Journal of
Sport Biomechanics

Autumn 2023. Vol 9. Issue 3

Research Paper

Comparison of External Focus Instructions Based on Mechanics and Performance in the Vertical jump: Examining the constrained action hypothesis

Seyyed Fardin Qeysari[1], Somayeh Emamrezaii[2], *Amineh Eslamizad[3], Seyyed Kamal Qeysari[2]

1. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Lorestan, Lorestan, Iran.
3. Department of Motor behavior, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Department of Physics, Faculty of Physics, University of Tehran, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Qeysari SF, Emamrezaii S, Eslamizad A, Qeysari SK. Comparison of External Focus Instructions Based on Mechanics and Performance in the Vertical jump: Examining the constrained action hypothesis (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(3):178-191. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.385.1

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.3.385.1

CC BY NC

Article Info:

Received: 7 Jan. 2024
Accepted: 27 Jan. 2024
Available Online: 2 Feb. 2024

Keywords:

External focus based on performance, External focus based on mechanics, Electromyography, Vertical

ABSTRACT

Objective In some situations, however, the goal of the skill is to correct movement mechanics, and in these specific scenarios, external focus instructions should be specific to mechanics. External focus instructions based on performance do not have a positive effect on motion mechanics. The purpose of this study was to investigate the effect of external focus instructions based on mechanics and performance in the vertical jump movement: Examining the constrained action hypothesis.

Methods Twelve male professional volleyball players (average age 24.0±1.92 years; average weight 73.5±8.7 kg) voluntarily participated in this research. Subjects performed the vertical jump movement with all their strength in two external focus situations (1- performance-based external focus, 2- mechanics-based external focus) on the force plate. In order to investigate the electromyography activity of the right abdominal muscle, an electromyography device was used, which was simultaneous with the force plate device in terms of time. The ground reaction force data based on time by the force plate were used to obtain the different time phases of the vertical jump and to calculate the jump height.

Results The results of the paired t-test showed that the jump height in the performance-based external focus condition was significantly higher than the mechanics-based external focus condition (P<0.001). Also, the focus of external attention based on mechanics compared to the focus of external attention based on performance caused a significant increase in the electrical activity of the right abdominal muscle during the concentric phase (P<0.001). However, there was no significant difference in the eccentric phase of the electrical activity of the right abdominal muscle between the two conditions (P=0.233).

Conclusion These results indicate that performance-based external focus instructions lead to greater automaticity of movement and improved performance. However, it is not useful for improving movement mechanics, and for this purpose, external focus instructions based on movement mechanics should be used.

Corresponding Author:
Amineh Eslamizad
Address: Department of Motor behavior, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 22838624
E-mail: amineh.eslamizad.coach@gmail.com

Extended Abstract

1. Introduction

For motor skills in which the goal is to correct movement rather than enhance performance, previous research has demonstrated that using externally focused instructions improves safe landing mechanics (21, 23). However, the instructions provided were specific to performance, despite the goal being movement correction. It is possible that the benefits of external focus would be more profound if the instructional cues were specific to mechanics. Therefore, the purpose of this study was to compare externally focused instructions specific to performance with external focus instructions specific to mechanics. We hypothesize that external focus instructions specific to performance (external focus-performance) will be superior to baseline (i.e., "do your best" with no external focus instructions) and external focus instructions specific to mechanics (external focus-mechanics). We also hypothesize that external focus-mechanics will improve mechanics more than external focus-performance and baseline. We chose not to include an internal focus condition based on previous literature showing the superior effects of an external focus of attention in tasks examining jump performance. Several studies have shown the superiority of external focus of attention in vertical jumps. However, research investigating the level of electrical activity of the Rectus abdominis muscle as a trunk stabilizer muscle during vertical jumps has been lacking. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of different instructions of external focus on the electrical activity of the rectus abdominis muscle during vertical jumps.

2. Methods

The present research design was semi-experimental in terms of the method and within-group. The advantage of this design (within-group design) is that problems related to differences between participants (such as height, strength, or skill level) are reduced. For this purpose, 12 male professional volleyball players (average age 24.0±1.92 years; average weight 73.5±8.7 kg) voluntarily participated in this research. At the time of conducting the research, the subjects participated in intra-university volleyball competitions and during the last two years, they were regularly active in volleyball. These criteria greatly reduce the amount of fatigue during the implementation of the research because fatigue can shift the focus of attention towards the body (internal focus). Subjects performed the vertical jump movement with all their strength in two external focus situations (1- performance-based external focus, 2- mechanics-based external focus) on the force plate. During jumping, surface electromyography signals of the right abdominal muscle were recorded using an electromyography device that was simultaneous with a force plate device in terms of time.

3. Results

The results of the paired t-test showed that the jump height in the performance-based external focus condition was significantly higher than in the mechanics-based external focus condition ($P<0.001$). Additionally, the external attention focused on mechanics compared to performance-based external attention caused a significant increase in the electrical activity of the right abdominal muscle during the concentric phase ($P<0.001$). However, there was no significant difference in the eccentric phase of the electrical activity of the right abdominal muscle between the two conditions ($P=0.233$). The results of the correlated t-test comparing the maximum force applied to the force plate before leaving the ground indicate the maximum knee angle in the outward phase of the movement. The results of the paired t-test showed that this force was significantly higher in the mechanics-based external focus condition than in the performance-based external focus condition ($P=0.022$), indicating that the maximum angle of the knee in the mechanics-based external focus condition exceeded that in the performance-based external focus condition.

4. Conclusion

These results indicate that performance-based external focus instructions lead to greater automaticity of movement and improved performance. However, they are not useful for improving movement mechanics. For this purpose, external focus instructions based on movement mechanics should be used. The decreased electrical activity with more effective results in the performance-based external focus condition is evidence of optimization of intramuscular coordination with the external focus. Therefore, it can be said that the focus of external attention based on mechanics leads to an increase in the electrical activity of the muscles of the lower limbs and is not suitable for skilled individuals in vertical jump movements, although it may be suitable for the initial learning efforts of beginners according to the learning stages.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any grants from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

مقایسه اثر دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک و عملکرد در حرکت پرش عمودی: بررسی فرضیه عمل محدودشده

سید فردین قیصری[۱]، سمیه امام رضایی[۲]، *امینه اسلامی زاد[۳]، سید کمال قیصری[۴]

۱. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه لرستان، تهران، ایران.

۳. گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴. گروه فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۷ دی ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۷ بهمن ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۱۲ بهمن ۱۴۰۲

کلید واژه‌ها:
کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک، فعالیت الکتریکی عضله، پرش عمودی

چکیده

هدف در بعضی موقعیت‌ها هدف یک مهارت اجرای صحیح آن است و در این حالت دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی باید مبتنی بر مکانیک صحیح اجرا باشد و دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، تأثیر مثبتی بر روی مکانیک حرکت ندارد. هدف از این مطالعه مقایسه اثر دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد و مکانیک در حرکت پرش عمودی: بررسی فرضیه عمل محدودشده بود.

روش‌ها دوازده والیبالیست حرفه‌ای مرد (میانگین سنی ۲۴/۱±۰/۹۲ سال؛ میانگین وزنی ۷۳/۸±۵/۷ کیلوگرم) به‌صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها حرکت پرش عمودی را با تمام توان در دو وضعیت کانون توجه بیرونی (۱- کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد ۲- کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک) بر روی صفحه نیروسنج اجرا کردند. به‌منظور بررسی فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی (RMS) از دستگاه الکترومایوگرافی که با دستگاه صفحه نیروسنج از نظر زمانی جفت شده بود، استفاده گردید. از داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین بر اساس زمان توسط صفحه نیروسنج برای به دست آوردن فازهای زمانی مختلف پرش عمودی و محاسبه ارتفاع پرش استفاده شد.

یافته‌ها نتایج آزمون تی‌همبسته نشان داد که ارتفاع پرش در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد به‌طور معنی‌داری بیشتر از وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک بود (P<۰/۰۰۱). همچنین کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک نسبت به کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد موجب افزایش معنی‌داری در فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی در طول فاز کانسنتریک (P<۰/۰۰۱) شد؛ اما تفاوت معنی‌داری در فاز اکسنتریک فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی بین کانون دو وضعیت مشاهده نشد (P=۰/۲۳۳).

نتیجه‌گیری دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، موجب خودکاری بیشتر حرکت و بهبود عملکرد می‌گردد؛ اما برای بهبود مکانیک حرکت مفید نیست و باید بدین منظور از دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک حرکت استفاده شود.

*نویسنده مسئول:
امینه اسلامی‌زاد
آدرس: گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران، ایران.
تلفن: ۲۲۸۳۸۶۲۴ (۲۱) ۹۸+
ایمیل: amineh.eslamizad.coach@gmail.com

مقدمه

شکل‌های مختلف پرش عمودی و افقی به سطح بالایی از توان انفجاری پاها نیاز دارند؛ اما به‌طورکلی از حیث حرکات پایین تنه مشابه یکدیگرند. بسته به نوع ورزش انواع مختلف پرش دارای تکنیک‌های متعدد و پیش حرکت‌های متنوع پرش هستند که توسط آن‌ها سرعت اجرای حرکت تغییر می‌کند. این موضوع بیانگر آن است که تکنیک‌های مختلف پرش هر کدام ویژگی خود را دارند و تمرین یک نوع تکنیک پرش برای انواع دیگر مناسب نیست این ویژگی هم به نوع پرش و هم ورزشکار مرتبط است. پرش عمودی برای دستیابی به اوج ارتفاع یکی از متداول‌ترین حرکات در ورزش‌هایی مثل بسکتبال، والیبال و هندبال است. بدیهی است که تجزیه‌وتحلیل پرش عمودی از دیدگاه‌های مختلف جهت دستیابی به شکل صحیح اجرای آن برای هر ورزش ضروری می‌باشد (۱،۲).

توجه یکی از متغیرهای مهمی است که بر عملکرد مهارت‌های حرکتی از جمله پرش عمودی تأثیر دارد (۳). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد تمرکز بر اثرات حرکت (کانون توجه بیرونی) در مقایسه با تمرکز بر روی الگوی خود حرکت (کانون توجه درونی) به عملکرد حرکتی بهتر منجر شده است (۴, ۵). به‌عنوان مثال در تکلیف پرش عمودی که توسط ولف، زاچری، گرندوس و دوفک انجام شد گروهی که کانون توجه بیرونی را اتخاذ کرده بودند در مقایسه با دو گروه کانون توجه درونی و گروه کنترل نتایج بهتری در تمرین و یادگیری نشان داد (۱).

فرضیهٔ عمل محدودشده[1]برای توضیح اثرات متفاوت بودن کانون توجه، بر عملکرد حرکتی بنا نهاده شد. فرض این است که کانون توجه بیرونی، عملکرد حرکتی را تسهیل می‌کند، زیرا موجب خودکاری حرکت می‌شود. در مقابل، کانونی توجه درونی، موجب کنترل عمیق‌تر و آگاهانه‌تر حرکت و در نتیجه محدود کردن فرآیندهای کنترل عصبی خودکار می‌شود. فرضیه عمل محدودشده در توضیح اثرات کانون توجه بر عملکرد و یادگیری در طیف وسیعی از تکالیف، از جمله ضربه به توپ گلف (۶)، پرتاب توپ بسکتبال (۷, ۸)، ضربه فوتبال آمریکایی (۷)، ضربه توپ فوتبال (۸, ۹)، ضربه توپ تنیس و سرویس والیبال (۱۰) و ... مفید است.

تحقیقات جدیدتر نشان داده‌اند که ارائه دستورالعمل‌های توجه بیرونی اقتصاد و کارایی حرکت را افزایش می‌دهد (۷, ۱۱)؛ بنابراین مزیت و برتری توجه بیرونی نه‌تنها برای تکالیف مستلزم دقت از قبیل ضربه به هدف (۹, ۱۰, ۱۲) و یا تکالیف تعادلی (۱۲–۱۵) دیده شده بلکه این مزیت‌ها برای تکالیفی که مستلزم تولید نیروی بیشینه می‌باشند، نیز اثبات شده است (۱۶). این یافته‌ها حتی در مطالعات مربوط به تصویربرداری مغزی نیز تائید شده است. تحقیقات اولیه در این زمینه نشان می‌دهد که کانون توجه درونی منجر به کاهش فعالیت قشر حرکتی اولیه و قشر حسی حرکتی در مقایسه با کانون توجه بیرونی می‌شود (۱۷). علاوه بر این، افزایش فعال شدن قشر پیش پیشانی تأکید بر آن دارد که کنترل آگاهانه حرکت نسبت به عملکرد حرکتی خودکار بخش وسیع‌تری از مغز را درگیر می‌کند. افزایش درگیری نواحی پردازش تحلیلی مغز با نتایج مطالعات انجام شده توسط الکتروانسفالوگرافی (EEG) همخوانی دارد. به‌ویژه، خودکاری سازی حرکات مربوط است به درجه‌ای که نواحی مغزی پردازش‌های کلامی از لب گیجگاهی نیم‌کره چپ هم‌زمان با مناطق برنامه‌ریزی حرکتی در نیمکره راست فعال می‌شود: سطوح بالاتر همسان‌سازی یا انسجام، منعکس‌کننده افزایش مداوم کنترل آگاهانه حرکت است (۱۸). اخیراً ژو و همکارانش نشان داده‌اند که یادگیری حرکتی ضمنی یا نا آشکار باعث کاهش هماهنگی در مقایسه با زمانی که یادگیری حرکتی آگاه تحت کنترل است، می‌شود. این اطلاعات نه‌تنها دیدگاهی را در مورد فرضیه‌های عمل محدودشده ارائه می‌دهد، بلکه اطلاعاتی را در رابطه با زیربنای عصبی مشترک که مبنای مفاهیم یادگیری و یادگیری حرکات ضمنی با تمرکز توجه بیرونی است را فراهم می‌کند (۱۹). افزایش هماهنگی حرکتی و خودکاری حرکتی در مطالعاتی که از تکنیک

1. Constrained action hypothesis

الکترومایوگرافی (EMG) استفاده کردند، نشان داده شده است. این مطالعات نشان داده‌اند که هنگام اتخاذ کانون توجه بیرونی با وجود افزایش عملکرد، فعالیت الکتریکی عضلات کمتر شده است (۵). با توجه به اینکه تحقیقات پیشین نتایج قوی در ارتباط با بهبود عملکرد با اتخاذ کانون توجه بیرونی نسبت به کانون توجه درونی ارائه کرده‌اند؛ اما در برخی مهارت‌ها هدف اصلی، اصلاح مکانیک حرکت است و در این نوع مهارت‌ها دستورالعمل‌های تمرکز بیرونی باید مخصوص مکانیک حرکت باشد. هنگامی‌که مهارت‌های حرکتی نیاز به دستکاری اشیا دارد، توجه به تأثیر حرکات جسم می‌تواند مکانیک بدن را تغییر دهد (۲۰)؛ اما هنگامی‌که مهارت حرکتی نیازی به دستکاری اشیاء ندارد و نیاز ویژه به آموزش مکانیک دارد (به‌عنوان مثال مکانیک فرود ایمن)، هیچ نشانی خارجی برای توجه مستقیم به آن وجود ندارد؛ بنابراین، ارائه دستورالعمل تمرکز بیرونی خاص برای مکانیک بدن بدون اشاره به قسمت‌های بدن وقتی هدف، اصلاح مکانیک حرکت باشد، چالش برانگیز می‌شود. فقط تعداد محدودی از مطالعات تأثیر دستورالعمل‌های تمرکز بیرونی خاص برای مکانیک بدن را مورد بررسی قرار داده‌اند (۲۱-۲۳). گاکلر و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان داده‌اند که در تکلیف پرش فرود دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی موجب بهبود مکانیک حرکت پرش فرود، می‌شود؛ اما آن‌ها از دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد استفاده کردند (۲۳). رایسبک و یامادا در سال ۲۰۱۹ نشان دادند دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مرتبط با عملکرد موجب بهبود عملکرد می‌شود؛ اما مکانیک صحیح حرکت را بهبود نمی‌بخشد و دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک موجب بهبود مکانیک حرکت می‌گردد؛ اما عملکرد را بهبود نمی‌بخشد. آن‌ها در تحقیق خود از نرم‌افزار کینوویا برای بررسی مکانیک حرکت و عملکرد استفاده کردند (۲۴).

پرش عمودی جزو تکالیفی است که نیاز به هماهنگی کل بدن برای تولید حداکثر نیرو دارد استفاده شد. مطالعات مختلف گزارش کرده‌اند که ارتفاع پرش و همچنین تکانش و گشتاور مفاصل اندام تحتانی با اتخاذ تمرکز بیرونی افزایش می‌یابد (۱, ۲۵). اگرچه نتایج مطالعات ولف و همکارانش شواهد قوی مبنی بر اینکه تفاوت معنی‌داری بین فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در فاز پرش (درون‌گرا یا کانسنتریک) بین وضعیت تمرکز بیرونی و درونی وجود ندارد، ارائه کرده‌اند. به نظر می‌رسد بررسی فعالیت الکتریکی عضلات تثبیت‌کننده تنه که در ادبیات کنترل حرکتی تحت عنوان عضلاتی که به‌طور خودکار کنترل می‌شوند؛ اما هنوز در زمینه فرضیه عمل محدودشده ارزیابی نشده‌اند، نادیده گرفته شده است. همچنین نادیده گرفتن فاز برونگرا (اکسنتریک) که بخش مهمی از حرکت پرش همراه با فاز مخالف حرکت[1] می‌باشد، ممکن است مزایای کانون توجه بیرونی را در مورد هماهنگی درون عضلانی نادیده گرفته باشد. فرض بر این است که دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد احتمالاً موجب کاهش فعالیت الکتریکی عضلات و متعاقباً افزایش کارایی بر طبق فرضیه عمل محدودشده می‌باشد و احتمالاً اصلاح مکانیک عملکرد همیشه موجب کارایی نمی‌گردد. یا شاید بتوان با بررسی دقیق‌تر اجزای حرکت برحسب اجزای مختلف آن به ایده بهتری برای هرکدام از اجزاء دست یافت؛ بنابراین هدف از این مطالعه فرضیه عمل محدودشده از طریق مقایسه اثر کانون توجه مبتنی بر عملکرد با کانون توجه مبتنی بر مکانیک در حرکت پرش عمودی است.

روش شناسی

طرح تحقیق حاضر به‌صورت درون‌گروهی و به لحاظ روش از نوع نیمه تجربی بود. مزیت این طراحی (طرح درون‌گروهی) این است که مشکلات مربوط به تفاوت بین شرکت‌کنندگان (به‌عنوان مثال، قد، قدرت و یا سطح مهارت) کاهش می‌یابد. بدین منظور ۱۲ نفر از دانشجویان والیبالیست دانشگاه تهران با (میانگین سن ۰/۹۲±۲۴/۱ سال؛ میانگین وزن ۵/۷±۷۳/۸ کیلوگرم؛ میانگین قد

1. Counter movement jump

۱۸۷/۷±۵/۶ سانتی‌متر) در این تحقیق شرکت کرند. هیچ‌کدام از ورزشکاران از اهداف تحقیق خبر نداشتند و با رضایت کامل در تحقیق شرکت کردند. درصورتی‌که آزمودنی‌ها انگیزه کافی برای انجام پرش‌ها را نداشتند، از تحقیق خارج می‌شدند. آزمودنی‌ها در زمان اجرای تحقیق در رقابت‌های درون دانشگاهی والیبال شرکت داشتند و طی دو سال اخیر مرتباً در ورزش والیبال فعالیت داشتند. این معیارها تا حدود زیادی در طول اجرای تحقیق از میزان خستگی می‌کاهد زیرا خستگی می‌تواند وضعیت کانون توجه فرد را به سمت بدن (کانون توجه درونی) منعطف کند (۲۶).

از صفحه نیروسنج سه محوره مدل AMTI، ساخت کشور آمریکا (۵۰/۲×۵۰/۲ سانتی‌متر و ضخامت ۴۴/۷ میلی‌متر)، جهت تفکیک فاز کلی حرکت، فاز اکسنتریک و فاز کانسنتریک، با استفاده از داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین بر اساس زمان استفاده شد (۲۷). همچنین با استفاده از نیروی عکس‌العمل زمین بر اساس زمان، زمان پرواز هر آزمودنی، یعنی از لحظه‌ای که پاها از زمین جدا شده (نیروی عکس‌العمل زمین به صفر می‌رسد) تا لحظهٔ فرود (لحظه تماس پا با زمین: نیروی عکس‌العمل زمین به‌شدت به اوج خود می‌رسد) به دست آمد. ارتفاع پرش نیز با استفاده از فرمول زیر در نرم‌افزار متلب محاسبه شد (۲).

ابتدا سرعت اولیه با استفاده از فرمول زیر به دست آمد:

$$v_{t0} = \frac{g_{tflight}}{2}$$

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

سپس سرعت اولیه در فرمول زیر وارد و ارتفاع پرش به دست آمد:

$$y_{flight} = y_{peak} - y_{t0} = \frac{{v_{t0}}^2}{2g}$$

y_{flight} ارتفاع پرش می‌باشد که مساوی با ارتفاع اوج (y_{peak}) منهای ارتفاع اولیه (y_{to}) که معادل صفر در نظر گرفته‌شده می‌باشد.

دستگاه الکترومایوگرافی: سیگنال‌های الکترومایوگرافی سطحی در آزمون پرش عمودی با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی مدل Aktos هشت‌کاناله وایرلس (پهنای باند ۲۰۰۰)، ساخت شرکت Myon سوئیس که با دستگاه صفحه نیروسنج هم‌زمان شده بود، ثبت گردید.

از روش‌های استاندارد آماده‌سازی پوست برای چسباندن الکترودها استفاده شد. الکترودها بر روی عضله راست شکمی آزمودنی‌ها برای ثبت فعالیت الکتریکی عضله، چسبانده شد. شرکت‌کنندگان ابتدا با برنامه ترجیحی خود شروع به گرم شدن، کردند. پس از گرم شدن، به شرکت‌کنندگان دستورالعمل کلی در مورد نحوه پرش داده شد. به‌طور خاص، از شرکت‌کنندگان خواسته شد ۱- به پرش بپردازند و با هر دو پا فرود بیایند. ۲- جابجایی عمودی در اولین پرش (پرش به جلو و نه به بالا) را به حداقل برسانید. ۳- سعی کنید پرش عمودی دوم بلافاصله پس از فرود از پرش صورت گیرد و ۴-برای رسیدن به بالاترین ارتفاع، در پرش دوم تلاش نمایید. سپس هر کدام از شرکت‌کنندگان به‌طور آزمایشی سه پرش برای آشنایی با نحوه تکلیف انجام دادند. پس از اینکه شرکت‌کنندگان با نحوه‌ی اجرای تکلیف آشنا شدند. هر کدام از آن‌ها سه پرش تحت هرکدام از دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک

و عملکرد انجام دادند. در وضعیت دستورالعمل کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، از شرکت‌کنندگان خواسته شد که هنگام پرش عمودی به نشانگر چسبانده شده به سقف که در فاصله افقی پنجاه سانتی‌متری صفحه نیروسنج و چسبیده به سقف آزمایشگاه به ارتفاع حدوداً ۲/۵ متر قرار داشت، توجه کنند؛ و برای شرایط کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک حرکت، به شرکت‌کنندگان گفته شد، هنگام فرود از جعبه، روی صفحه نیروسنج به جلو فشار دهند (برای بهبود زاویه خم‌شدن زانو) و سپس هنگام پرش به هم‌راستا شدن با میله (که در یک متری آن‌ها قرار داده شده بود جهت باز شدن کامل بدن) تمرکز کنند. زمان‌بندی فاز اکسنتریک و کانسنتریک در حرکت پرش عمودی و همچنین زمان پرواز از داده‌های صفحه نیروسنج برای هرکدام از آزمودنی‌ها استخراج شد. فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی، در طول پرش‌ها ثبت و یکنواخت شد. برای فیلتر کردن داده‌های الکترومایوگرافی از روش باترورث میان‌گذر با فرکانس برش ۱ تا ۵۰۰ هرتز با نرم‌افزار متلب استفاده شد. برای نرمال‌سازی داده‌های الکترومایوگرافی از آزمون MVC استفاده شد: یکی از روش‌های معمول برای نرمال کردن، استفاده از بیشینه دامنه سیگنال در حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک که در آن خروجی به‌صورت درصدی از مقدار MVC محاسبه می‌شود. درنهایت ریشه میانگین مجذور فعالیت (RMS) عضله راست شکمی در فازهای مختلف پرش عمودی برای هر کوشش به دست آورده شده و سپس میانگین RMS فعالیت در هر فاز برای سه کوشش محاسبه شد (۲۸).

به‌منظور توصیف اطلاعات از جدول و شاخص‌های مرکزی و پراکندگی آمار توصیفی استفاده شد. از آزمون شاپیرو ویلک جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آمارهٔ لوین برای اطمینان از همگنی واریانس‌ها استفاده شد. از آزمون t همبسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی، استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵ مورد تحلیل قرار گرفت، همچنین برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل نسخهٔ ۲۰۱۶ استفاده شد.

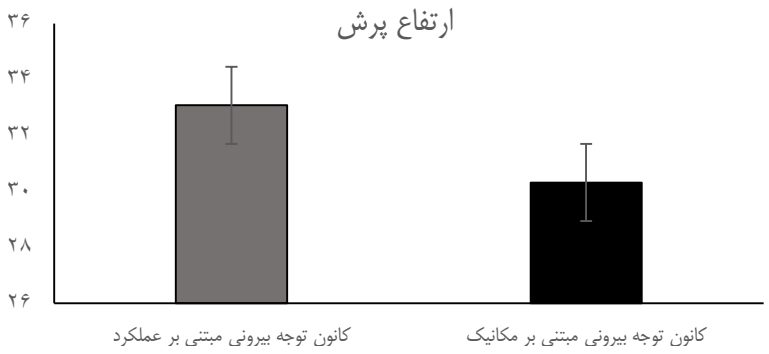
نتایج

اطلاعات توصیفی مربوط به فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی در فاز اکسنتریک و کانسنتریک تحت شرایط مختلف کانون توجه بیرونی در جدول ۱ قابل مشاهده است. همچنین میزان پرش عمودی افراد تحت دو وضعیت کانون توجه بیرونی در نمودار ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی در حرکت پرش عمودی

کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک	کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد	فاز
۲۵/۷۸ ± ۵/۲۳	۲۳/۷۲ ± ۸/۰۶	اکسنتریک
۳۳/۵۵ ± ۵/۵۱	۲۸/۰۹ ± ۷/۱۲	کانسنتریک

نتایج آزمون تی همبسته در بخش متغیر عملکردی نشان داد (شکل ۱) که ارتفاع پرش در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد (۳۳/۰۸۱ ± ۶/۰۳) با وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک (۳۰/۳۲ ± ۷/۷۳) تفاوت معنی‌داری دارد ((P<۰/۰۰۱)، t = ۷/۵۶۳). بدین مفهوم که؛ افراد تحت دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد از ارتفاع پرش بیشتری برخوردار بودند.



شکل ۱. تفاوت ارتفاع پرش در وضعیت کانون مبتنی بر مکانیک و عملکرد

نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که در فاز اکسنتریک، بین میزان فعالیت الکتریکی در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد (۸/۰۶ ± ۲۳/۷۲) با وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک (۵/۲۳ ± ۲۵/۷۸) تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P=۰/۲۳۳، t =−۱/۷۶۲۲). بدین مفهوم که؛ فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی افراد تحت هر دو وضعیت کانون توجه بیرونی، در طول فاز اکسنتریک تفاوت معنی‌داری نداشته است؛ اما در فاز کانسنتریک، تفاوت معنی‌داری بین میزان فعالیت الکتریکی در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد (۷/۱۲ ± ۲۸/۰۹) با وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک (۵/۵۱ ± ۳۳/۵۵) مشاهده شد ((P<۰/۰۰۱)، t =−۶/۵۸۴). بدین مفهوم که؛ عضله راست شکمی افراد تحت شرایط کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، با وجود ارتفاع پرش بیشتر، فعالیت الکتریکی کمتری در طول فاز کانسنتریک داشته است.

نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه میزان حداکثر نیروی وارد شده در صفحه نیروسنج قبل از جدا شدن از زمین نشان‌دهنده زاویه حداکثر زانو در فاز برونگرای حرکت است. نتایج آزمون تی همبسته نشان داد که این نیرو در وضعیت دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک به‌طور معنی‌داری بیشتر از وضعیت دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد بود (P=۰/۰۲۲)؛ که نشان می‌دهد زاویه حداکثر زانو در شرایط کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک بیش از حالت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد بود.

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک و عملکرد بر روی الگوی پرش عمودی و فعالیت الکتریکی عضله راست شکمی بود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک موجب افت عملکرد می‌شود درحالی‌که ممکن است الگوی انجام حرکت بهتر صورت بپذیرد. این نتایج با یافته‌های عبداللهی پور و همکاران (۲۰۱۵)، کریستین و همکاران (۲۰۱۴) و رایسبرک و یامادا (۲۰۱۹) همخوانی دارد، این مطالعات نشان داده‌اند که هنگامی‌که هدف یک مهارت، تطبیق حرکات بدن است کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک مزایای بیشتری نسبت به کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد دارد (۲۴, ۲۹, ۳۰). زمانی که هدف یک مهارت، کیفیت حرکت باشد و در هنگام انجام مهارت نیازی به دستکاری اشیاء نباشد، معطوف نمودن توجه فرد به سمت بیرون دشوار می‌باشد در نتیجه، محتویات نشانه‌های آموزشی ارائه‌شده در این تحقیقات که مربوط به کانون توجه بیرونی می‌باشد به‌دلیل عدم ارتباط آن‌ها با محتوای دستورالعمل‌های مربوط به رسیدن به

هدف مهارت، زیر سؤال می‌رود (۲۱, ۳۰-۳۲). این محدودیت ممکن است منجر به یافته‌های متناقض شود به همین دلیل در این‌گونه تحقیقات هیچ مزایایی در تمرکز خارجی نسبت به تمرکز داخلی مشاهده نشده است (۳۲, ۳۳). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که ارتفاع پرش عمودی زمانی که دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد بود بیشتر از زمانی بود که دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک صحیح حرکت بود. این نتایج با یافته‌های تحقیقات قبلی که تکالیف قدرتی را مورد بررسی قرار می‌دهند همخوانی دارد (۵).

علاوه بر این، نتایج حاصل از این مطالعه، فرضیه عمل محدود را نیز پشتیبانی می‌کند و نشان می‌دهد که یک کانون توجه بیرونی، توجه افراد را به اثرات (پریدن به سمت بالا) هدایت می‌کند که سیستم هماهنگی حرکات را خودکار می‌کند و عملکرد را افزایش می‌دهد. یکی دیگر از یافته‌های مهم پژوهش حاضر این است که دستورالعمل‌های کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد و مکانیک، از نظر عملکرد و مکانیک صحیح حرکت به یک اندازه مؤثر نبودند. گاکلر و همکاران (۲۰۱۵) یک جمعیت بالینی را مورد بررسی قرار داده و ولینگ و همکاران (۲۰۱۶) افراد سالم را مورد بررسی قرار داد. هر دو دریافتند که استفاده از کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، مکانیک فرود را بهبود می‌بخشد. بااین‌حال، این مزایای خارجی در مقایسه با تمرکز داخلی بود بنابراین نمی‌توان گفت که کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد می‌تواند جایگزین مناسبی برای کانون توجه درونی باشد و لازم است که کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در تکالیفی که شیوه‌ی اجرای حرکت، مهم هستند، باشد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک نسبت به کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد برای مکانیک صحیح حرکت برتر بود، اما منجر به عملکرد برتری نشد. ولی کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد موجب افزایش عملکرد آزمودنی‌ها نسبت به کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک شد. این نتایج با یافته‌های گواداگنلی و همکاران (۲۰۰۴) همخوانی داشت. آن‌ها دو نوع دستورالعمل آموزشی را در یک تکلیف تعادلی بررسی کردند. آزمودنی‌ها درحین انجام یک تکلیف تعادلی، یک میله را نگه داشتند و به آن‌ها گفته شد که در یک وضعیت بر ثبات میله تمرکز کنند و در وضعیت دیگری بر تعادل زیر پای خود تمرکز کنند. نتایج نشان داد که هردو نوع کانون توجه بیرونی، تکلیف تعادلی را بهبود بخشیدند. بااین‌حال، دستورالعمل‌های تعادل میله منجر به ثبات بیشتری (از نظر زمانی) نسبت به دستورالعمل‌های تعادل قامت شد، درحالی‌که دستورالعمل‌های ثبات قامت منجر به تعادل قامتی صحیح‌تری (از نظر مکانیکی) شد؛ بنابراین، دستورالعمل‌های تمرکز خارجی مخصوص مکانیک معمولاً منجر به بهبود مکانیک می‌شوند و دستورالعمل-های تمرکز خارجی برای عملکرد منجر به پیشرفت در عملکرد خواهد شد (۳۴).

در پژوهش حاضر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد نسبت به کانون توجه نسبت به کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک کاهش یافت. کاهش فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در کانون توجه بیرونی، نسبت به کانون توجه درونی در فاز درون‌گرا، با نتایج پژوهش‌های قبلی (۳۵، 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 در نظر گرفته شده است. ولف و همکاران (۱۶) بیان کردند هر دو جنبهٔ هماهنگی برون عضلانی و درون عضلانی، برای تکالیفی که به تولید نیروی بیشینه نیاز دارند، به بهینه‌سازی نیاز دارند (۱۶). کاهش فعالیت الکتریکی همراه با نتایج مؤثرتر در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، شاهدی بر بهینه‌سازی هماهنگی درون عضله با کانون توجه بیرونی است؛ بنابراین، می‌توان گفت کانون توجه بیرونی بر مکانیک به افزایش فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی 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 (۱۶). بر اساس 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.

نتیجه‌گیری نهایی

کاهش فعالیت الکتریکی همراه با نتایج مؤثرتر در وضعیت کانون توجه بیرونی مبتنی بر عملکرد، شاهدی بر بهینه‌سازی هماهنگی درون عضله با کانون توجه بیرونی است؛ بنابراین، می‌توان گفت کانون توجه بیرونی مبتنی بر مکانیک به افزایش فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی منجر می‌شود و برای افراد ماهر در حرکت پرش عمودی مناسب نمی‌باشد؛ اگرچه ممکن است مطابق مراحل یادگیری برای کوشش‌های اولیه یادگیری در افراد مبتدی مناسب باشد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر نتیجه پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد در رشته آسیب‌شناسی و تمرینات اصلاحی می‌باشد. بدین منظور از اساتید، همکاران و مدارس شهر تبریز که در این پژوهش حمایت و همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنم.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی به‌طور کامل در این مقاله رعایت شده است. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند در صورت تمایل از پژوهش خارج شوند همچنین همه شرکت‌کنندگان در جریان روند پژوهش بودند و اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. 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. [DOI:10.1260/174795407782233173]

2. Linthorne NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. American Journal of Physics. 2001;69(11):1198-204. [DOI:10.1119/1.1397460]

3. Wulf G. Attentional focus and motor learning: A review of 10 years of research. E-journal Bewegung und Training. 2007;1(2-3):1-11.

4. Wulf G. Attention and motor skill learning: Human Kinetics; 2007. [DOI:10.5040/9781492596844]

5. Qeysari F, Shahbazi M, Tahmasebi Boroujeni S, Sharifnejad 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. 2020;12(40):87-102.

6. Wulf G, Su J. An external focus of attention enhances golf shot accuracy in beginners and experts. Research quarterly for exercise and sport. 2007;78(4):384-9. [DOI:10.1080/02701367.2007.10599436] [PMID]

7. 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):S396. [DOI:10.1097/00005768-200505001-02041]

8. Wulf G, Wächter S, Wortmann S. Attentional focus in motor skill learning: Do females benefit from an external focus? Women in Sport and Physical Activity Journal. 2003;12(1):37-52. [DOI:10.1123/wspaj.12.1.37]

9. Wulf G, McConnel N, Gärtner M, Schwarz A. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. Journal of motor behavior. 2002;34(2):171-82. [DOI:10.1080/00222890209601939] [PMID]

10. Wulf G, McNevin NH, Fuchs T, Ritter F, Toole T. Attentional focus in complex skill learning. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2000;71(3):229-39. [DOI:10.1080/02701367.2000.10608903] [PMID]

11. 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. [DOI:10.3200/JMBR.36.4.450-459] [PMID]

12. Wulf G, Lauterbach B, Toole T. The learning advantages of an external focus of attention in golf. Research quarterly for exercise and sport. 1999;70(2):120-6. [DOI:10.1080/02701367.1999.10608029] [PMID]

13. Shea CH, Wulf G. Enhancing motor learning through external-focus instructions and feedback. Human Movement Science. 1999;18(4):553-71. [DOI:10.1016/S0167-9457(99)00031-7]

14. Totsika V, Wulf G. The influence of external and internal foci of attention on transfer to novel situations and skills. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2003;74(2):220-32. [DOI:10.1080/02701367.2003.10609084] [PMID]

15. Landers M, Wulf G, Wallmann H, Guadagnoli M. An external focus of attention attenuates balance impairment in patients with Parkinson's disease who have a fall history. Physiotherapy. 2005;91(3):152-8. [DOI:10.1016/j.physio.2004.11.010]

16. Wulf G, Dufek JS, Lozano L, Pettigrew C. Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. Human movement science. 2010;29(3):440-8. [DOI:10.1016/j.humov.2009.11.008] [PMID]

17. Zentgraf K, Lorey B, Bischoff M, Zimmermann K, Stark R, Munzert J. Neural correlates of attentional focusing during finger movements: A fMRI study. Journal of Motor Behavior. 2009;41(6):535-41. [DOI:10.3200/35-08-091] [PMID]

18. Hatfield BD, Haufler AJ, Hung T-M, Spalding TW. Electroencephalographic studies of skilled psychomotor performance. Journal of Clinical Neurophysiology. 2004;21(3):144-56. [DOI:10.1097/00004691-200405000-00003] [PMID]

19. Zhu F, Poolton J, Wilson M, Maxwell J, Masters R. Neural co-activation as a yardstick of implicit motor learning and the propensity for conscious control of movement. Biological Psychology. 2011;87(1):66-73. [DOI:10.1016/j.biopsycho.2011.02.004] [PMID]

20. Robinson LE, Stodden DF, Barnett LM, Lopes VP, Logan SW, Rodrigues LP, D'Hondt E. Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. Sports medicine. 2015;45(9):1273-84. [DOI:10.1007/s40279-015-0351-6] [PMID]

21. Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten B. Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: a randomized controlled trial. Human movement science. 2016;45:84-95. [DOI:10.1016/j.humov.2015.11.008] [PMID]

22. Bell J-J. The Effects of Attentional Instruction on Skilled Golfers When Performing a 25-Yard Chip Shot: Ashford University; 2019.

23. Gokeler A, Benjaminse A, Welling W, Alferink M, Eppinga P, Otten B. The effects of attentional focus on jump performance and knee joint kinematics in patients after ACL reconstruction. Physical therapy in sport. 2015;16(2):114-20. [DOI:10.1016/j.ptsp.2014.06.002] [PMID]

24. Raisbeck LD, Yamada M. The effects of instructional cues on performance and mechanics during a gross motor movement. Human movement science. 2019;66:149-56. [DOI:10.1016/j.humov.2019.04.001] [PMID]

25. 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. [DOI:10.1080/00222890903228421] [PMID]

26. Weinberg R, Smith J, Jackson A, Gould DJCJoASS. Effect of association, dissociation and positive self-talk strategies on endurance performance. 1984.

27. 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.

28. Khorasani, Seyed Mohammad Sadat, Alireza Hashemi Oskouei, and Fariba Ghaderi. Effect of Normalization Methods on the Reliability of EMG during Stair Negotiation and Ramp Walking. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 6.4 (2017): 201-209..

29. Christina B, Alpenfels E. Influence of attentional focus on learning a swing path change. International Journal of Golf Science. 2014;3(1):35-49. [DOI:10.1123/ijgs.2014-0001]

30. Abdollahipour R, Nieto MP, Psotta R, Wulf G. External focus of attention and autonomy support have additive benefits for motor performance in children. Psychology of Sport and Exercise. 2017;32:17-24. [DOI:10.1016/j.psychsport.2017.05.004]

31. Cook JW, Taylor LA, Silverman P. The application of therapeutic storytelling techniques with preadolescent children: A clinical description with illustrative case study. Cognitive and behavioral practice. 2004;11(2):243-8. [DOI:10.1016/S1077-7229(04)80035-X]

32. Lawrence GP, Gottwald VM, Hardy J, Khan MA. Internal and external focus of attention in a novice form sport. Research quarterly for exercise and sport. 2011;82(3):431-41. [DOI:10.5641/027013611X13275191443702] [PMID]

33. de Melker Worms JL, Stins JF, van Wegen EE, Verschueren SM, Beek PJ, Loram ID. Effects of attentional focus on walking stability in elderly. Gait & posture. 2017;55:94-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.03.031] [PMID]

34. Wulf, G., Mercer, J., McNevin, N., & Guadagnoli, M. A. (2004). Reciprocal influences of attentional focus on postural and suprapostural task performance. Journal of Motor Behavior, 36(2), 189-199. [DOI:10.3200/JMBR.36.2.189-199] [PMID]

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. [DOI:10.1152/jappl.1997.83.6.2105] [PMID]

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.