رفتار حرکتی دوره۱۲، شماره ۴۰، تابستان ۱۳۹۹، صص ۱۰۲-۸۷

مقالهٔ پژوهشی

تاثیر کانون توجه بیرونی و درونی بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در فازهای مختلف حرکت پرش عمودی

سیدفردین قیصری[۱]، مهدی شهبازی[۲]، شهزاد طهماسبی بروجنی[۳]، علی شریف‌نژاد[۴]

۱. دانشجوی دکتری رفتار حرکتی، دانشگاه تهران
۲. دانشیار رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه تهران (نویسندهٔ مسئول)
۳. دانشیار رفتار حرکتی و روان‌شناسی ورزشی، دانشگاه تهران
۴. استادیار بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه علوم ورزشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۱

چکیده

در مطالعات متفاوتی برتری کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی با استفاده از معیارهای نسبتاً ساده توصیف شده است. این پژوهش با هدف آزمون فرضیهٔ عمل محدودشدهٔ کانون توجه از طریق بررسی مکانیسم‌های زیربنایی نوروفیزیولوژیک عضلات اندام تحتانی در پرش عمودی تحت‌تأثیر کانون توجه انجام شد. بدین‌منظور، ۱۲ والیبالیست ماهر مرد (میانگین سنی ۱/۹۲ ± ۲۴ سال، میانگین وزنی ۷/۸ ± ۷۳/۵ کیلوگرم) که به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کرده بودند، حرکت پرش عمودی را روی صفحهٔ نیروسنج در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی اجرا کردند. در طول پرش، سیگنال‌های الکترومایوگرافی سطحی عضلات اندام تحتانی با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی که با دستگاه صفحهٔ نیروسنج از نظر زمانی همسان شده بود، ثبت شد. نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که ارتفاع پرش در وضعیت کانون توجه بیرونی از وضعیت کانون توجه درونی بیشتر بود. همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب نشان داد که تفاوت معناداری در زمان شروع و پایان فعالیت عضلانی در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی وجود نداشت (زمان شروع: ($P = 0.85$)، زمان پایان: ($P = 0.08$)). بین فعالیت الکتریکی عضلات در فاز درونگرای پرش عمودی در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی تفاوت معنادار وجود داشت ($P = 0.005$)، اما در فاز برونگرا تفاوت معنادار مشاهده نشد ($P = 0.069$). این نتایج حاکی از این است که هماهنگی برون‌عضلانی تحت‌تأثیر نوع کانون توجه قرار نمی‌گیرد، اما هماهنگی درون‌عضلانی تحت‌تأثیر کانون توجه بیرونی افزایش می‌یابد و کانون توجه بیرونی موجب توسعهٔ خودکاری بیشتر در کنترل حرکات می‌شود که این موضوع با فرضیهٔ عمل محدودشده هم‌راستاست.

واژگان کلیدی: پرش عمودی، زمان‌بندی عضلات، فعالیت الکتریکی عضلات، کانون توجه.

1. Email: fardin.qeysari@ut.ac.ir
2. Email: shahbazimehdi@ut.ac.ir
3. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
4. Email: a.sharifnezhad@ssrc.ac.ir

مقدمه

در دو دهۀ گذشته، در مطالعات متعدد نشان داده شده است که کانون توجه یک فرد در طول اجرای یک مهارت حرکتی عملکرد و شاید مهم‌تر از آن بر یادگیری مهارت تأثیر می‌گذارد. به‌طور ویژه، در اغلب مطالعات نشان داده شده است اگر توجه بر اثر حرکت یا نتیجۀ حرکت متمرکز شود (تمرکز بیرونی)، درمقایسه با زمانی که توجه بر چگونگی انجام حرکت یا بر یکی از اعضای بدن متمرکز باشد (تمرکز درونی)، حرکت مؤثرتر و عملکرد حرکتی بهتر می‌شود (۱).

برای توضیح مزیت‌های تمرکز توجه بیرونی ولف[1] و همکاران (۲، ۱) فرضیۀ عمل محدودشده[2] را ارائه دادند. فرضیۀ عمل محدودشده در توضیح اثرهای کانون توجه بر عملکرد و یادگیری در طیف وسیعی از تکالیف ازجمله ضربه به توپ گلف (۳)، پرتاب دارت (۴)، شوت بسکتبال (۵-۷)، پاس سینۀ بسکتبال (۸) ضربۀ توپ تنیس (۱۰، ۹)، بولینگ (۱۱)، سرویس والیبال (۱۲)، پریدن (۱۳) و ... مفید گزارش شده است. پژوهش‌های متفاوتی نشان داده‌اند که ارائۀ دستورالعمل‌های توجه بیرونی اقتصاد و کارایی حرکت را افزایش می‌دهد (۱۵، ۱۴)؛ بنابراین، مزیت و برتری توجه بیرونی نه‌تنها برای تکالیفی اثبات شده است که مستلزم داشتن دقت از قبیل ضربه به هدف (۱۶، ۱۱) یا تکالیف تعادلی (۱۷-۱۹) هستند، بلکه این مزیت‌ها برای تکالیفی نیز اثبات شده است که مستلزم تولید نیروی بیشینه‌اند (۱۴). تبیین اصلی فرضیۀ عمل محدودشده برای اتخاذ کانون تمرکز بیرونی نسبت به تمرکز درونی، توسعۀ خودکاری بیشتر در کنترل حرکات است. براساس این دیدگاه، زمانی که افراد بر حرکات بدن خود تمرکز می‌کنند (یعنی تمرکز درونی را انتخاب می‌کنند)، تمایل دارند به‌طور آگاهانه در فرایندهای کنترلی که هماهنگی حرکات را تنظیم می‌کنند، مداخله کنند. این امر موجب کنترل هشیارانۀ حرکات می‌شود و به فرایندهای خودکار که می‌توانند حرکات را مؤثرتر کنترل کنند، آسیب می‌زند. برعکس، تمرکز توجه به پیامد حرکت (تمرکز بیرونی) باعث ارتقای نوعی کنترل خودکار می‌شود که این نوع پردازش خودکار، فرایندهای غیرآگاهانه، سریع و بازتابی کنترل حرکات را درپی دارد و به نتیجۀ مطلوب منجر می‌شود. براساس مطالعات، کانون توجه درونی به فعالیت الکتریکی بیشتری نسبت به کانون توجه بیرونی منجر می‌شود. کانون توجه درونی باعث می‌شود اجرای تکلیف به‌صورت آگاهانه کنترل شود؛ بنابراین، فعالیت الکتریکی عضلات در این وضعیت نسبت به زمانی که تکلیف به‌طور خودکار انجام شود، بیشتر است. ازطرفی، کانون توجه بیرونی موجب کنترل خودکار حرکت که یک حالت مؤثرتر از کنترل حرکت است، می‌شود و موجب کاهش فعالیت الکتریکی عضلات می‌شود (۲۰)؛

1. Wulf
2. Constrained Action Hypothesis

به‌عنوان‌مثال، ونس[1] و همکاران (۲۱) نشان دادند که در وضعیت کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی در اجرای تکلیف جلوی بازو با وزنه، فعالیت الکتریکی عضلات کاهش می‌یابد. مارچانت[2] و همکاران (۲۲) نیز با پوشش برخی محدودیت‌های مطالعهٔ ونس و همکاران در تکلیف ایزوکینتیک این یافته را به‌دست آوردند. در پژوهش زاچری[3] و همکاران (۲۳)، شرکت‌کنندگان تکلیف پرتاب آزاد بسکتبال را در دو شرایط کانون توجه بیرونی و درونی اجرا کردند که نتایج، بهبود عملکرد همراه با کاهش فعالیت عصبی-عضلانی را نشان داد؛ یعنی استفاده از کانون توجه بیرونی به بهبود اقتصاد حرکت منجر شد؛ بنابراین، کانون توجه درونی به افزایش تکانه‌ها در سیستم حرکتی، افزایش فعالیت عضلانی و محدودیت در پردازش‌های کنترل خودکار و ناهشیار منجر می‌شود. همچنین، آن‌ها گزارش کردند که تفاوت معناداری بین فعالیت عضلات موافق (مانند خم‌کنندهٔ دوسر بازویی و دلتوئید) در شرایط متفاوت توجهی وجود ندارد و تنها عضلات مخالف (مانند دوسر و سه‌سربازو) تفاوت معناداری را در فعالیت عضلانی نشان دادند. این نتایج بیانگر این است که کانون توجه بیرونی ممکن است هماهنگی بین گروه‌های عضلانی موافق[4] و مخالف[5] را بهبود بخشد. افزایش هم‌انقباضی گروه‌های عضلات مخالف جاذبه در هنگام توجه درونی به این اشاره دارد که کارایی حرکت کاهش پیدا کرده است؛ زیرا، ممکن است واحدهای حرکتی، بیشتر از حد لازم برای اجرای تکلیف فراخوانده شوند. درنهایت، براساس فعالیت عضلانی کمتر حین کانون توجه بیرونی، حرکت نسبت به زمانی که از کانون توجه درونی استفاده می‌شود، بسیار کاراتر است (۲۳)؛ به‌این‌ترتیب، در پژوهش‌های گذشته کاهش فعالیت الکتریکی عضلات با افزایش دقت پرتاب دارت نشان داده شد (۲۴). ولف و همکاران (۲۶، ۲۵) از تکلیف پرش عمودی استفاده کردند که در این تکلیف به هماهنگی کل بدن برای تولید بیشترین نیرو نیاز است. آن‌ها گزارش کردند که ارتفاع پرش و همچنین گشتاور مفاصل اندام تحتانی با اتخاذ تمرکز بیرونی افزایش می‌یابد؛ درحالی‌که فعالیت الکتریکی عضلات به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. در ادامهٔ پژوهش‌ها، ولف و همکاران به بررسی تفاوت بین کانون توجه‌های متفاوت، در میزان فعالیت عضلانی در عضلات اندام تحتانی و الگوی هماهنگی میان این عضلات (زمان شروع فعال‌سازی عضلات) در تکلیف پرش عمودی پرداختند. آن‌ها گزارش کردند که هیچ تفاوتی بین زمان شروع فعال‌سازی عضلات در فاز پرش وجود ندارد و تفاوت در ارتفاع پرش در کانون توجه‌های متفاوت به

1. Vance
2. Marchant
3. Zachry
4. Agonist
5. Antagonist

هماهنگی بین عضلات ارتباط ندارد؛ بااین‌حال، تفاوت معناداری در میزان فعالیت عضلانی بین شرایط تمرکز وجود دارد که شاهدی بر بهینه‌سازی هماهنگی درون عضلات در تمرکز بیرونی است (۱۴).
ولف و همکاران (۱۶) نشان دادند که بین زمان شروع فعال‌سازی عضلات در فاز پرش یا درونگرا بین وضعیت تمرکز بیرونی با وضعیت درونی تفاوت معنادار وجود ندارد، اما نادیده‌گرفتن فاز برونگرا و زمان پایان فعالیت عضلات موجب می‌شود بخش مهمی از اطلاعات مربوط به حرکت پرش همراه با فاز مخالف حرکت[1]، مبهم باقی بماند. همچنین، محاسبهٔ میزان فعالیت عضلات در فازهای مختلف پرش عمودی می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را دربارهٔ وضعیت‌های متفاوت کانون توجه بیرونی ارائه کند؛ تا جایی که ممکن است حتی نتایج متفاوت‌تری نسبت به شواهد قبلی به‌دست آید. علاوه‌براین، در بیشتر مطالعات قبلی، آزمودنی‌ها صرفاً افراد فعال بودند. در این صورت میزان اطمینان حاصل از اینکه آیا تغییرات مشاهده‌شده در فعالیت الکتریکی عضلات در کانون توجه‌های متفاوت نتیجهٔ تغییر تکنیک آزمودنی‌ها است یا خیر، کاهش می‌یابد؛ بنابراین، در پژوهش حاضر از والیبالست‌هایی استفاده شد که در تکنیک پرش عمودی ماهر بودند تا اطمینان حاصل شود که تغییرات مشاهده‌شده در فعالیت الکتریکی عضلات در کانون توجه‌های متفاوت نتیجهٔ تغییر تکنیک آزمودنی‌ها نباشد. در پژوهش حاضر در راستای پژوهش‌های ذکرشده، به‌دنبال بررسی فرضیهٔ عمل محدودشده از طریق پارامترهای جدیدی از قبیل زمان‌بندی نسبی فازهای پرش عمودی (فاز برونگرا و درونگرا)، سرعت کلی حرکت، فعالیت الکتریکی عضلات و الگوهای زمان‌بندی در فازهای مختلف پرش عمودی هستیم. به‌علاوه، بررسی زمان‌بندی نسبی فازها براساس نظریهٔ طرحوارهٔ اشمیت[2] می‌تواند به این سؤال پاسخ دهد که آیا نوع کانون توجه می‌تواند موجب طرح‌ریزی برنامهٔ حرکتی متفاوت شود و در الگوی کلی حرکت تغییر ایجاد کند؟ پژوهشگران تلاش کرده‌اند با بررسی ادعای اشمیت در این باره که برنامهٔ حرکتی تعمیم‌یافته یک طبقه از اعمال را کنترل می‌کند که با ویژگی‌های تغییرناپذیر به‌خصوصی مشخص شده است، به تأیید تجربی کنترل براساس برنامهٔ حرکتی بپردازند. از بین ویژگی‌های تغییرناپذیر پیشنهادشده، در بیشتر پژوهش‌های مهم، زمان‌بندی نسبی بررسی شده است (۲۵)؛ به‌عنوان نمونه، پژوهشگران تغییرناپذیری زمان‌بندی نسبی را با استفاده از مشاهدهٔ تغییرات در دامنه‌ای از مقادیر یک آمارهٔ مربوط مانند کل زمان بررسی کرده‌اند. یک مثال خوب در این مورد پژوهشی است که شاپیرو[3] و همکاران (۲۷) در بین آزمودنی‌هایی انجام دادند که روی یک نوارگردان راه می‌رفتند و با سرعت‌های متفاوت می‌دویدند. آن‌ها نشان دادند که با سریع یا آهسته‌شدن گام‌برداری، درصد زمان محاسبه‌شده برای هر بخش از چرخهٔ گام در سرعت‌های متفاوت اساساً یکسان باقی می‌ماند. با بررسی این متغیرها

1. Counter Movement Jump
2. Schmidt
3. Shapiro

می‌توان دریافت چگونه سیستم حرکتی نیروی بیشتری را هنگام تمرکز بیرونی فرد تولید می‌کند؟ چه تفاوت‌هایی بین تأثیر کانون توجه بر فاز برونگرا در پرش همراه با فاز مخالف حرکت با فاز درونگرا وجود دارد؟ و آیا نوع کانون توجه می‌تواند موجب تغییر در الگوی حرکت پرش عمودی شود؟

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است و طرح پژوهش به‌صورت درون‌گروهی برای اندازه‌گیری اجرای پرش عمودی در دو شرایط توجهی (درونی و بیرونی) اجرا شد. جامعهٔ آماری این مطالعه والیبالیست‌های دانشگاه تهران بودند که در زمان اجرای پژوهش در رقابت‌های والیبال به‌طور حرفه‌ای شرکت داشتند. از بین داوطلبانی که حاضر به همکاری در پژوهش شدند، ۱۲ نفر که دارای شرایط ورود به مطالعه بودند، انتخاب شدند. این معیارها عبارت بودند از: ماهربودن در حرکت پرش عمودی (براساس چک‌لیست مربوط به ارزیابی حرکت پرش عمودی با رویکرد مؤلفه‌ای شامل عمل ساق، تنه و بازو در هر مرحلهٔ از پرش)، بودن در دامنهٔ سنی ۲۵-۱۹ سال، داشتن قامت طبیعی، ابتلانداشتن به هرگونه آسیب ورزشی یا جسمانی و ناهنجاری اسکلتی، داشتن سلامتی کامل جسمانی و عصب‌شناختی و آشنانبودن با هدف مطالعه. همهٔ ورزشکاران فرم رضایت‌نامهٔ کتبی برای شرکت در پژوهش را پر کردند. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از پژوهش، تکنیک اشتباه پرش عمودی، آسیب‌دیدگی و انگیزهٔ کافی نداشتن برای انجام‌دادن پرش‌ها در حین پژوهش بودند. همهٔ این افراد بنا بر اظهارنظر شخصی، حداقل طی دو سال اخیر در تمرینات مرتب والیبال شرکت داشتند و در زمان اجرای پژوهش در رقابت‌های درون‌دانشگاهی والیبال شرکت کردند. هدف از لحاظ‌کردن این معیار، کنترل اثر خستگی هنگام پرش بود؛ زیرا، خستگی می‌تواند بر نوع کانون توجه فرد تأثیر بگذارد (۲۸).

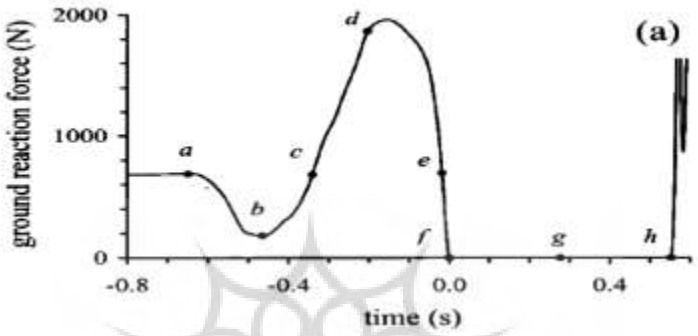
برای جمع‌آوری اطلاعات از ابزارهای زیر استفاده شد که عبارت‌اند از:

۱الف- پرسش‌نامهٔ مشخصات فردی: برای کسب اطلاعات درمورد سابقه و سطح فعالیت، آسیب یا بیماری احتمالی که بر متغیرهای پژوهش اثرگذار باشد و همچنین سن، قد و وزن و ... از این پرسش‌نامه استفاده شد؛

ب- صفحهٔ نیروسنج[1]: از صفحهٔ نیروسنج سه‌محورهٔ مدل AMTI، ساخت کشور آمریکا (۵۰× ۵۰ سانتی‌متر) برای تفکیک فاز کلی حرکت، فاز برونگرا و فاز درونگرا، با استفاده از داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین[2] براساس زمان استفاده شد (۲۹)؛ براین‌اساس، با توجه به شکل شمارهٔ یک، نقطهٔ a یعنی شروع پرش از نقطهٔ a تا b مجری حرکت عضلات پا و لگن را ریلکس می‌کند و به زانو و لگن

1. Force Plate
2. Vertical Ground Reaction Forces (VGRF)

اجازه می‌دهد تحت نیروی جاذبهٔ زمین خم شوند. از نقطهٔ b تا d مجری حرکت شروع به افزایش فعالیت عضلات پا می‌کند، اما هنوز به‌سمت پایین در حرکت است و نقطهٔ d پایین‌ترین نقطه در فاز مخالف حرکت است. در نقطهٔ f مجری حرکت از زمین جدا می‌شود.



شکل ۱- نمودار نیروی عکس‌العمل زمین براساس زمان (۳۰)

همچنین، با استفاده از نیروی عکس‌العمل زمین براساس زمان، زمان پرواز هر آزمودنی یعنی از لحظه‌ای که پاها از زمین جدا می‌شود (نیروی عکس‌العمل زمین به صفر می‌رسد) تا لحظهٔ فرود یعنی لحظهٔ تماس پا با زمین (نیروی عکس‌العمل زمین به‌شدت به اوج خود می‌رسد) به‌دست آمد. ارتفاع پرش نیز با استفاده از فرمول زیر در نرم‌افزار متلب[1] محاسبه شد (۳۰). ابتدا سرعت اولیه با استفاده از فرمول روبه‌رو به‌دست آمد: $v_{to} = \frac{g.t_{flight}}{2}$

در این فرمول، V_{to} سرعت اولیه در حین پرش، g شتاب گرانش زمین معادل ۹/۸ متر بر مجذور ثانیه و t_{flight} زمان پرواز است.

سپس، سرعت اولیه در فرمول زیر وارد شد و ارتفاع پرش به‌دست آمد: $y_{flight} = y_{peak} - y_{to} = \frac{v^2 to}{2g}$

y_{flight} ارتفاع پرش است که مساوی با ارتفاع اوج (y_{peak}) منهای ارتفاع اولیه (y_{to})است که معادل صفر درنظر گرفته شده است؛

ج- دستگاه الکترومیوگرافی: سیگنال‌های الکترومایوگرافی سطحی در آزمون پرش عمودی با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی مدل Aktos هشت‌کانالهٔ وایرلس (پهنای باند ۲۰۰۰)، ساخت شرکت Myon سوئیس که با دستگاه صفحهٔ نیروسنج هم‌زمان شده بود، ثبت شد.

1. MATLAB

شیوهٔ اجرای پژوهش بدین‌صورت بود که قبل از انجام آزمایش، شرایط استاندارد نصب الکترودهای سطحی با قطر ۱/۵ سانتی‌متر لحاظ شد. الکترودها روی عضلات پهن جانبی، دوسر رانی، درشت‌نئی قدامی و عضلهٔ دوقلو نصب شدند و به شرکت‌کنندگان اجازه داده شد تا با پرش‌های ملایم خود را گرم کنند تا زمانی که با تجهیزات وصل‌شده احساس راحتی و آمادگی کنند. سپس، شرکت‌کنندگان هرکدام برای هر نوع کانون توجه (بیرونی یا درونی) ۱۰ تا پرش همراه با فاز مخالف حرکت انجام دادند. فاصلهٔ زمانی بین کوشش‌ها ۳۰ ثانیه بود. قبل از هر کوشش دستورالعمل مربوط به نحوهٔ تمرکز یادآوری شد (۱۴). در وضعیت تمرکز بیرونی، تمرکز بر یک نقطهٔ بیرونی (روی دیوار مقابل در ارتفاع سه‌متری) و در وضعیت تمرکز درونی دستورالعمل تمرکز بر انگشتان ارائه شد. از داده‌های مربوط به نیروی عمودی عکس‌العمل زمین برای جداکردن فاز درونگرا از فاز برونگرا استفاده شد. ریشهٔ میانگین مجذور[1] و زمان شروع و پایان فعالیت تک‌تک عضلات برای ۱۰ کوشش در هر وضعیت محاسبه و سپس میانگین گرفته شد و در نرم‌افزار اس.پی.اس.اس.[2] وارد شد.

از میانگین و انحراف استاندارد برای آمار توصیفی و از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی‌بودن داده‌ها استفاده شد. آزمون تی همبسته برای مقایسهٔ دو گروه وابسته به‌کار برده شد. همچنین، برای مقایسهٔ متغیرهای مستقل برآوردشده از عضلات اندام تحتانی در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی از تحلیل واریانس مرکب استفاده شد. در صورت معناداری از آزمون تعقیبی بونفرونی[3] برای مقایسهٔ گروه‌ها استفاده شد.

نتایج

نتایج آزمون تی همبسته در بخش متغیر عملکردی نشان داد که ارتفاع پرش در وضعیت کانون توجه بیرونی (۳/۶۰ ± ۳۳/۸۱) با وضعیت کانون توجه درونی (۳/۷۷ ± ۳۰/۴۵) تفاوت معنادار داشت (P=0.0005) یعنی افراد در شرایط کانون توجه بیرونی، ارتفاع پرش بیشتری داشتند. نتایج زمان کلی حرکت و زمان‌بندی نسبی فازهای مختلف حرکت پرش عمودی به شرح زیر است:

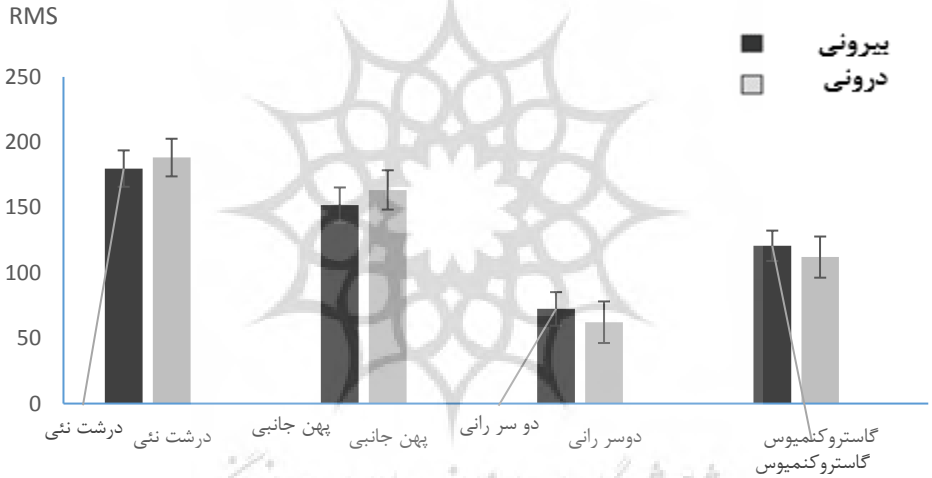
نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که زمان کلی حرکت در وضعیت کانون توجه بیرونی با وضعیت کانون توجه درونی تفاوت معنادار داشت (P=0.0004)؛ یعنی زمان کلی حرکت در افراد در شرایط کانون توجه بیرونی کمتر از افراد در شرایط کانون توجه درونی بود، اما بین زمان‌بندی نسبی فاز برونگرا در وضعیت کانون توجه بیرونی با وضعیت کانون توجه درونی تفاوت معنادار وجود نداشت

1. Root Mean Square Error (RMS)
2. SPSS
3. Bonferroni

(P=0.548). همچنین، بین زمان‌بندی نسبی فاز درونگرا در وضعیت کانون توجه بیرونی با وضعیت کانون توجه درونی تفاوت معنادار وجود نداشت (P=0.997).

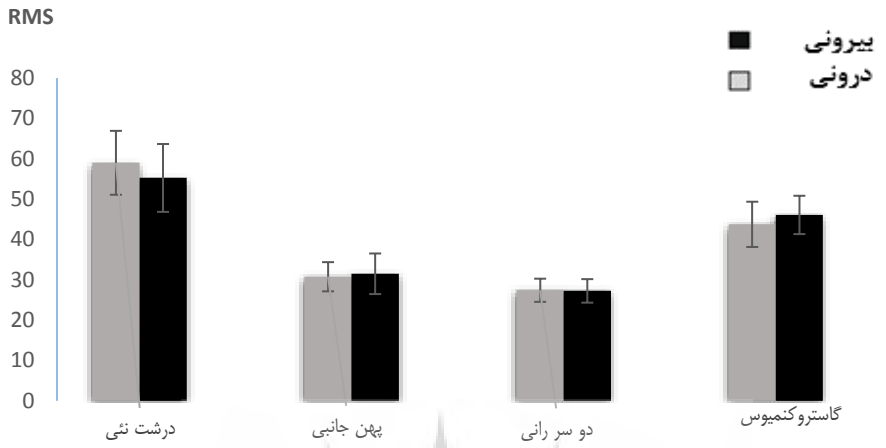
نتایج فعالیت الکتریکی و زمان‌بندی نسبی فازها به شرح زیر است:

فاز برونگرا: نتایج تحلیل واریانس مرکب در فاز برونگرا نشان داد که اثر اصلی گروه‌ها (P=0.0005) معنادار بود. عضلهٔ درشت‌نئی قدامی با سطح فعالیت ۵۷/۱۲ و عضلهٔ گاستروکنمیوس با سطح فعالیت ۴۴/۹۱، عضلهٔ پهن جانبی با سطح فعالت ۳۱/۱۲ و سپس عضله دوسر رانی با سطح فعالیت ۲۷/۳۳ بیشترین فعالیت را در فاز برونگرا داشتند؛ اما اثر اصلی کانون توجه (P=0.69) و همچنین اثر متقابل گروه و کانون توجه معنادار نبود (P=0.62)؛ یعنی نوع کانون توجه بر فعالیت عضلانی در فاز برونگرا تأثیر نداشت.



شکل۲- میانگین و انحراف معیار خطای RMS عضلات اندام تحتانی افراد در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی در فاز برونگرای تکلیف پرش عمودی

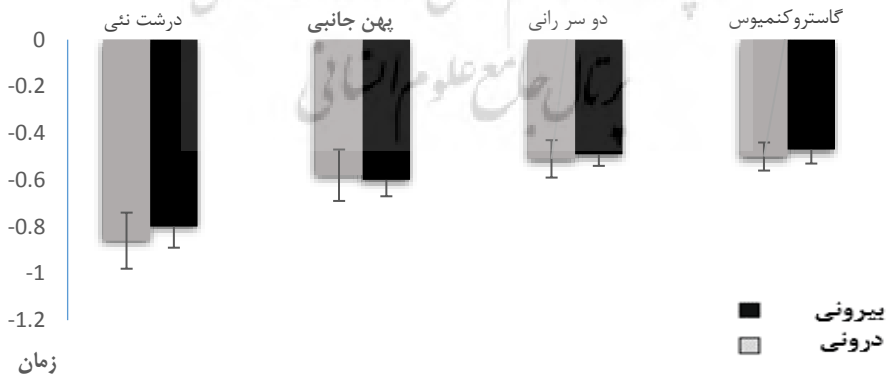
فاز درونگرا: نتایج تحلیل واریانس مرکب در فاز درونگرا نشان داد که اثر اصلی گروه (P=0.0005) معنادار بود. عضلهٔ پهن جانبی با سطح فعالیت ۱۸۴/۱۶، عضلهٔ درشت‌نئی قدامی با سطح فعالیت ۱۵۷/۳۳، عضلهٔ گاستروکنمیوس با سطح فعالیت ۱۱۶/۳۷ و عضلهٔ دوسر رانی با سطح فعالیت ۶۷/۴۱ به‌ترتیب بیشترین فعالیت الکتریکی را در فاز درونگرا داشتند. همچنین، اثر اصلی زمان (P=0.0005) معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که فعالیت الکتریکی عضلات در وضعیت کانون توجه بیرونی از کانون توجه درونی کمتر بود، اما اثر متقابل گروه و کانون توجه معنادار نبود (P=0.622).



شکل۳- میانگین و انحراف معیار RMS عضلات اندام تحتانی افراد در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی در فاز درونگرای تکلیف پرش عمودی

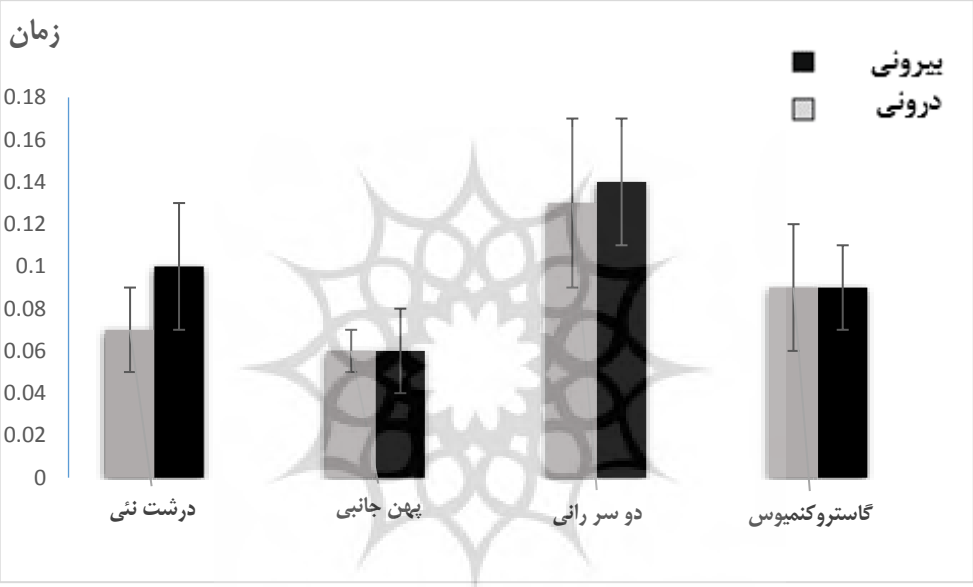
نتایج الگوی زمان‌بندی فعالیت عضلانی به شرح زیر بود:

نتایج تحلیل واریانس مرکب برای زمان شروع فعالیت عضلانی نشان داد که اثر اصلی گروه‌ها (P=0.0005) معنادار بود. عضلهٔ درشت‌نئی قدامی حدود ۰/۸۳ ثانیه قبل از Take off، عضلهٔ پهن جانبی حدود ۰/۵۹ ثانیه، عضلهٔ دوسر رانی ۰/۵۰ ثانیه و عضلهٔ گاستروکنمیوس ۰/۴۹ ثانیه قبل از Take off فعال شدند، اما اثر اصلی کانون توجه (P=0.85)و همچنین اثر متقابل گروه و کانون توجه معنادار نبود(P=0.26)؛ یعنی نوع کانون توجه بر زمان‌بندی شروع فعالیت عضلانی تأثیر نداشت.



شکل ۴- میانگین و انحراف معیار زمان شروع فعالیت عضلانی در وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی

نتایج تحلیل واریانس مرکب برای زمان پایان فعالیت عضلانی نشان داد که اثر اصلی گروه‌ها (P=0.0005) معنادار بود. عضلهٔ درشت‌نئی قدامی حدود ۰/۰۶۵ ثانیه بعد از Take off، عضلهٔ پهن جانبی حدود ۰/۰۹۱ ثانیه، عضلهٔ دوسر رانی ۰/۱۳۶ ثانیه و عضلهٔ گاستروکنمیوس ۰/۰۹۳ ثانیه بعد از Take off غیرفعال شدند، اما اثر اصلی کانون توجه (P=0.87) و همچنین اثر متقابل گروه و کانون توجه معنادار نبود(P=0.86)؛ یعنی نوع کانون توجه بر زمان‌بندی پایان فعالیت عضلانی تأثیر نداشت.



شکل ۵- میانگین و انحراف معیار زمان پایان فعالیت عضلانی در وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی تحت‌تأثیر کانون توجه در فازهای مختلف حرکت پرش عمودی بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عملکرد آزمودنی‌ها (ارتفاع پرش) در وضعیت کانون توجه بیرونی نسبت به وضعیت کانون توجه درونی افزایش یافته است. این نتایج با یافته‌های غالب پژوهش‌ها ازجمله مطالعاتی که اثر کانون توجه را بر تکالیفی بررسی کرده‌اند که مستلزم تولید نیروی بیشینه (پرش عمودی، پرتاب گوی و ...) هستند، مطابقت داشت؛ مانند پژوهش‌های ولف و زاچری (۸)، ولف و دوفک (۹)، ولف و دوفک (۱۲)، ونس و ولف (۱۸) و مارچانت و همکاران (۳۱). همچنین، با توجه به اینکه ارتفاع پرش در افراد در شرایط کانون توجه بیرونی از کانون توجه درونی بیشتر بود، کاهش زمان کلی حرکت در این افراد در شرایط کانون توجه بیرونی

بسیار اهمیت دارد. منظور از زمان کلی حرکت فاصلهٔ زمانی بین شروع پرش تا لحظهٔ جداشدن از روی صفحهٔ نیروسنج بود. این نتایج حاکی از آن است که حرکت در شرایط کانون توجه بیرونی با سرعت بیشتری همراه بوده است و ازطرفی چون افراد در شرایط کانون توجه بیرونی عملکرد بهتری داشتند، می‌توان اطمینان حاصل کرد که اجرای حرکت در شرایط کانون توجه بیرونی به‌صورت کامل بوده است و کاهش زمان کلی حرکت را نتیجهٔ افزایش سرعت اجرا دانست؛ نه نقص در اجرای حرکت یا کاهش گشتاور مفاصل اندام تحتانی. این نتایج با پژوهش ولف و دوفک (۳۲) هم‌راستاست. آن‌ها بیان کردند که دامنه و گشتاور مفاصل اندام تحتانی در شرایط کانون توجه بیرونی بیشتر است که درنتیجه باعث می‌شود افراد نیروی بیشتری تولید کنند و ارتفاع پرش افزایش یابد.

دانشمندان علاوه‌بر نتیجه و برونداد حرکت، به بررسی پارامترهای متفاوتی برای ارزیابی فرضیهٔ عمل محدودشده پرداخته‌اند؛ به‌عنوان‌مثال، کال[1] و همکاران (۲۰) به بررسی روانی حرکتی[2] و منظم‌بودن حرکت[3] تحت‌تأثیر کانون توجه پرداختند. با توجه به بحث روان‌بودن حرکت، منطقی است که در طول کسب مهارت حرکتی، روانی حرکت افزایش یابد. آن‌ها گزارش کردند که کانون توجه بیرونی به اجرای حرکتی منظم و روان‌تر نسبت به کانون توجه درونی منجر شد؛ درحالی‌که هیچ تفاوتی مربوط به فعالیت عضلانی مشاهده نشد. دراین‌خصوص به‌نظر می‌رسد روانی حرکت مفهومی نزدیک به سرعت اجرای حرکت است که در پژوهش حاضر مشاهده شد.

همچنین، نتایج این پژوهش مبنی بر اینکه فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در فاز برونگرا در دو وضعیت توجه بیرونی و درونی مشابه است، درخور توجه است. این یافته با یافته‌های اغلب پژوهش‌ها ازجمله مونس و ولف (۴)، ولف و همکاران (۱۶)، مارچانت (۱۹)، زاچری و همکاران (۳۳) و لوهس[4] و همکاران (۳۴) ناهمسوست، اما با پژوهش کال و همکاران (۱۵) هم‌راستاست. کال و همکاران نشان دادند که کانون توجه بیرونی به‌طور معناداری به عملکرد حرکتی سریع‌تر منجر شد؛ درحالی‌که سطوح فعالیت عضلانی در دو وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی مشابه بود. عملکرد حرکتی سریع‌تر همراه با سطوح مشابه عضلانی در وضعیت کانون توجه بیرونی، این حقیقت را می‌تواند نشان دهد که کانون توجه بیرونی باعث کنترل مؤثرتر حرکت می‌شود؛ ازاین‌رو، سطح بالایی از خودکاری حرکت را منعکس می‌کند و در راستای پژوهش‌های قبلی است که گزارش داده‌اند کانونی توجه درونی ممکن است در مقایسه با کانون توجه بیرونی به کارآمدی کمتر هماهنگی عضلانی منجر شود (۳۴، ۲۴)؛ بنابراین،

1. Kal
2. Movement Fluency
3. Movement Regularity
4. Lohse

همان‌طورکه نشان داده شد، کانون توجه بیرونی به اجرای سریع‌تری منجر می‌شود که در این صورت فعالیت الکتریکی مشابه محدودیتی برای فرضیهٔ عمل محدودشده ایجاد نمی‌کند.

مستقل از اینکه آیا شروع فعالیت عضلات مطلوب بوده است یا خیر، هیچ تفاوتی بین شروع فعالیت عضلات بین شرایط کانون توجه بیرونی و درونی وجود نداشت. در پژوهش‌های اندکی به مقایسهٔ زمان شروع فعالیت عضلات تحت‌تأثیر کانون توجه پرداخته شده است. نتایج این پژوهش با یافته‌های مطالعهٔ ولف و همکاران (۱۴) هم‌راستاست. در پژوهش حاضر مشابه با مطالعهٔ ولف و همکاران (۱۶)، تمامی عضلات در وضعیت کانون توجه بیرونی و درونی، در زمان‌های مشابهی قبل از Take off فعال شده بودند؛ بنابراین، شواهدی مبنی بر اینکه تفاوت در ارتفاع پرش به‌دلیل هماهنگی بین عضلات است، مشاهده نشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین زمان‌بندی نسبی فاز برونگرا بر زمان کل حرکت در شرایط کانون توجه بیرونی و درونی در پرش عمودی تفاوت معنادار وجود ندارد. همچنین، بین زمان‌بندی نسبی فاز درونگرا بر زمان کل حرکت در شرایط کانون توجه بیرونی و درونی در پرش عمودی تفاوت معنادار وجود ندارد. هدف اصلی از بررسی این مورد در پژوهش حاضر، آزمودن ویژگی تغییرناپذیر زمان‌بندی نسبی براساس نظریهٔ طرحوارهٔ اشمیت بود. از بین ویژگی‌های تغییرناپذیر پیشنهادشده، در بیشتر پژوهش‌های مهم زمان‌بندی نسبی بررسی شده است (۲۵). همان‌طورکه بیان شد، شایپرو و همکاران (۲۷) نشان دادند که با سریع یا آهسته‌شدن گام‌برداری، درصد زمان محاسبه‌شده برای هر بخش از چرخهٔ گام در سرعت‌های متفاوت اساساً یکسان باقی می‌ماند؛ بنابراین، افزایش سرعت گام‌برداری (تا سرعت مشخصی) موجب ثابت‌ماندن الگوی راه‌رفتن می‌شود. در پژوهش حاضر نیز نشان داده شد که زمان‌بندی نسبی فازهای مختلف پرش عمودی تحت‌تأثیر کانون توجه تغییر نمی‌کند. این نتایج با فرضیهٔ تغییرناپذیری زمان‌بندی نسبی هم‌خوانی دارد.

در پژوهش حاضر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در فاز درونگرای پرش عمودی در وضعیت کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی کاهش یافت. کاهش فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در کانون توجه بیرونی، نسبت به کانون توجه درونی در فاز درونگرا، با نتایج پژوهش‌های قبلی (۳۳، ۲۴، ۲۱) همخوانی دارد؛ در این پژوهش‌ها این کاهش به‌عنوان اقتصاد (صرفه‌جویی) و کارایی بهتر در حرکت و همچنین بهبود کارایی عصبی-عضلانی برای تولید حرکت درنظر گرفته شده است. ولف و همکاران (۱۶) بیان کردند هر دو جنبهٔ هماهنگی برون‌عضلانی و درون‌عضلانی، برای تکالیفی که به تولید نیروی بیشینه نیاز دارند، به بهینه‌سازی نیاز دارند (۱۴). کاهش فعالیت الکتریکی همراه با نتایج مؤثرتر در وضعیت کانون توجه بیرونی، شاهدی بر بهینه‌سازی هماهنگی درون‌عضله با کانون توجه بیرونی است؛ بنابراین، کانون توجه درونی به افزایش فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در

فاز درونگرا منجر می‌شود. ولف و همکاران (۱۶) بیان کردند که کانون توجه بیرونی (توجه به نتیجهٔ حرکت)، الگوهای عصبی-عضلانی مشابه با اجراکنندگان باتجربه ایجاد می‌کند که احتمالاً به اتخاذ کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی تمایل دارند (۱۴). براساس نتایج پژوهش‌ها، افزایش قدرت در روزهای اولیهٔ تمرین به‌عنوان تابعی از تمرین و تجربه است که نمی‌توان آن را با هایپرتروفی عضلات توضیح داد (۳۵). در برخی از این پژوهش‌ها گزارش شده است بعد از یک دوره تمرین، با بلندکردن یک وزنهٔ مشابه فعالیت الکتریکی کاهش می‌یابد که این امر حاکی از تولید حرکت کارآمدتر است (۳۶). به‌طورکلی، اعتقاد بر این است که تغییر در سازگاری عصبی علت اصلی کاهش فعالیت الکتریکی عضلات در اوایل تمرین است. به‌نظر می‌رسد کانون توجه مجری حرکت باید به فهرست عوامل مؤثر در الگوهای فعال‌سازی عصبی-عضلانی اضافه شود؛ زیرا، فعالیت عضلانی به‌عنوان تابعی از کانون توجه است و در توجه بیرونی بهبود می‌یابد و کارایی حرکات افزایش پیدا می‌کند.

پیام مقاله: کانون توجه بیرونی، الگوهای عصبی-عضلانی مشابه با اجراکنندگان باتجربه ایجاد می‌کند که احتمالاً به اتخاذ کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی تمایل دارند. فعالیت عضلانی تحت‌تأثیر نوع کانون توجه است؛ به‌طوری‌که کانون توجه بیرونی موجب بهبود فعالیت عضلانی و افزایش کارایی حرکات می‌شود.

منابع

1. Wulf, G., McNevin, N., & Shea, C. H. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 2001;*54*(4), 1143-54.
2. MCNEVIN, Nancy H.; SHEA, Charles H.; WULF, Gabriele. Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychological research*, 2003, 67.1: 22-9.
3. Kearney, P. E. (2015). A distal focus of attention leads to superior performance on a golf putting task. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2015;*13*(4), 371-81.
4. Tahmasebi F, Aslankhani M, Namazizadehi M. The effects of focusing attention and internal and external imagery on the acquisition and retention of dart throw skill. Research on Sport Sciences.2009;(25):99-126. (In Persian).
5. Perreault Melanie E.; FRENCH, Karen E. External-focus feedback benefits free-throw learning in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2015, 86.4: 422-7.
6. Parvizi N, Shojaee M, Khalaji H, Daneshfar A. The effect of change direction of attention by using educational self-talking. Technique on the performance and learning o free basketball f throw at young student girls. Research in Sport Management and Motor Behavior. 2011:(1):41-51. (In Persian).

7. Pahlevan Yali M, Shahbazi M, Aghapour Hasiri SM, Tahmasebi Boroujeni Sh, Shamsi Majelan A. The effect type of attentional focus and the frequency of feedback on explicit knowledge and the learning of basketball free throwing. Motor Behavior. 2019; 11(35):85-102. (In Persian).
8. Salajeghe. A., Saberi Kakhki. A.R., Zareazade. M. (2014). The effect of attentional focus types as the self talk form on acquisition and retention of Basketball chest pass. Motor Behavior. 6(16):20-107. (Persian)
9. H Hadler, R., Chiviacowsky, S., Wulf, G., & Schild, J. F. G. Children's learning of tennis skills is facilitated by external focus instructions. *Motriz: Revista de Educação Física*, 2014; *20*(4), 418-22.
10. Dana A, Eshgarf S, Bagheri S. The effect of manipulating attentional focus on performance of top-spine strike of skilled and novice table tennis players under high psychological pressure. journal of Motor Behavior. 2019;11(36):67-88. (In Persian).
11. Abdollahipour R, Nieto MP, Psotta R, Wulf GJPoS, Exercise. External focus of attention and autonomy support have additive benefits for motor performance in children. 2017; 32:17-24.
12. Alishah, E. R., Ates, O., & Ahmadi, M. The Effects of Attentional Focus on The Performance of Volleyball Jump Serve In Elite Players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. 2017;11(36):78-988
13. Ducharme, S. W., Wu, W. F., Lim, K., Porter, J. M., & Geraldo, F. Standing long jump performance with an external focus of attention is improved as a result of a more effective projection angle. The Journal of Strength & Conditioning Research, (2016); 30(1), 276-81.
14. WULF, Gabriele, et al. Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. *Human movement science*, 2010, 29.3: 440-448.
15. Kal E, Van der Kamp J, Houdijk H. External attentional focus enhances movement automatization: A comprehensive test of the constrained action hypothesis. Human Movement Science. 2013;32(4):527-39.
16. Lohse KR, Jones M, Healy AF, Sherwood ED. The role of attention in motor control. J Exp Psychol Gen. 2014;143(2):930-48.
17. Richer, Natalie, et al. The effects of attentional focus and cognitive tasks on postural sway may be the result of automaticity. *Gait & Posture*, 2017, 54: 45-9.
18. Parhizkar Kohneh Oghaz J, Zarghami M, Ghotbi Varzaneh A, Ghorbani A. Differences related to age and attention in postural control. Journal of Development and Motor Learning. 2013;2(5):1-56. (In Persian).
19. Baniasadi T, Namazi Zadeh M, Sheikh M. The effects of balance training and focus of attention on sway in postural and supra-postural tasks in the elderly population. Motor Behavior. 2019;11(36):89-104. (In Persian).
20. Kal E, Van der Kamp J, Houdijk H. External attentional focus enhances movement automatization: A comprehensive test of the constrained action hypothesis. Human Movement Science. 2013;32(4):527-39.
21. Vance J, Wulf G, Töllner T, McNevin N, Mercer J. EMG activity as a function of the performer's focus of attention. Journal of Motor Behavior. 2004;36(4):450-9.
22. Marchant, David; GREIG, Matt; SCOTT, Catherine. Attentional focusing strategies influence muscle activity during isokinetic biceps curls. *Athletic Insight: The Online Journal of Sport Psychology*, 2008.

23. Zachry T, Wulf G, Mercer JA, Bezodis N. Increased movement accuracy and reduced EMG activity in response to an external focus of attention. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2005;37(5):396.
24. Lohse KR, Sherwood DE, Healy AF. How changing the focus of attention affects performance, kinematics, and electromyography in dart throwing. Human Movement Science. 2010;29(4):542-55.
25. Wulf G, Zachry T, Granados C, Dufek JS. Increases in jump-and-reach height through an external focus of attention. International Journal of Sports Science & Coaching. 2007;2(3):275-84.
26. Wulf G, Dufek JS. Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. Journal of Motor Behavior. 2009;41(5):401-9.
27. Shapiro DC, Zernicke RF, Gregor RJ, Diestel JD. Evidence for generalized motor programs using gait pattern analysis. Journal of Motor Behavior. 1981;13(1):33-47.
28. WEINBERG, R. S., et al. Effect of association, dissociation and positive self-talk strategies on endurance performance. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 1984.;9(4):542-55.
29. Kershner AL. The Effect of Internal vs. External focus of attention instructions on countermovement jump variables in NCAA division I baseball players. :University of Kansas; 2017.
30. Linthorne NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. American Journal of Physics. 2001;69(11):1198-204.
31. Marchant DC, Greig M, Bullough J, Hitchen DJRQfE, Sport. Instructions to adopt an external focus enhance muscular endurance. 2011;82(3):466-73.
32. Wulf G, Lewthwaite R. Conceptions of ability affect motor learning. Journal of Motor Behavior. 2009;41(5):461-7.
33. Zachry, Tiffany L, "Effects of attentional focus on kinematics and muscle activation patterns as a function of expertise" (2005). UNLV Retrospective Theses & Dissertations. 1862. https://digitalscholarship.unlv.edu/rtds/1862
34. Lohse KR, Sherwood DEJAp. Thinking about muscles: The neuromuscular effects of attentional focus on accuracy and fatigue. 2012;140(3):236-45.
35. Conley MS, Stone MH, Nimmons M, Dudley GA. Resistance training and human cervical muscle recruitment plasticity. Journal of Applied Physiology. 1997;83(6):2105-11.
36. Moritani T. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. American journal of Physical Medicine. 1979;58(3):115-30.

استناد به مقاله

قیصری سیدفردین، شهبازی مهدی، طهماسبی بروجنی شهزاد، شریف‌نژاد علی. اثر کانون توجه بیرونی و درونی بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در فازهای مختلف حرکت پرش عمودی. تابستان ۱۳۹۹؛ ۱۲(۴۰): ۱۰۲-۸۷.
شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/mbj.2020.7204.1790

Qeysari S. F, Shahbazi M, Tahmasebi Boroujeni Sh, Sharifnezhad A. The Effect of External and Internal Focus of Attention on electromyography of the Lower Extremity Muscles in Different Phases of Vertical Jump. Motor Behavior. Summer 2020; 12 (40): 87-102. (In Persian). Doi: 10.22089/mbj.2020.7204.1790

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The Effect of External and Internal Focus of Attention on Electromyography of the Lower Extremity Muscles in Different Phases of Vertical Jump

S. F. Qeysari[1], M. Shahbazi[2], Sh. Tahmasebi Boroujeni[3], A. Sharifnezhad[4]

1. PhD Student in Motor Behavior, University of Teheran
2. Associate Professor of Motor Behavior and Sport Psychology, University of Teheran (Corrsponding Author)
3. Associate Professor of Motor Behavior and Sport Psychology, University of Teheran
4. Assistant Professor of Sport Biomechanics, Sport Science Research Institute

Received: 2019/04/10 **Accepted: 2020/04/20**

Abstract

Different studies have shown the advantage of the external focus of attention using relatively simple variables. The aim of this study was to investigate the constrained action hypothesis by underlying neurophysiological mechanisms tests of the lower extremity muscle in vertical jump under the impression of Focus of Attention Types. For this purpose, 12 male professional volleyball players (mean age: 24±1.92, mean weight: 73.5±8.7) performed a vertical jump on the force plate under two conditions in a counterbalanced order: external focus and internal focus. EMG activity of the lower extremity muscle was measured during jumps by using EMG device that coupled with force plate. Paired t-test results showed height of jump under the external focus was greater than that of the internal focus, while there were no significant differences in onset and offset times of the muscles activity between attentional focus conditions (onset times:(P=0.085), offset times:(P=0.08)). Also, the results show significant increases in EMG of the lower extremity with internal focus during concentric phase (P=0.005). However, there was no significant difference in EMG of these muscles between the internal and external focus in the eccentric phase (P=0.069). These results suggest that the intermuscular of coordination are not affected by the focus conditions but the intermuscular coordination is enhanced by the external focus of attention and the external focus of attention increase develop more automation of motor control.

Key words: Vertical Jump, Timing Muscles, EMG Activity, Focus of Attention.

1. Email: fardin.qeysari@ut.ac.ir
2. Email: shahbazimehdi@ut.ac.ir
3. Email: shahzadtahmaseb@ut.ac.ir
4. Email: a.sharifnezhad@ssrc.ac.ir