تاثیر کانون توجه درونی و بیرونی بر نوسان‌های قامت و فعالیت الکتریکی عضلات ژیمناست‌های ماهر

احمد فرخی[۱]، علی پشابادی[۲]✉، علی اشرف جمشیدی[۳]، مهدی شهبازی[۱]

۱- استادیار دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران

۲- کارشناس ارشد رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران

۳- استادیار دانشکده توابخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۳/۷ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۸/۹**

چکیده

هدف تحقیق: هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر کانون توجه بر اجرا (نوسان‌های قامت) و تغییرات فعالیت الکتریکی در عضلات (EMG) ورزشکاران ماهر بود. **روش تحقیق:** بدین منظور ۱۰ ورزشکار مرد (۱۹-۲۶ سال) دارای دست‌کم۱۰ سال سابقه فعالیت ورزشی در رشته ژیمناستیک؛ به صورت همطراز شده متقابل تحت دو شرایط کانون توجه درونی (تمرکز بر ساق) و بیرونی (تمرکز بر صفحه تعادل سنج) به اجرای تکلیف تعادل نیمه‌پویا پرداختند. در هر شرایط توجهی ۱۰ کوشش ۲۰ ثانیه‌ای گرفته شد. نوسان‌ها قامت با استفاده از دستگاه تعادل‌سنج بایودکس و EMG با استفاده از دستگاه ME6000 ثبت و با آزمون t همبسته تحلیل شدند. **نتایج:** نتایج نشان داد، تغییر کانون توجه بر اجرا و نوسان های قامت تاثیری نداشت اما EMG تحت شرایط تمرکز بیرونی نسبت به درونی کمتر بود. **نتیجه گیری:** یافته‌های این تحقیق (کاهش EMG) از فرضیه عمل محدود حمایت کرد، اما مزایای تمرکز بیرونی برای اجرا در ورزشکاران ماهر را زیر سئوال برد. اگرچه کانون توجه بر عملکرد تعادل ورزشکاران ماهر تأثیری نداشت اما می‌تواند اثر عمیقی روی رفتار حرکتی و عوامل نروفیزیولوژیک زیربنایی آن داشته باشد، از جمله اینکه با تمرکز بیرنی فعالیت با کارایی بیشتر انجام می‌شود و این ورزشکاران حداقل در کیفیت حرکت از آن سود خواهند برد.

واژه‌های کلیدی: کانون توجه، الکترمایوگرافی، تعادل، ژیمناست

The effect of internal and external attention focus on the postural sways and EMG's changes in the elite gymnasts

Abstract

The Aim of Present study was to examine effects of Attentional focus on performance (postural sways) and EMG's changes. Thus, 10 Athletes (19-26 Years old) with at least 10 years experience in Gymnastics, in a counterbalanced manner performed under tow conditions of internal (focus on legs) and external (focus on stabilimeter plate) focus. In each condition, 10 trails 20 seconds conducted. Postural sways using Biodex Stabiliometer device and EMG signals using ME6000 recorded and analyzed using paired t test. Results showed no effects on balance performance of skill athletes and reduced EMG activity under external focus. Research findings (reduced EMG) supports Constraint action hypothesis. Although attentional Focus have no effects on balance performance of skilled athlete but it can have profound effects on motor behavior and the underlying neurophysiologic including completing action with more efficiency in external focus and skilled athletes will used its advantages at least in movement quality.

Key words: attentional focus, Electromyography, Postural sway, Balance, gymnast

✉ **نویسنده مسئول:** علی پشابادی

تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تلفن: ۰۹۱۲۴۶۲۰۳۸۶

E-Mail: pashabadi@alumni.ut.ac.ir

مقدمه

با توجه به بالا رفتن سطح تبحر و نزدیک‌شدن رکوردها و اجراهای ورزشکاران به یکدیگر، شناسایی عوامل جزئی‌تر مؤثر بر عملکرد آن‌ها اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. یکی از این مسائل بااهمیت و اثر گذار، کانون توجه[1] در حین اجرا می‌باشد(۱)، که دستورالعمل‌ها[2] و بازخوردهایی که به فرد داده می‌شود آن را جهت‌دهی می‌کند. کانون توجه می‌تواند درونی (تمرکز بر حرکات بدن خود) یا بیرونی (تمرکز بر اثرات حرکت در محیط یا پیامدهای آن) باشد (۲-۳). روانی، همسانی، دقت و کیفیت اجرای مهارت مهمتر از این‌ها، نتیجه حرکت فرد، به مقدار زیادی به کانون توجه اجراکننده در حین اجرای مهارت بستگی دارد (۴).

نتایج بیشتر تحقیقات بررسی‌کننده تأثیر کانون توجه بر اجرا و یادگیری از برتری کانون توجه بیرونی حکایت دارد، اختصاصاً تمرکز بر حرکات بدن یعنی اتخاذ توجه درونی در طول اجرای مهارت حرکتی کم اثر بوده و در مقابل تمرکز بر اثراتی که حرکت فرد در محیط به جا می گذارد (اتخاذ توجه بیرونی) منجر به اجرا و یادگیری موثرتری می‌شود (۴). به عنوان مثال ارائه دستورالعمل بیرونی اجرا را در شوت گلف (۵)، ضربه بیسبال (۶)، پرتاب دارت (۷-۸) و پرتاب آزاد بسکتبال (۹) بهبود می بخشد. به‌علاوه مطالعاتی نیز هستند که نشان داده‌اند اجرای تعادل (نوسان‌های قامت) هنگام اتخاذ توجه بیرونی بهبود می‌یابد (۱۰-۱۵). گابریل ولف[3] (۲۰۰۷) در یک مقاله مروری این برتری را حتی در گروه‌های خاص (بیمارهای پارکینسون، کودکان و بزرگسالان و ...) نیز گزارش کرده است (۴).

ولف و همکاران (۴) فرضیه عمل محدود[4] را برای توضیح اثرات کانون توجه پیشنهاد می‌کنند که براساس آن، زمانی‌که از افراد خواسته می‌شود توجه درونی را اتخاذ کنند(و شاید همچنین زمانی‌که به آن‌ها دستورالعمل توجه داده نمی‌شود) آن‌ها آگاهانه برای کنترل حرکات خود تلاش می‌کنند؛ در نتیجه سیستم حرکتی را محدود کرده و ناخواسته روند کنترل خودکار عمل را مختل می‌کنند. به عبارت دیگر توجه به اطلاعات بیرونی، موجب تسهیل خودکاری دستگاه حرکتی می‌گردد، به‌گونه‌ای که آن را در قید تصمیم‌گیری‌های مرکزی قرار نداده و اجرا کننده با روانی بیشتری به انجام مهارت می‌پردازد. ضمن اینکه پیشتر، پرینز فرضیه کدگذاری مشترک[5] را برای برتری تمرکز بیرونی پیشنهاد کرده بود که در آن پرینز بحث می‌کند که در اجرا به متناسب کردن سیستم کدگذاری اطلاعات آوران و وابران نیاز داریم. به طور ویژه، او فرض کرد که طرح ریزی هردوی ادراک و عمل بر حسب «رویدادهای دور[6]» از بدن کدگذاری می‌شوند؛ یعنی حوادث دور از بدن موجب تولید کدهای آوران و وابران و بازنمایی انتزاعی مشترک آن‌ها می‌گردد. در نتیجه، پیش‌بینی می‌شود اگر اعمال بر حسب چنین رویدادهایی، یا اثرات آگاهانه حرکت طرح‌ریزی شوند، موثرتر خواهند بود (۴و۱۶). اما پاره‌ای تحقیقات نیز عدم برتری تمرکز بیرونی و یا برتری تمرکز درونی را در اجرای آزمودنی‌های خود نشان دادند؛ مانند کارهای بی‌لاک و همکاران (۱۷-۱۸) و همچنین پرینکز سکاتو[7] (۱۹) و اوهارا[8] (۲۰). این تحقیقات اثرگذاری کانون توجه را تابع سطح تبحر و مهارت فرد می‌دانند.

بررسی رفتار حرکتی فقط به اجرا مربوط نمی‌شود، مگیل برای مطالعه حرکت دو سطح تحلیل سطح رفتاری[9] و نروفیزیولوژیکی[10] تعریف کرده است که سطح تحلیل رفتاری، پیامد اجرا[11] (نتایج حاصل از حرکت، مانند رکوردها) و سطح تحلیل نروفیزیولوژیکی تولید اجرا[12] را مطالعه می‌کند که مورد اخیر اطلاعات مربوط به عملکرد سیستم عصبی عضلانی را فراهم می‌کند (مانند الکترمایوگرافی عضلانی (EMG)، الکتروانسفالگرافی (EEG) و غیره) و این مزیت را نیز دارد که بینشی را در مورد چگونگی کنترل حرکتی توسط سیستم عصبی هنگامی که افراد کانون توجه‌های متفاوتی را اتخاذ می‌کنند، باز کند (۳).

اکثر مطالعاتی که اثرات کانون توجه را بررسی کرده‌اند، متغیرهایی مانند یادگیری و تا اندازه‌ای اجرای حرکتی را

---

[1] Attentional focus
[2] Instructions
[3] Gabriel Wulf
[4] Constraint Action Hypothesis
[5] Common coding
[6] Distal events
[7] Perkins-Ceccato
[8] Uehara
[9] Behavioral level
[10] Neurophysiological level
[11] Performance outcome
[12] Performance production

پوشش داده‌اند؛ یعنی سطح رفتاری را مدنظر قرار داده و عمدتاً «پیامد» اجرا را اندازه‌گیری کرده‌اند و کمتر به سطح تحلیل نروفیزیولوژیکی و اندازه‌گیری «تولید» اجرا یا الگو و زیرساخت‌های نوروفیزیولوژیک حرکات پرداخته‌اند. از جمله اولین تحقیقاتی که در این زمینه با استفاده از EMG انجام شد مطالعه ونس[1] و ولف (۲۱) بود، که با استفاده از الکترمایوگرافی عضلانی، کاهش فعالیت EMG را هنگام اتخاذ توجه بیرونی نسبت به درونی نشان دادند و ماچارنت[2] و همکاران (۲۲) این نتیجه را در تکلیف ایزوکینتیک تکرار کردند. زاچری[3] و همکاران (۹) و لوشه[4] و همکاران (۲۳) فعالیت الکتریکی عضله را همراه با دقت پرتاب بررسی کردند، که ضمن کاهش میزان فعالیت الکتریکی عضلات، دقت پرتاب بستکبال (مطالعه زاچری) و دارت (مطالعه لوشه) افزایش یافت. ولف و همکاران (۲۴) به بررسی اثر کانون توجه و ارتفاع پریدن پرداختند؛ که نتایج آن ها نیز نشان داد کانون توجه بیرونی علاوه بر اینکه ارتفاع پرش را بیشتر کرد، همزمان موجب کاهش EMG نیز گردید.

با وجود اینکه بیشتر تحقیقات قبلی برای بررسی اثرات کانون توجه بر عملکرد حرکتی، اجرای یک مهارت ورزشی (بسکتبال، والیبال، پرتاب دارت، ضربه بیس‌بال و غیره) را به‌عنوان تکلیف در پژوهش خود استفاده کرده‌اند اما تحقیقات اندکی هستند، که ورزشکاران ماهر را مورد بررسی قرار داده باشند و بیشتر افراد دارای نیمه ماهر و یا افراد مبتدی را مورد توجه داده‌اند. بنابراین تحقیق حاضر در نظر دارد تا اثرات کانون توجه در سطح تحلیل رفتاری (اجرای تکلیف تعادل) و نروفیزیولوژیک (فعالیت EMG) را به صورت آزمایشگاهی تر در ورزشکاران ماهر بررسی کند.

روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و دارای طرح درون گروهی جهت بررسی اثرات کانون توجه می‌باشد. نمونه مورد مطالعه ۱۰ ژیمناست (۱۹-۲۶ سال)، دارای دست‌کم ۱۰ سال سابقه فعالیت مستمر بودند. همه آزمودنی‌ها راست برتر(در اندام تحتانی)، دارای قامت طبیعی، از نظر بینایی سالم بوده و فاقد هرگونه ناهنجاری اسکلتی- عضلانی و آسیب ورزشی شدید در دو سال اخیر و شکستگی در اندام تحتانی بودند.

شرکت‌کنندگان

آزمودنی‌ها به صورت همطراز شده متقابل[5] تحت دو شرایط کانون توجه درونی (تمرکز بر ساق) و بیرونی (تمرکز بر صفحه تعادل‌سنج) تکلیف تعادل نیمه پویا را روی دستگاه بایودکس اجرا کردند (۲۱). در هر شرایط توجهی هر فرد ۱۰ کوشش ۲۰ ثانیه‌ای، با فاصله ۱۰ ثانیه استراحت بین کوشش‌ها و ۵ دقیقه استراحت بین هر بلوک از کوشش‌ها تکلیف تعادل پویا اجرا می‌کرد و فعالیت الکتریکی عضلات درشت نی قدامی و نعلی نیز در طول کوشش‌های تعادل ثبت می‌شد (۲۵-۲۶).

ابزار تحقیق

ابزار مورد استفاده دستگاه پایداری سنج بایودکس ساخته کشور آمریکا برای سنجش نوسان‌های قامت و دستگاه الکترومیوگرام ME6000 ساخته کشور فنلاند برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات بود، ضمن اینکه از الکترودهای سطحی یک بار مصرف با قطر ۱/۵ سانتیمتر حاوی ژل رسانای کلراید نقره استفاده شد. با توجه به راهنمای دستگاه‌ها، ابزارهای مورد استفاده دارای روایی و پایایی می‌باشند.

روش اجرا

آزمودنی‌ها در آزمایشگاه پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی حضور پیدا کردند و بعد از توضیحات اولیه پژوهشگر جهت آشنایی با روند کار و آزمون‌ها؛ لباس ورزشی پوشیده و آماده انجام تکلیف گردیدند. ابتدا نواحی نصب الکترودها با متر نواری مشخص می‌شدند، سپس با موتراش و الکل جهت کاهش مقاوت تمیز شده و الکترودها با فاصله ۳ سانتی‌متر (مرکز به مرکز) روی عضلات ذکر شده، نصب شدند (۲۷-۲۹). محل الکترودگذاری روی عضله درشت نی قدامی روی یک سوم ($\frac{1}{3}$) فاصله بین سر نازک نی و قوزک داخلی روی قسمت برجسته عضله بود (۲۹و۳۰) و برای عضله نعلی نیز فاصله ۳ سانتی‌متر پائین‌تر از برآمدگی قسمت میانی عضله دوقلو در بخش میانی بود (۲۹و۳۱). ضمن اینکه نرخ نمونه‌برداری سیگنال‌ها ۲۰۰۰ بود (۳۱). مقادیر ریشه میانگین مجذورات[6] (RMS) سطح زیر منحنی سیگنال‌ها به کمک نرم‌افزار مگاوین به دست می‌آمدند و با ۱ ثانیه انقباض بیشینه ایزومتریک ارادی[7]

[1] Vance
[2] Marchant
[3] Zachry
[4] Lohse
[5] Counterbalanced
[6] Root Mean Square
[7] Maximum Voluntary Isometric Contraction

(MVIC) نرمال می‌شدند و در نهایت این مقادیر وارد تحلیل آماری می‌شدند (۳۱).

آزمودنی‌ها ابتدا یکی از دستورالعمل‌ها (درونی یا بیرونی) را به صورت کتبی مطالعه می‌کردند سپس بعد از آماده شدن برای تکلیف و قبل از شروع نوسان سکو به صورت شفایی به آن توضیح داده می‌شد. برای کنترل اثرات بازخورد بینایی و تغییرات سیستم دهلیزی همه آزمودنی‌ها باید به جلو نگاه کرده، فقط قبل از شروع اندازه‌گیری و در فاصله‌های استراحت آن‌ها فرصت داشتند تا با دقت به صفحه و موقعیت پاهای خود نگاه کنند (۳۲). ضمن اینکه به همه آزمودنی‌ها گفته شده بود که هدف حفظ تعادل روی صفحه تعادل سنج بایودکس تا پایان زمان تعیین‌شده است و آن‌ها از اهداف تخصصی و جزئی‌تر تحقیق آگاهی نداشتند. آن‌ها چند دقیقه قبل از شروع کوشش فرصت داشتند تا روی دستگاه به وضعیت راحت و آمادگی خود دست یابند و بعد از آن با فرمان «آماده» و بعد از حدود ۳ ثانیه شمارش معکوس و فرمان «شروع» از جانب محقق نوسان سکو آغاز شده و اندازه‌گیری شروع شده و در نهایت فرمان «پایان» داده می‌شد. شایان ذکر است سطح دشواری دستگاه بایودکس روی ۶ تنظیم شده بود.

برای بررسی طبیعی‌بودن داده‌ها از آزمون کلوموگروف اسمیرنوف (K-S) استفاده شد و بعد از اطمینان از طبیعی بودن داده، برای بررسی تغیرات درون گروهی تحت دو شرایط کانون توجه از آزمون t همبسته در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. دسته‌بندی و مرتب کردن داده‌ها و جداول و نمودارهای توصیفی با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ و کلیه عملیات آماری اعم از امار توصیفی و استنباطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام پذیرفت.

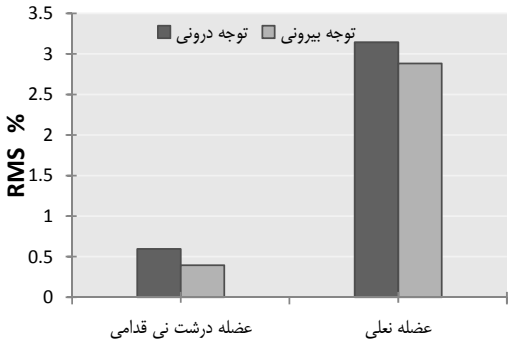
نتایج تحقیق

نتایج آزمون K-S نشان داد که کلیه داده‌ها در متغیرهای وابسته دارای توزیع نرمال بوده و نتایج آزمون t همبسته (جدول ۱) نشان داد نوسان‌های قامت تحت شرایط درونی و بیرونی با هم تفاوت معنی‌دار ندارد (P=۰/۵۳ ؛t= ۰/۶۴۵) و عملکرد تعادل تحت هر دو شرایط توجهی مشابه بود که نشان‌دهنده عدم تأثیر تغییر کانون توجه بر عملکرد تعادل و کنترل نوسان‌های قامت است.

جدول ۱. آزمون t همبسته برای نوسان‌های قامت و EMG [میانگین (انحراف معیار)] (درجه آزادی:۹)

	توجه درونی	توجه بیرونی	t	معنی‌داری
نوسان‌های قامت	(۰/۴۶۷) ۱/۹۲۶	(۰/۶۸۹) ۱/۸۴۵	۰/۶۴۵	۰/۵۳
EMG در عضله درشت نی قدامی	(۰/۳۴۸) ۰/۵۹۵۵	(۰/۲۶۷) ۰/۳۹۴۳	۲،۲۹۱	۰/۰۴
EMG در عضله نعلی	(۰/۸۳۵) ۳/۱۴۴	(۰/۸۴۶) ۲/۸۸۲۰۳	۶،۵۵۹	۰/۰۰

همچنین نتیجه آزمون t همبسته (جدول ۱) نشان داد فعالیت الکتریکی در هردو عضله درشت نی قدامی و نعلی تحت شرایط درونی و بیرونی با هم تفاوت معنی‌دار دارد [درشت نی(P=۰/۰۳ ؛t= ۲/۴۱۸)، نعلی (P=۰/۰۳ ؛t= ۲/۴۴۱)] و EMG تحت شرایط تمرکز بیرونی کمتر بود (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه RMS داده‌های EMG تحت دو شرایط توجهی

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های نوسان‌های قامت در تمرکز درونی و بیرونی (جدول ۲)، با استفاده از آزمون t همبسته در ژیمناست‌های ماهر نشان داد که بین نوسان‌های قامت تحت دو شرایط تمرکز درونی و بیرونی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۵۳ ؛t= ۰/۶۴۵)، بدین‌معنی که نوع کانون توجه (درونی-بیرونی) بر اجرای افراد ماهر تاثیر معنی‌داری نداشت و عملکرد آن‌ها در هر دو شرایط توجهی یکسان بود.

این یافته با نتایج غالب تحقیقات این حیطه از جمله

تحقیقاتی که اثر کانون توجه روی تعادل و نوسان‌های قامت را بررسی کرده‌اند مانند؛ شیا[1] و ولف (۳۳)، مک‌نوین[2] (۳۲)، ویولمر[3] (۱۴)، مقدم (۱۰) و بخشی از یافته‌های ولف (۳۴) ناهمسو بوده و نتایج آن‌ها را نقض کرد. می‌توان گفت که تاثیر کانون توجه بر نوسان‌های قامت در ورزشکاران در سطح تبحر بالاتر، دارای اثرات متفاوت است و در عملکرد آزمودنی‌های ماهر تاثیری ندارد و مانند مطالعات بی‌لاک و همکاران (۱۷-۱۸)، مکسول و مسترز (۳۵)؛ پرینکز-سکاتو (۱۹)؛ پولتون و همکاران (۳۶)، منافع تمرکز بیرونی در ژیمناست‌های ماهر را زیر سوال برد. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که یادگیرنده‌ها تمایل دارند بدون توجه به دستورالعمل تغییر کانون توجه از آن به‌عنوان استراتژی برای به انجام رساندن تکلیف خود استفاده می‌کنند.

عدم تفاوت در عملکر افراد ماهر در دو شرایط توجهی را می‌توان اینگونه تفسیر کرد که کانون توجه تنها زمانی که که تکلیف تعادلی برای شرکت کنندگان چالش برانگیز و دشوار باشد روی عملکرد آنان اثر می‌گذارد (۵). می‌توان گفت که کنترل قامت روی صفحه بایودکس برای ژیمناست‌های ماهر تکلیف تعادلی به نسبت آسانی بوده و آن‌ها از فرایند حرکتی موجود راضی باشند و برای مداخله در فرایند کنترل حرکتی ترغیب نمی‌شوند. یعنی زمانی که زمانی که نوسان های قامت یا خطاها کوچک باشند فرد آمادگی کمتری برای تلاش جهت کنترل آگاهانه حرکتشان دارند. بنابراین، از دستورالعمل هایی که تمرکز بیرونی را ایجاد می‌کنند انتظار برتری اضافی نخواهد رفت. اما در تکلیف دشوار و دستورالعمل تمرکز درونی، احتمالاً فرد بیشتر تمایل دارد که آگاهانه در فرایند کنترل حرکت مداخله نماید (۳۴).

در تفسیری دیگر؛ زمانی که تکلیف آسان باشد، ظرفیت حافظه کاری مناسب و کافی است و تفاوتی در اجرا در دو شرایط توجهی مشاهد نمی‌شود اما وقتی تکلیف چالش برانگیز باشد بخشی از این ظرفیت را به خود اختصاص داده و منابع توجه دچار محدودیت می‌شوند؛ در این شرایط نیازهای توجهی تکلیف افزایش می‌یابد. در تمرکز درونی دشواری تکلیف اثر مخربی روی اجرا دارد که ناشی از بار اضافی روی منابع حافظه کاری برای دستکاری دانش آشکار بیشتر در شرایط تمرکز درونی است (۳۵).

شاید دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی در شرایط تکلیف دشوار جایی که شاید افراد تمایل دارند محتاط باشند و روش کنترل هوشیارانه‌ای را در شرایط چالش‌انگیز اتخاذ کنند؛ آزمودنی‌ها را وادار می‌کند تا برای تکمیل تکلیف از فرایندهای کنترل خودکاراستفاده کند. این مسأله منجر به زمان واکنش سریع تر نسبت به نوسانات قامت و پایداری بیشتر و تعادل بهتر می‌شود. بنابراین تعادل با ارائه دستورالعمل کانون توجه بیرونی به‌ویژه زمانی که تکلیف برای اجرا کننده دشوار و چالش‌انگیز باشد؛ بهبود پیدا می‌کند (۱۰)؛ همچنان که لندرز[4] و همکاران (۳۷) مزیت توجه بیرونی برای سالمندن بدون سابقه افتادن مشاهده نکردند. همچنین تعادل با یک پا روی سطح بی ثبات از طریق تمرکز بیرونی در افراد سالمند داری پارکینسون بهبود یافته بود اما در افراد جوان و سالم بهبودی در تمرکز بیرونی مشاهده نشد. ولف و همکاران (۳۴) اشاره می‌کنند که سطح معینی از دشواری تکلیف برای اثرگذاری تمرکز توجه لازم است، هم به دلایل نظری و هم به دلایل عملی مهم است براساس فرضیه عمل محدود مقعول است که فرض کنیم اثرات تمرکز توجه تنها در صورتی که تکلیف برای اجرا کننده نسبتاً دشوار باشد اتفاق می‌افتد. زمانی که تکلیف حرکتی دشوار باشد، معطوف نمودن توجه به پیامد حرکت ممکن است اجرا کننده را تشویق نماید تا از «برنامه‌های حرکتی» (بازنمایی‌های حافظه‌ای که یک عمل را به صورت خودکار کنترل می‌نماید) استفاه نماید که او از طریق تمرین با تکالیف مشابه دیگر توسعه داده است. به هر حال اگر تکلیف نسبتاً آسان باشد و به طور خودکار کنترل شود فرد انتظار نخواهد داشت که از کنترل بیرونی مزایای اضافی را کسب نماید (۴و۱۶). به طور کلی به نظر می‌رسد مزایای توجه بیرونی برای اجرای ورزشکاران ماهر در تکلیف‌هایی که در آن تبحر دارند مزایای اضافی به همراه ندارد اگرچه بررسی بیشتر این مساله در ورزشکاران ماهر ضروری به نظر می‌رسد.

اما نتیجه حاصل از مقایسه میانگین‌های RMS فعالیت الکتریکی عضلاتِ درشت‌نی قدامی و نعلی در تمرکز درونی و بیرونی، با استفاده از آزمون t همبسته، کاهش فعالیت الکتریکی در هردو عضله در تمرکز بیرونی نسبت به تمرکز درونی، را نشان داد که یافته‌های تحقیقات ونس (۲۱)،

[1] Shea
[2] McNevin
[3] Vuillerme
[4] Landers

زاچری (۹)، مارچانت (۸)، ولف و همکاران (۲۴) و لوشه (۲۲) را تأئید کرد.

تحقیقات قبلی کاهش فعالیت الکتریکی عضلات همراه با اتخاذ تمرکز بیرونی را به عنوان اقتصاد (صرفه جویی) و کارایی بهتر در حرکت (۹و۲۱) و همچنین بهبود کارایی عصبی-عضلانی برای تولید حرکت (۲۳) نگریسته‌اند. این بدین معنی است که تمرکز بیرونی باعث تولید حرکت با صرف انرژی کمتری در مقایسه با تمرکز درونی می‌شود (۲۱). درتحقیق حاضر نیز کم بودن فعالیت EMG در عضلات درشت‌نی قدامی و نعلی در حین کنترل قامت با تمرکز بیرونی می‌تواند تأئید کننده این نکته باشد. این یافته‌ها نیز از فرضیه عمل محدود حمایت کرد که طبق آن تمرکز توجه بر خود حرکت (اتخاذ توجه درونی) باعث محدودیت در عوامل ذکرشده می‌شود و منجر به تولید نوفه در فعالیت الکتریکی عضله می‌شود (۲۳). لوشه و همکاران (۲۳) افزایش EMG عضلات آنتاگونیست (دوسر بازویی) و آگونیست (سه سربازویی) در پرتاب دارت را در با دستورالعمل تمرکز درونی مشاهده کردند که این افزایش همگرا در EMG عضلات آگونیست و آنتاگونیست شاهدی بر افزایش سفتی عضلانی و کاهش کارایی با تمرکز درونی است، بنابراین می‌توانیم نتیجه‌گیری کنیم که دستورالعمل تمرکز بیرونی همراه با افزایش الگوی بین عضلات مختلف درگیر در تکلیف مورد نظر (هماهنگی بین عضلانی) هماهنگی درون عضلانی (الگوی فراخوانی تار های در یک عضله) سفتی عضله را کاهش می‌دهد (۱۶-۳۲).

ضمن اینکه تمرکز بیرونی باعث بهبود کارایی الگو فراخوانی واحدهای حرکتی در عضلات می‌شود که برای بیشترِ تکالیف حرکتی مفید است. فراخوانی مؤثر تارهای عضلانی در یک عضله (هماهنگی درون عضلانی) و افزایش هماهنگی بین عضلات (هماهنگی بین عضلانی) در اجرای تکلیف سودمند است و منجر به موارد مفیدی مانند تولید نیروی مناسب (در صورت نیاز حداکثر) در زمان مناسب و در جهت مناسب شود. به علاوه، فعالیت‌هایی که مستلزم استقامت‌اند، باید از فعالیت عصبی عضلانی نسبتاً کم برای پیامد خاص سود ببرند، به طوری که انرژی ذخیره شود یا سطح خاص فعالیت برای مدت زمان طولانی‌تر حفظ شود (۹). در مجموع با وجود اینکه در شرایط تمرکز بیرونی عملکرد فرد بهبود نیافت اما فعالیت الکتریکی کمتر عضلات در حین انجام تکلیف، می‌تواند نشانگر کارایی حرکت باشد یعنی فرد تکلیف یکسان را تحت شرایط تمرکز بیرونی با انرژی کمتر به اتمام می‌رساند و ورزشکاران ماهر نیز در هر حال می‌توانند از مزایایی تمرکز بیرونی سود لازم را ببرند. بنابراین به مربیان ورزشکاران ماهر توصیه می‌شود استراتژی‌های حفظ تمرکز بیرونی را توسعه داده و از دستورالعمل های تمرکز بیرونی استفاده کنند مخصوصا زمانی که حرکت طولانی مدت است و فرد نیاز به صرفه جویی انرژی دارد.

منابع

1- Vuillerme, N., & Nougier, V. (2004). Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. Brain Research Bulletin, 63, 161–165.

2- Yi-Ching Peh, S., Yi Chowa, J., & Davids, K. (2011). Focus of attention and its impact on movement behaviour. Journal of Science and Medicine in Sport, 14, 70-78.

3- Magill, R. A. (2007). Motor Learning and Control: Concepts and Applications. New York: Mc Graw Hill.

4- Wulf, G. (2007). Attentional focus and motor learning: A review of 10 years of research. E-Journal Bewegung und Training , 1-11

5- Perkins-Ceccato, N., Passmore, S. R., & Lee, T. D. (2003). Effects of focus of attention depend on golfers' skill. Journal of Sports Sciences, 21, 593–600.

6- Castaneda, B., & Gray, R. (2007). Effects of Focus of Attention on Baseball Batting Performance in Players of Differing Skill Levels. Journal of Sport & Exercise Psychology, 29, 59-76.

7- Emanuel, M., Jarus, T., & Bart, O. (2008). Effect of Focus of Attention and Age on Motor Acquisition, Retention, and Transfer: A Randomized Trial. Physical Therapy, 88, 251-260.

8- Marchant, D., CloughPJ, C., & Crawshaw, M. (2007). The effects of attentional focusing strategies on novice dart throwing performance and their task experiences. International Journal of Sport and Exercise Psychology, 5, 291–303.

9- Zachry, T., Wulf, G., & Mercer, J. (2005). Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Research Bulletin*, 67, 304–309.

10- Moghaddam, A., Vaez Mousavi, M. K., & Namazizadeh, M. (2008). The Effect of Task Difficulty and Instructions for Focus of Attention on Performing a Balance Task. World Journal of Sport Sciences, 1, 54-60.

11- Olivier, I., Palluel, E., & Nougier, V. (2008). Effects of attentional focus on postural sway in children and adults. Exp Brain Res., 185, 341–345.

12- Shea, C. H., & Wulf, G. (1999). Enhancing motor learning through external-focus instructions and feedback. Human Movement Science, 18, 553–571.

13- Sundermier, L., Woollacott, M., Roncesvalles, N., & Jensen, J. (2001). The development of balance control in children: comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings. Exp Brain Res., 136, 340–350.

14- Vuillerme, N., & Nafati, G. (2007). How attentional focus on body sway affects postural control during quiet standing. Psychological Research, 71, 192–200.

15- Vuillerme, N., Nougier, V., & Teasdale, N. (2000). Effects of a reaction time task on postural control in humans. Neuroscience Letters , 291 , 77-80

16- Wulf, G., Shea, C., & Lewthwaite, R. (2010). Motor skill learning and performance: a review of influential factors. Medical Education, 44, 75–84.

17- Beilock, S. L., & Bertenthal, B. V. (2004). Haste does not always make waste: Expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. Psychonomic Bulletin & Review, 11 (2), 373-379.

18- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2002). When Paying Attention Becomes Counterproductive: Impact of Divided Versus Skill-Focused Attention on Novice and Experienced Performance of Sensorimotor Skills. Journal of Experimental Psychology: Applied, 8, 6–16.

19- Perkins-Ceccato, N., Passmore, S. R., & Lee, T. D. (2003). Effects of focus of attention depend on golfers' skill. Journal of Sports Sciences, 21, 593–600.

20- Uehara, L. A., Button, C., & Davids, K. (2008). The effects of focus of attention instructions on novices learning soccer chip. Brizilian journal of Biomotricity, 2, 63-77.

21- Vance, J., & Wulf, G. (2004). EMG Activity as a Function of the Performer's Focus of Attention. Journal of Motor Behavior, 36, 450-459.

22- Marchant, D., Greig, M., & Scott, C. (2009). Attentional focusing instructions influence force production and muscular activity during isokinetic elbow flexions. Journal of Strength and Conditioning Research, 23, 2358–2366.

23- Lohse, K. R., Sherwood, D. E., & Healy, A. F. (2010). How changing the focus of attention affects performance, kinematics, and electromyography in dart throwing q. Human Movement Science, 29, 542–555.

24- Wulf, G., Dufek, J., Lozano, L., & Pettigrew, C. (2010). Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. Human Movement Science, 29, 440–448.

25- Blackburn, T. J., Prentice, W. E., Guskiewicz, K. M., & Busby, M. A. (2000). Balance and Joint Stability: The Relative Contributions of Proprioception and Muscular Strength. JSR, 9 (4).

26- Sundermier, L., Woollacott, M., Roncesvalles, N., & Jensen, J. (2001). The development of balance control in children: comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings. Exp Brain Res., 136, 340–350.

27- Jeong, J., Cho, W., Kim, Y., & Choi, H. (2007). Recognition of Lower Limb Muscle EMG Patterns by using Neural Networks during the Postural Balance Control. IFMBE Proceedings, 15, 82-85.

28- Byrne, C. A., O'Keeffe, D. T., Donnelly, A. E., & Lyons, G. M. (2007). Effect of walking speed changes on tibialis anterior EMG during healthy gait for FES envelope design in drop foot correction. Journal of Electromyography and Kinesiology, 17, 605–616.

29- Rainoldi, A., Melchiorri, G., & Caruso, I. (2004). A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. Journal of Neuroscience Methods, 134, 37–43.

30- Sacco, I. C., Gomesb, A. A., Otuzib, M. E., Pripasb, D., & Onoderab, A. N. (2009). A method for better positioning bipolar electrodes for lower limb EMG recordings during dynamic contractions. Journal of Neuroscience Methods, 180, 133–137.

31- Soderberg, G. L., & Knutson, L. M. (2000). A Guide for Use and Interpretation of Kinesiologic Electromyographic Data. Physical Therapy, 80, 485-498.

32- McNevin, N. H., Shea, C. H., & Wulf, G. (2003). Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. Psychological Research, 67, 22–29.

33- Wulf, G., Shea, C., & Park, J. H. (2001). Attention and motor performance: preferences for and advantages of an external focus. Research Quarterly for Exercise and Sport, 74, 335-344.

34- Wulf, G., Töllner, T., & Shea, C. H. (2007). Attentional Focus Effects as a Function of Task Difficulty. Research Quarterly for Exercise and Sport, 78, 257–264.

35- Maxwell, J. P., Masters, R. S., & Eves, F. F. (2003). The role of working memory in motor learning and performance. Consciousness and Cognition, 12, 376–402.

36- Poolton, J. M., Maxwell, J. P., Masters, R. S., & Raab, M. (2006). Benefits of an external focus of attention: Common coding or conscious processing? Journal of Sports Sciences, January, 24 (1), 89 – 99.

37- Landers, M., Wulf, G., Wallmann, H., & Guadagnoli, M. (2005). An external focus of attention attenuates balance impairment in patients with Parkinson's disease who have a fall history. Physiotherapy, 3 (91), 152-158.