] در پژوهش حاضر جهت شناخت مکانیسم‌های فیزیولوژیکی اثر این بازخورد از روش سنجش فرآیند اجرا (الکترومایوگرافی) استفاده شد تا با شواهد دقیق‌تری به تائید اثرات بازخورد هنجاری مثبت پرداخته شود. همان‌گونه که در شکل مربوط به شاخص الکترومایوگرافی عضله راست رانی (تصویر ۲) مشاهده می‌شود، گروه کنترل همسانی بهتری در سطوح مختلف پیش-آزمون نشان داد. با این حال، ناپایداری و ناهمسانی بالا در عملکرد گروه هنجاری مثبت به دلیل عدم کنترل شرکت‌کنندگان بر میزان نوسانات قامتی خصوصا در سطوح انتهایی موجب پیدایش بیشترین مقدار خطا در این عضله شد، اما نمودار عملکرد گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون حاکی از کاهش چشمگیر خطا، پیشرفت و همسانی قابل توجه در اجرای تکلیف ملاک و کارآمدی عضله مذکور خصوصا در گروه هنجاری مثبت بود. نمودار عملکردی مربوط به عضله سرینی میانی (تصویر ۳) نیز نشان داد که در پیش‌آزمون، افزایش خطا در سطوح ابتدایی و سپس کاهش خطا متناسب با افزایش دشواری سطوح پس از سطح ۷ شکل گرفت. با وجود کاهش خطای عملکردی در پیش‌آزمون، باز هم ناهمسانی (ناپایداری و عدم کنترل کافی بر حفظ تعادل و کارکرد عضله مذکور) عملکرد به خصوص در گروه هنجاری مثبت نسبت به گروه کنترل در این مرحله مشاهده شد، اما نمودار عملکرد گروه‌ها در مرحله پس‌آزمون نشان داد که همسانی و پیشرفت قابل توجهی در اجرای تکلیف ملاک و کارآمدی عضله سرینی میانی خصوصا در گروه هنجاری مثبت و در سطوح ابتدایی به وجود آمد. علی‌رغم همسانی خوب در گروه کنترل، باز هم میزان خطای این گروه بیشتر از گروه آزمایش بود که حاکی از ناکارآمدتر بودن عملکرد عضلانی در گروه کنترل بود. به نظر می‌رسد که هماهنگی و سازگاری عصبی-عضلانی ناشی از ۱۶۰ کوشش تمرینی به عنوان اثر تمرین، یکی از دلایل اصلی پیشرفت دو گروه در بهبود عملکرد تعادلی و کاهش میزان خطای عملکرد عضلانی در پژوهش حاضر بود. احتمالا این تسهیل عصبی-عضلانی می‌تواند در اثر تقویت مسیر عصبی و انتقال دهنده‌های عصبی، به کارگیری کارآمدتر و بهتر واحدهای حرکتی و نیز بهبود وضعیت جمع فضائی و زمانی صورت گیرد.^[۱۷] پژوهش‌های گذشته، بهبود اجرا در شرایط بازخورد هنجاری را به نقش انگیزش نسبت داده‌اند و احتمال می‌رود که عامل انگیزش روی انگیزشی اثر گذاشته باشد. با این وجود، در پژوهش حاضر مشاهده شد که بازخورد هنجاری مثبت با ایجاد تغییر در الکترومایوگرافی (RMS) عضلات راست رانی و سرینی میانی بر اجرا تاثیر گذاشته و منجر به بهبود عملکرد افراد در کنترل تعادل در نتیجه کاهش خطای عملکردی آنها شد و این تاثیر تا حد بسیار زیادی مربوط به بهبود اقتصاد حرکت بود که منجر به تسهیل در یافتن یک الگوی حفظ تعادل بهینه نسبت به گروه کنترل شد. احتمالا در پژوهش حاضر بعد انگیزشی در وضعیت بازخورد هنجاری مثبت با افزایش انگیزه، اعتماد به نفس و بیرونی شدن کانون توجه، موجب بهبود عملکرد شده باشد که همراستا با تئوری مطلوب^[۱۸] است. این تئوری بیان می‌کند که عملکرد و یادگیری مطلوب از طریق تاثیرپذیری از فاکتورهای انگیزشی، توجه (کانون توجه بیرونی) و نیز تاثیرات فرهنگی-اجتماعی به وجود می‌آید. ذکر این نکته لازم است که شکل‌گیری

¹¹ Optimal Theory

توانائی‌های حرکتی و حسی زیربنائی کنترل تعادل، نیازمند بروز تغییراتی در توانائی‌های پارامتریکی، سینرژیکی، حسی اولیه و توانائی‌های جهت-یابی فضائی و نیز هماهنگی و ترکیب این توانائی‌ها است^[۱۷]، که به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر، ارائه بازخورد هنجاری به عنوان یکی از کارکردهای انگیزشی بازخورد، توانسته تاثیر خود را در سطوح مختلف هرم توانائی‌های حسی و حرکتی در سیستم عصبی مرکزی و محیطی بگذارد و در شکل‌گیری یک الگوی حسی-حرکتی مناسب به منظور کاهش نوسانات قامت بر روی سطحی ناپایدار در جهت کنترل تعادل موثر واقع شود.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، بازخورد هنجاری مثبت توانسته تاثیر خود را به‌طور مستقیم بر عملکرد افراد در حفظ تعادل و کارآمدی عضلات به عنوان یک شاخص فیزیولوژیک داشته باشد؛ با این حال نمی‌توان به‌طور قاطع بیان کرد که تغییرات به وجود آمده در الگو پایدار خواهد بود، زیرا به علت هدف پژوهش، تنها مرحله اجرا سنجیده شده است. بنابراین این موضوع نیز به پژوهش‌های بیشتری به خصوص در حوزه یادگیری حرکتی نیاز دارد. همچنین با توجه به برخی محدودیت‌ها نظیر دسترسی به تعداد شرکت‌کنندگان بیشتر، سنین متفاوت و یا اشخاص دارای سطوح مهارتی متفاوت در حفظ تعادل، پیشنهاد می‌شود تا در مطالعات آتی به تعیین تاثیر بازخورد هنجاری به تفکیک سطوح مهارتی و نیز نقش هر یک از حواس به تفکیک، هنگام ارائه بازخورد مورد بررسی قرار گیرد تا اطلاعات دقیق‌تری و جامع‌تری را در مورد این متغیر در دسترس قرار دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده مبنی بر بهبود تعادل و همسانی کارکردی عضلات در نتیجه استفاده از بازخورد هنجاری، به مریبان مراکز آموزشی، ورزشی و توانبخشی-بازآموزی پیشنهاد می‌شود تا از این نوع بازخورد در جهت افزایش و بهبود عملکرد تعادلی افراد به عنوان یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های زیربنائی در مهارت‌های حرکتی روزمره و ورزشی افراد اقدام نمایند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی گرایش رفتار-حرکتی بوده است. بدین‌وسیله نویسندگان، مراتب قدردانی خود را از مسئولین محترم آزمایشگاه رفتار-حرکتی دانشگاه شهید بهشتی اعلام می‌نمایند.

منابع

1. Shumway-Cook Anne, Marjorie H. Woollacott. [Motor control: theory and practical applications]. Baltimore MD: Williams & Wilkins. 2007.
2. Woollacott M, Shumway-Cook A. [Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research]. *Gait Posture*. 2002; 16: 1-14.
3. Murillo DB, Solana RS, Vera-Garcia FJ, Fuertes NG. [Effect of increasing Difficulty in standing balance tasks with visual feedback on postural sway and EMG: Complexity and performance]. *HUM MOVEMENT SCI*. 2012; 31(5): 1224-1237.
4. Nagy E, Toth K, Janositz G, Kovacs G, Feher-Kiss A, Angyan L, Horvath G. [Postural control in athletes participating in an ironman triathlon]. *Eur J Appl Physiol*. 2004; 92: 407-413.
5. Schmidt RA, Lee TD. [Motor Control and Learning: A behavioral emphasis] (5th ed). Champaign, IL: Human Kinetics. 2011.
6. Chiviacowsky S, Wulf G. [Feedback after good trials enhances learning]. *Res Q Exercise Sport*. 2007; 78: 40-47.
7. Hutchinson JC, Sherman T, Martinovic N, Tenenbaum G. [The effect of manipulated self-efficacy on perceived and sustained effort]. *J Appl Sport Psychol*. 2008; 20: 457-472.
8. Lewthwaite R, Wulf G. [Social-comparative feedback affects motor skill learning]. *Q J Exp Psychol*. 2010b; 1: 1-12.
9. Wulf G, Chiviacowsky S, Lewthwaite R. [Altering mindset can enhance motor learning in older adults]. *Psychol Aging*. 2012; 27: 14-21.
10. Wulf G, Chiviacowsky S, Lewthwaite R. [Normative feedback effects on learning a timing task]. *Res Q Exercise Sport*. 2010; 81: 425-431.
11. Avila LTG, Chiviacowsky S, Wulf G, Lewthwaite R. [Positive social comparative feedback enhances motor learning in children]. *Psychol Sport Exercise*. 2012; 13: 849-853.

12. *Stoate I, Wulf G, Lewthwaite R. [Enhanced expectancies improve movement efficiency in runners]. J Sport Sci. 2012; 30: 815-823.*
13. *Ashrafpoor Navaee S, Abedanzadeh R, Saemi E. [The Effect of Normative Feedback on Beginner Students' Intrinsic Motivation in Performance of Postural Stability]. Sport Psychology Studies 2015; 11: 15 – 26. [Persian]*
14. *Ashrafpoor Navaee S, Farsi AR, Abdoli B. Effect of normative feedback on balance control in variable levels of task difficulty. Journal of sport management and Action behavior, In press. [in Persian]*
15. *Abercrombie, Andrew FJ. [Neuromuscular and biodynamic responses to whole body vibration training]. Unpublished doctoral dissertation, University of Houston, Houston 2006; 1794-1800.*
16. *salsabili, H., Bahrpeyma, F., Forogh, B., & Rajabi, s. [Dynamic stability training improves standing Balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. journal of rehabilitation research and development] 2011; 48(7): 775- 786.*
17. *Lederman, E. [Neuromuscular Rehabilitation in Manual and Physical Therapies: Principles to Practice]. 1st ed. London: Elsevier 2010.*
18. *Wulf G. [Motor Learning and Control: Changing our view of motor learners: From information processors to human beings]. J Sport Exercise Psy, 2014; 36: 1-5.*