

مقاله پژوهشی

پیش‌بینی عملکرد تعادلی ایستا براساس انگیزختگی و فعال‌سازی در چرخه بیولوژیکی روز

*امیرحمزه سبزی^۱، محمد واعظ موسوی^۲، پونه مختاری^۳

۱. گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲. گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه امام حسین (ع)، تهران، ایران.

۳. گروه تربیت بدنی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Sabzi A H, Vaez Mousavi M, Mokhtari P. [The Static Balance Performance Prediction Based on Arousal and Activation in Circadian Rhythm (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(3):438-451. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.3.8>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.3.8>

چکیده



مقدمه و اهداف ساعات متفاوت روز، فاکتوری است که ممکن است بر عملکرد تعادلی تأثیر بگذارد. از طرفی، انگیزختگی نیز در طول روز نوسان دارد. هدف تحقیق، پیش‌بینی عملکرد تعادلی ایستا براساس انگیزختگی و فعال‌سازی در چرخه بیولوژیکی روز بود.

مواد و روش‌ها در این تحقیق، ۳۰ آزمودنی سالم (سن=۲۱±۰/۵ سال) شرکت کردند. عملکرد تعادل ایستا در سه زمان ۱۰:۰۰، ۱۵:۰۰ و ۲۰:۰۰ اندازه‌گیری شد. تا زمانی که شرکت‌کنندگان آزمون تعادل ایستا را اجرا می‌کردند، میزان انگیزختگی آن‌ها ثبت شد. برای اندازه‌گیری تعادل ایستا و انگیزختگی از آزمون امتیازدهی خطای تعادل و دستگاه بیودرم استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آنووا، ضریب همبستگی پیرسون و رگرسیون تحلیل شدند.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد عملکرد تعادل ایستا در ساعت ۱۵:۰۰ نسبت به ۱۰:۰۰ و ۲۰:۰۰ بهتر بود ($P < 0/05$). رابطه بین فعال‌سازی با عملکرد تعادل ایستا معنادار بود ($P < 0/05$), در حالی که بین انگیزختگی با عملکرد تعادل ایستا رابطه معناداری یافت نشد. همچنین شدت همبستگی فعال‌سازی و عملکرد تعادل ایستا در ساعت ۱۵:۰۰ بیشتر بود ($P < 0/05$, $r = 0/46$). نتایج رگرسیون نشان داد فعال‌سازی پیش‌بینی‌کننده معناداری در ۳ زمان مختلف روز بود.

نتیجه‌گیری به نظر می‌رسد این نتایج می‌تواند شواهدی در زمینه جداسازی انگیزختگی و فعال‌سازی به‌عنوان جنبه‌های جداگانه‌ای از کارکردهای رفتاری و فیزیولوژیکی فراهم کند. همچنین فعال‌سازی را به‌عنوان عاملی که سبب برتری تعادل ایستا در بعدازظهر نسبت به صبح و عصر است، معرفی می‌کند.

کلیدواژه‌ها انگیزختگی، فعال‌سازی، فعالیت الکترودرم، تعادل ایستا، ریتم شبانه‌روزی

تاریخ دریافت: ۱۷ شهریور ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۱۰ دی ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۰۱ مرداد ۱۴۰۱

* نویسنده مسئول:

دکتر امیرحمزه سبزی

نشانی: تهران، دانشگاه پیام نور، دانشکده علوم ورزشی، گروه تربیت‌بدنی.

تلفن: ۰۲۱-۶۷۰۳۵۷۴ (۹۱۲) ۹۸+

رایانامه: ah.sabzi@pnu.ac.ir

مقدمه

و به موازات آن، بر فرایندهای اساسی که حرکات جبرانی را در تنظیم قامت ایجاد می‌کنند، تأثیر می‌گذارند [۱۱]. از این رو، به نظر می‌رسد انگیختگی در نوسانات عملکرد تعادلی نقش داشته باشد.

انگیختگی در بیشتر مواقع با واژه‌های دیگر مانند فعال‌سازی به صورت هم‌معنا به کار رفته است، در حالی که شواهدی نیز مبنی بر تفاوت این ۲ وجود دارد [۱۲]. پیریبرام و مک‌گینس بین انگیختگی و فعال‌سازی تمایز قائل شدند. این پژوهشگران زیربنای فیزیولوژیکی متفاوتی برای انگیختگی و فعال‌سازی پیشنهاد کردند [۱۳]. از پژوهش در زمینه عصبی‌شناختی مربوط به این پدیده، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که انگیختگی از فعالیت‌های آمیگدال و سیستم فعال‌ساز صعودی واقع در تشکیلات مشبک مغز ناشی شده و تنها بر پاسخ‌های فیزیولوژیک اثر گذار است، اما عامل مؤثر بر فرایندهای آماده‌سازی حرکتی، فعال‌سازی است که حاصل فعالیت عقده‌های قاعده‌ای است [۱۴].

روش‌شناسی پژوهش‌های اخیر بر استفاده از سطح پایه اندازه‌گیری به منظور جدا کردن انگیختگی از فعال‌سازی تأکید می‌کنند. انگیختگی به وضعیت انرژی بدن در لحظه خاصی اطلاق شده که با سهاپ سجیده می‌شود، در حالی که فعال‌سازی تغییر میزان انگیختگی از سطح پایه به وضعیت اجرای تکلیف است که از طریق کسر سطح پایه از میزان انگیختگی هنگام اجرای تکلیف به دست می‌آید. نتایج پژوهش‌ها نشان دادند آنچه که با عملکرد ارتباط دارد، فعال‌سازی است و نه انگیختگی [۱۵، ۱۶].

برای مثال، بری و همکاران انتظار خود را از یافتن ارتباط فعال‌سازی با مقیاس‌های عملکرد به روشنی بیان و پیش‌بینی کردند که انگیختگی با عملکرد ارتباطی نخواهد داشت [۱۷]. آن‌ها اضافه کردند انگیختگی با پاسخ‌های فیزیولوژیک مرتبط است نه با پاسخ‌های رفتاری. پژوهش‌هایی که متعاقباً انجام شد، این پیش‌بینی را تصدیق کرد. واعظ موسوی و همکاران با هدف بررسی رابطه انگیختگی و فعال‌سازی با عملکرد کودکان و افراد بالغ در تکلیف مداوم آزمایشگاهی به این نتیجه رسیدند که مقیاس‌های عملکرد (میانگین زمان واکنش و تعداد خطاها) با میزان فعال‌سازی مرتبط است، اما سطح انگیختگی با این مقیاس‌ها رابطه معناداری ندارد [۱۵].

آن‌ها نتیجه گرفتند که بررسی‌های بیشتر با استفاده از به‌کارگیری انگیختگی و فعال‌سازی به عنوان جنبه‌های مختلف انرژی و آزمون اثرات آن‌ها بر پاسخ‌های فیزیولوژیک و رفتار ارزشمند خواهد بود. توضیح اثرگذاری ریتم شبانه‌روزی بر متغیرهای مربوط به ورزش و تمرین مشکل است. هنگامی که ورزشکاری آزمون عملکرد جسمانی را اجرا می‌کند، پاسخ‌های فیزیولوژیکی واضحی به تمرین‌هایی که در آن شرکت می‌کند، وجود خواهد داشت که ممکن است سبب پنهان شدن سازوکارهای اثرگذار زمانی شود [۱۷].

توانایی حفظ تعادل برای فعالیت‌های روزمره و عملکرد مطلوب ورزشی نقش مهمی ایفا می‌کند و کاهش عملکرد تعادلی خطر آسیب‌های ورزشی را افزایش می‌دهد. علاوه بر آن، تمرین تعادل میزان آسیب‌های ورزشی را کاهش می‌دهد و به بهبود عملکرد ورزشی کمک می‌کند. بنابراین درک عوامل مشارکت‌کننده در عملکرد تعادلی می‌تواند کاربردهایی برای پیشگیری از آسیب و برگزاری جلسات تمرینی فراهم کند [۱].

زمان روز عاملی است که ممکن است عملکرد تعادلی را تحت تأثیر قرار دهد، اما تحقیقات انجام‌شده نتایج متناقضی درباره تأثیر آن گزارش کردند، به طوری که نتایج مطالعه گریبل و همکاران و کوان و همکاران حاکی از برتری عملکرد تعادلی در صبح نسبت به بعدازظهر و عصر [۲، ۳]، بسوت و همکاران و موسوی و نورسته حاکی از برتری عملکرد تعادلی در بعدازظهر و عصر نسبت به صبح [۴، ۵] و دیشامپ و همکاران، تأثیر نداشتن ساعات متفاوت روز بر عملکرد تعادلی است [۶]. نکته بارز این است که عملکرد تعادلی در ۱ روز عادی بین ساعات ۶ صبح تا ۶ عصر در نوسان است. با این حال، فرایندهای زیربنایی که مسئول این تغییرات روزانه در عملکرد تعادلی هستند، هنوز به طور واضح مشخص نشدند [۷].

هسته فوق چلیپایی^۱ یک ریتم‌دهنده روزانه برای بسیاری از رفتارها از جمله چرخه خواب و بیداری است. نتایج یک مطالعه به این نگرش منتهی شد که این هسته تنظیم شبانه‌روزی انگیختگی را از طریق افزایش هوشیاری یا خواب‌آلودگی و خواب به صورت دوره‌ای تنظیم می‌کند. انشعابات از هسته فوق چلیپایی به سیستم لوکوس سیرولئوس^۲ که انگیختگی را تنظیم می‌کنند با این دیدگاه منطبق است [۸]. نورون‌های سیستم لوکوس سیرولئوس فعالیت تکانه‌ای را بر اساس مراحل مختلف خواب و بیداری تغییر می‌دهند. برای مثال، فعال شدن بیشتر هنگام بیداری، فعال شدن کمتر در طول خواب آهسته و تقریباً خاموش در طول خواب پارادوکسیک^۳. علاوه بر این، تحریک موضعی شیمیایی نورون‌های سیستم لوکوس سیرولئوس موجب تحریک سیگنال‌های نوار مغزی هیپوکامپ و کورتیکال می‌شود [۹].

این نتایج نشان می‌دهد فعالیت نورون‌های نوراپی‌نفرین ال. سی انگیختگی را بالا می‌برد، اما دخالت احتمالی این سیستم در تنظیمات شبانه‌روزی هوشیاری هنوز گزارش نشده است [۱۰]. از آنجا که حفظ تعادل مستلزم یکپارچگی مداوم درون‌دادهای حسی مختلف است، پیشنهاد شد اختلال هوشیاری بر فرایندهای این یکپارچگی در سطح سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد

1. Suprachiasmatic Nucleus
2. Locus Coeruleus (LC) System
3. Rapid Eye Movement

دستگاه بیودرم یو. اف. ا.

برای اندازه‌گیری سطح هدایت الکتریکی پوست از دستگاه بیودرم یو. اف. ا مدل اس. سی ۲۷۰۱ استفاده شد. این دستگاه قابل حمل، ساخت شرکت تاوت تکنولوژی کشور ایالات متحده است و ۲ بخش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری دارد. بخش سخت‌افزاری شامل یک رمزگردان دقیق برای جمع‌آوری داده‌های فیزیولوژیک به‌صورت زمان واقعی^۷ است که امکان جمع‌آوری اطلاعات بیش از ۸ حسگر را به‌طور هم‌زمان فراهم می‌کند. این سیستم، علائم فرستاده‌شده از حسگرها را با یک فیبر نوری به بخش دیگری به نام تی. تی. یو. اس. بی^۸ می‌فرستد که به رایانه متصل است و داده‌های فیزیولوژیک را از آنالوگ به دیجیتال تبدیل می‌کند. سطح هدایت الکتریکی پوست (سه‌پ)، مقیاس توانایی پوست در هدایت جریان الکتریسته است. این حسگر ۲ الکتروود دارد که به بند اول انگشتان میانه و اشاره دست غیربرتر شرکت‌کننده نصب شد. هدایت الکتریکی پوست با استفاده از این دستگاه براساس واحد میکروسیمن^۹ (μS) سنجیده شد [۲۰].

آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل

به‌منظور ارزیابی تعادل ایستا از آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل استفاده شد. در این آزمون، تعادل ایستای هر شرکت‌کننده روی ۲ سطح پایدار و ناپایدار در ۳ وضعیت مختلف اجرا می‌شود. ۳ وضعیت بدنی شامل حالت ایستاده روی ۲ پا به‌صورت جفت‌شده، ایستاده روی ۱ پا (پای برتر) با خم شدن ۹۰ درجه زانوی پای دیگر و قرارگیری ۲ پا پشت سر هم در یک خط است. آزمودنی در وضعیت چشم‌های بسته و دست‌ها روی کمر هر وضعیت را ۲۰ ثانیه حفظ می‌کند و آزمونگر خطاهای او را ثبت می‌کند. در صورت وقوع هر خطا هنگام حفظ تعادل برای شرکت‌کننده ۱ امتیاز منفی ثبت می‌شود [۲۱]. این آزمون برای ارزیابی تعادل ایستا (ضریب پایایی درون‌طبقه‌ای^{۱۰} برای بین آزمونگرها از ۰/۸۷ تا ۰/۹۸ و برای درون آزمونگرها از ۰/۷۸ تا ۰/۹۶) آزمون معتبری است [۲۲].

قبل از جمع‌آوری داده‌ها در جلسه‌ای، شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق آشنا شدند و فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. سپس جهت آشنایی با آزمون تعادل ایستا از آن‌ها خواسته شد. آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل را ۵ بار تمرین کنند. باتوجه‌به اینکه پژوهش حاضر بدون هرگونه آزمایشی انجام شد، کسب رضایت کتبی از شرکت‌کنندگان جهت مشارکت در پژوهش کافی به نظر رسید. برای کاهش اثرات متغیرهای مخل از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد شب قبل از آزمون خواب کاملی داشته باشند و تا ۲ ساعت قبل از هر آزمون از خوردن، آشامیدن

از پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه سازوکار ریتم شبانه‌روزی بر عملکرد ورزشی می‌توان استدلال کرد که اگر در شرایط عادی، عملکرد ورزشی تحت تأثیر زمان روز قرار می‌گیرد، پس زمان روز تأثیر مستقیمی بر ورزشکار دارد [۱۸] و ورزشکاران و مربیان هنگام تمرین و مسابقات باید توجه خاصی به این موضوع داشته باشند.

در پژوهش‌های گذشته بین تأثیر ساعات متفاوت روز بر عملکرد تعادلی تناقض وجود دارد [۴، ۵، ۱۹]. از طرف دیگر، نقش عواملی که سبب این تغییرات می‌شوند، هنوز ناشناخته مانده است. با توجه به ارتباطی که فعال‌سازی با عملکرد دارد [۱۲، ۱۵، ۱۶] و اینکه در طول روز نیز دچار تغییر است، پیش‌بینی می‌شود فعال‌سازی در تغییرات تعادل ایستا در طول روز نقش داشته باشد. از این رو، پژوهش حاضر دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال بود که اوج عملکرد تعادلی ایستا در طول روز در کدام ساعت است و اینکه آیا این تغییرات با فعال‌سازی پیش‌بینی می‌شود یا انگیختگی.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کمی بوده و با توجه به هدف آن از نوع مطالعات بنیادی است و در طبقه‌بندی براساس روش، پژوهش حاضر از نوع مطالعات توصیفی همبستگی است. طرح پژوهش از نوع طرح سری‌های زمانی^۴ است، زیرا اندازه‌گیری متغیرها در ساعات مختلفی از روز انجام شد. ۳۰ شرکت‌کننده (سن = ۲۱±۰/۵ سال) به‌صورت داوطلبانه به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند.

معیارهای ورود شامل نداشتن سابقه اسپرین چندجانبه میچ پا در سال گذشته (۳ بار یا بیشتر)، نداشتن آسیب یا اسپرین میچ پا در ۶ ماه گذشته، نداشتن سابقه آسیب چندجانبه زانو در سال گذشته (۳ بار یا بیشتر)، نداشتن آسیب یا جراحی زانو در سال گذشته، نداشتن سابقه آسیب چندجانبه مفصل ران در سال گذشته (۳ بار یا بیشتر)، نداشتن آسیب یا جراحی ران در ۶ ماه گذشته، نداشتن سابقه بیماری یا مصرف دارویی که سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار می‌داد و نداشتن سابقه علائم و نشانه بیماری‌های گوش داخلی از جمله وزوز، سرگیجه و اختلال در تعادل بود.

برای گردآوری داده‌ها از دستگاه بیودرم یو. اف. ا^۵ مدل اس. سی ۲۷۰۱، سیستم امتیازدهی خطای تعادل^۶ و پرسش‌نامه ویژگی‌های فردی و وضعیت سلامت استفاده شد که جزئیات مربوط به این ابزار به شرح ذیل است:

7. Real-Time
8. TT-USB
9. Micro-Siemens
10. Intraclass Correlation Coefficient (ICC)

4. Time Series
5. Bioderm UFA
6. Balance Error Scoring System

اسمیرنف^{۱۱} برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، جهت بررسی رابطه تغییرات تعادل ایستا طی روز از تحلیل واریانس یک‌راهه، برای بررسی رابطه بین انگیختگی و فعال‌سازی با تعادل ایستا از همبستگی پیرسون و جهت پیش‌بینی عملکرد تعادلی ایستا از روی فعال‌سازی از رگرسیون استفاده شد. در همه تحلیل‌ها سطح معناداری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

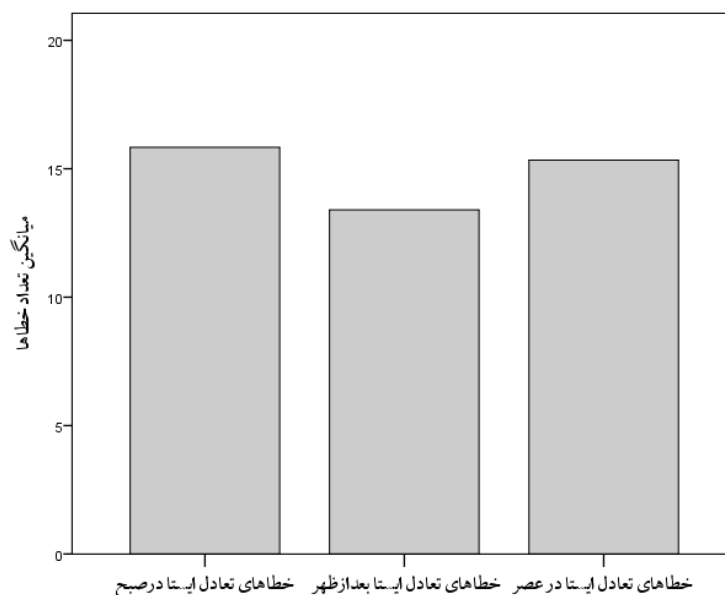
یافته‌ها

آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در **جدول شماره ۱** ارائه شده‌است. بیشترین مقدار انگیختگی و فعال‌سازی شرکت‌کنندگان با میانگین $15/32$ و $6/2$ میکروسیمن مربوط به زمان بعدازظهر بود. همچنین بهترین عملکرد تعادل ایستا در زمان بعدازظهر با امتیاز 10 به دست آمد.

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری نشان داد در تعادل ایستا بین زمان‌های صبح، بعدازظهر و عصر تفاوت معناداری وجود دارد ($F_{2/188} = 10/87, P < 0/001$) (**جدول شماره ۲**). آمار توصیفی بیانگر عملکرد تعادل ایستای بهتر (تعداد خطاهای کمتر) شرکت‌کنندگان در زمان بعدازظهر نسبت به صبح و عصر بود (**جدول شماره ۱**) (تصویر شماره ۱).

جدول شماره ۳، نتایج تحلیل رگرسیون مربوط به پیش‌بینی تعداد خطاهای تعادل ایستا براساس فعال‌سازی در ساعات مختلف روز را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل رگرسیون مدل معناداری در ۳ زمان مختلف روز نشان داد. این مدل $0/13$ ، $0/15$ و $0/13$ درصد از واریانس را توجیه می‌کند. تحلیل نشان داد فعال‌سازی پیش‌بینی‌کننده معناداری در ۳ زمان مختلف روز بود.

11. Kolmogorov Smirnov



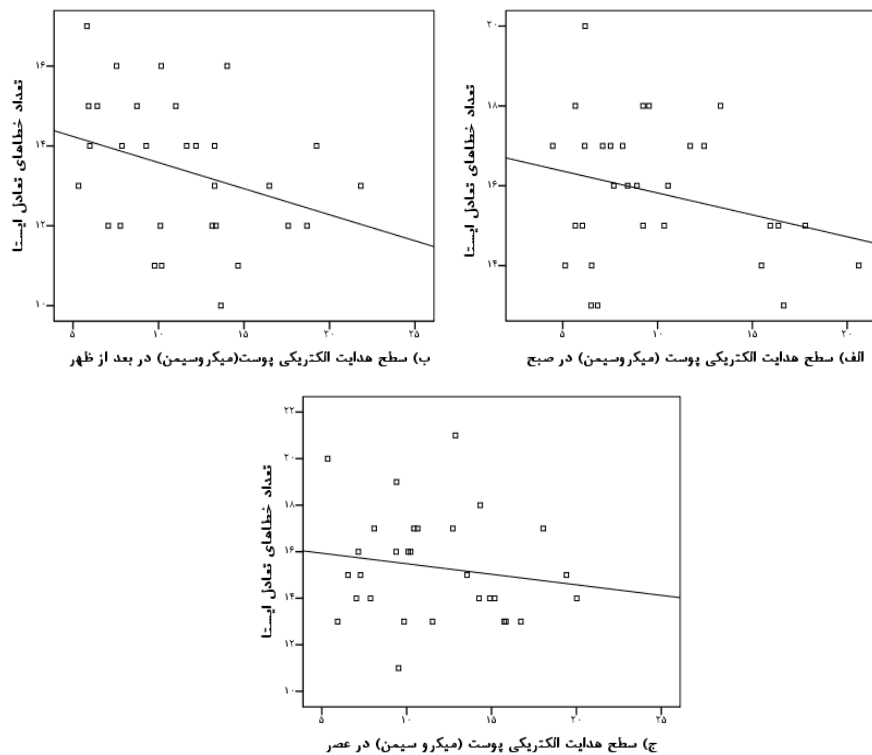
و فعالیت بدنی خودداری کنند. همچنین طی روز آزمون فعالیت جانبی که منجر به خستگی شود، انجام ندهند.

در روز آزمون، الکترودهای دستگاه بیودرم (کلرید نقره/نقره به قطر $7/5$ میلی‌متر) به بند اول انگشت اشاره و میانی دست غیربرتر متصل شد. از الکترولیت (پتاسیم و کلرید سدیم $0/05$) به صورت پماد پوستی به منظور هدایت بهتر جریان استفاده شد. برای ثبت انگیختگی پایه از شرکت‌کنندگان خواسته شد روی صندلی به حالت کاملاً آرام بنشینند و سطح هدایت الکتریکی پوست آن‌ها 16 تا 18 دقیقه قبل از اجرای تکلیف تعادل ایستا توسط دستگاه اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان سطح پایه انگیختگی ثبت شد. در زمان اجرای تکلیف تعادل ایستا، میزان سطح هدایت الکتریکی پوست آن‌ها به عنوان انگیختگی مربوط به آن تکلیف ذخیره شد.

سپس هر شرکت‌کننده تکلیف تعادلی ایستا را طبق ترتیبی که پژوهشگر اعلام می‌کرد، اجرا کرد. طی مدت اجرای تکلیف تعادلی، رایانه متصل به دستگاه ثبت‌کننده سطح هدایت الکتریکی پوست، اطلاعات مربوط به فرد را با فرکانس 10 هرتز در ثانیه ثبت می‌کرد. برای محاسبه فعال‌سازی، میانگین کمترین میزان سطح هدایت الکتریکی پوست هنگام اجرای تکلیف از میزان سطح هدایت الکتریکی پوست پایه کسر شد. شرکت‌کننده‌ها در 1 روز و 3 بار (ساعات $15:00$ ، $10:00$ و $20:00$) ارزیابی شدند.

میانگین سطح هدایت الکتریکی پوست هنگام انجام آزمون سیستم امتیازدهی خطای تعادل به عنوان سطح انگیختگی، کسر میانگین کمترین میزان سطح هدایت الکتریکی پوست هنگام اجرای تکلیف از میزان سطح هدایت الکتریکی پوست پایه به عنوان فعال‌سازی و میزان خطاهای ثبت‌شده به عنوان نمره تعادل ایستا محاسبه و برای تحلیل آماری استفاده شد. از آزمون کولموگروف-

تصویر ۱. تعداد خطاهای تعادل ایستا در ۳ زمان صبح، بعدازظهر و عصر



طب توانبخشی

تصویر ۲. ارتباط بین انگیختگی و تعادل ایستا در تصاویر الف، ب و ج مربوط به زمان‌های صبح، بعدازظهر و عصر

در تصویر شماره ۲، تصاویر الف، ب و ج، ارتباط انگیختگی با تعادل ایستا در ۳ زمان صبح، بعدازظهر و عصر را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد بین انگیختگی و عملکرد تعادل ایستا در ۳ زمان صبح، بعدازظهر و عصر ارتباط معناداری وجود نداشت ($P > 0.05$). میزان همبستگی انگیختگی با عملکرد تعادل ایستا در صبح ($r = -0.27, P > 0.05$)، بعدازظهر ($r = -0.32, P > 0.05$) و عصر ($r = -0.16, P > 0.05$) ضریب تعیین برای صبح، بعدازظهر و عصر به ترتیب $0.07, 0.11$ و 0.03 بود.

بحث

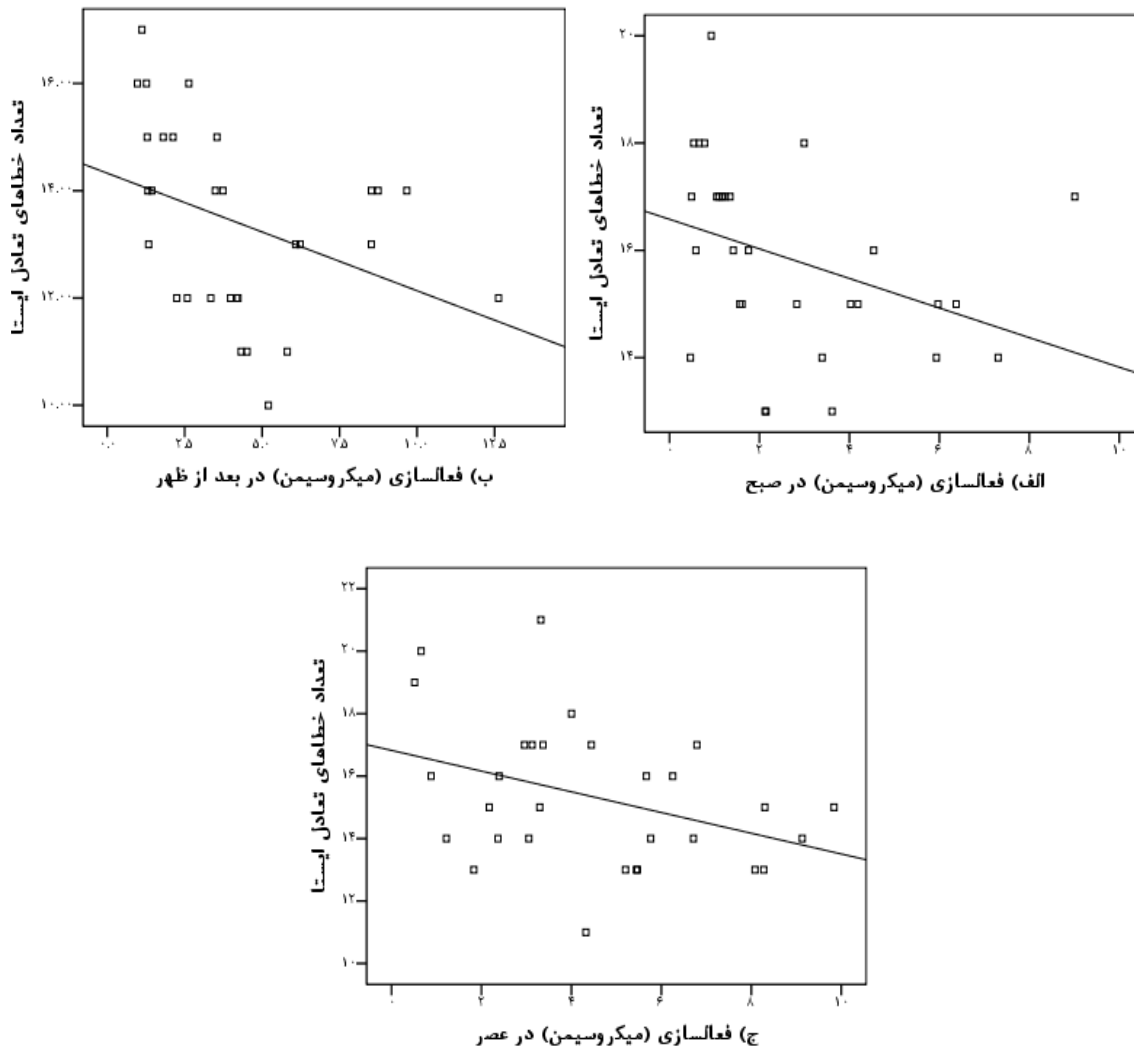
حفظ سطح اتکای باثبات طی تکالیف تعادلی نیازمند یکپارچگی درون‌دادهای حسی از ۳ بخش بینایی، دستگاه دهلیزی و حرکت مرکز جرم است که این کار با اصلاحات خیلی کوچک با پاسخ‌های حرکتی متواتر میسر می‌شود. این فعالیت‌های عضلانی پیچیده قابلیت‌های جسمانی بالایی را نیاز ندارد و بیشتر براساس سازماندهی اطلاعات حسی استوار است [۱].

نتایج این مطالعه نشان داد عملکرد تعادل ایستا در ساعات متفاوت روز متفاوت بود و بهترین عملکرد در بعدازظهر مشاهده

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار انگیختگی، فعال‌سازی و نمرات تعادل پویای شرکت‌کنندگان در صبح، بعدازظهر و عصر

| زمان | انگیختگی (μS) | فعال‌سازی تعادل ایستا (μS) | نمره تعادل ایستا |
|----------|---------------|----------------------------|------------------|
| صبح | ۹/۸۷±۴/۳۲ | ۲/۲۸±۲/۷ | ۱۵/۸±۱/۷۴ |
| بعدازظهر | ۱۱/۳۹±۴/۳۷ | ۸/۲۳±۲/۹۵ | ۱۳/۴±۱/۷۵ |
| عصر | ۱۱/۶۶±۴/۰۹ | ۴/۴۹±۲/۶ | ۱۵/۳۳±۲/۲۹ |

طب توانبخشی



تصویر ۳. ارتباط بین فعال‌سازی و تعادل ایستا در تصاویر الف، ب و ج مربوط به زمان‌های صبح، بعدازظهر و عصر

طب توانبخشی

شرکت‌کننده از ۲۵ شرکت‌کننده اظهار کردند معمولاً بعد از ظهرها تمرینات ورزشی انجام می‌دهند. این پژوهشگران برتری عملکرد تعادلی را به انجام تمرینات منظم در بعدازظهرها نسبت دادند و نتیجه گرفتند که مشارکت ورزشی ممکن است ریتم‌های مختلف شبانه‌روزی ایجاد کند و به تفاوت تأثیر روز در تعادل در ورزشکاران تفریحی در مقایسه با افراد غیرفعال کمک کند [۹].

همچنین یافته‌ها نشان دادند برخی از متغیرهای فیزیولوژیکی

شد. میانگین خطاها در تعادل ایستا در ۳ زمان صبح، بعدازظهر و عصر به ترتیب ۱۵/۸، ۱۳/۴ و ۱۵/۳۳ بود. این یافته با نتایج تحقیقات گریبل و همکاران، کوان و همکاران، یورگنسن و همکاران و بوجالا و همکاران ناهم‌خوان [۲، ۳، ۲۳، ۲۴] و با نتایج هاینباک و همکاران هم‌خوان است [۱].

تمرینات منظم در ساعات خاصی از روز سبب افزایش عملکرد در آن ساعت می‌شود [۲۵]. در پژوهش هاینباک و همکاران، ۱۹

جدول ۲. ضرایب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده در صبح، بعدازظهر و عصر

| زمان | ضریب استاندارد نشده | ضریب استاندارد شده | بتا |
|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| فعال‌سازی صبح | -۰/۲۸ | ۰/۱۳ | -۰/۳۶ |
| فعال‌سازی بعدازظهر | -۰/۲۱ | ۰/۱ | -۰/۳۷ |
| فعال‌سازی عصر | -۰/۳۳ | ۰/۱۵ | -۰/۳۷ |

جدول ۳. ضرایب رگرسیون استاندارد شده و استاندارد نشده در صبح، بعد از ظهر و عصر

| ضریب استاندارد نشده | ضریب استاندارد شده | بتا |
|---------------------|--------------------|-------|
| -۰/۲۸ | ۰/۱۳ | -۰/۳۶ |
| -۰/۲۱ | ۰/۱ | -۰/۳۷ |
| -۰/۳۳ | ۰/۱۵ | -۰/۳۷ |

طب توانبخش

نه انگیزختگی. فعال سازی توانست نمرات عملکرد تعادل ایستا را پیش بینی کند. با توجه به ضریب تعیین همبستگی فعال سازی با عملکرد در صبح، بعد از ظهر و عصر (۰/۱۳، ۰/۲۱ و ۰/۱۴) و فعال سازی بیشتر در بعد از ظهر نسبت به صبح و عصر (۸/۲۳) در مقابل ۲/۷ و ۴/۴۹) نسبت به ۲ زمان دیگر، می توان برتری عملکرد در این ساعت از روز را به فعال سازی نسبت داد. ناتوانی انگیزختگی در پیش بینی عملکرد بازیربنای نظری ارائه شده توسط پریبرام و مک گینس که زیر پایه های عصبی متفاوتی را برای این ۲ مفهوم توصیف کرده بودند، هماهنگ است [۱۳].

از مطالعات عصب شناختی مربوط به این پدیده، چنین نتیجه گیری می شود که انگیزختگی از فعالیت های آمیگدال و سیستم فعال ساز صعودی واقع در تشکیلات مشبک مغز ناشی شده و تنها بر پاسخ های فیزیولوژیک اثر گذار است، اما عامل مؤثر بر فرایندهای آماده سازی حرکتی، فعال سازی است که حاصل فعالیت عقده های قاعده ای است. علاوه بر این، پریبرام و مک گینس عنوان کردند انگیزختگی، پاسخ های فیزیولوژیک مرحله ای، به ویژه پاسخ جهت گیری را کنترل می کند [۳۱]. به عقیده آن ها، انگیزختگی را می توان به صورت نوعی عامل تقویت کننده برای پاسخ جهت گیری در نظر گرفت. از نظر این پژوهشگران، فعال سازی با نوعی آماده سازی برای بروز رفتار مرتبط است.

استفاده از سطح پایه که در تحقیق قبلی معرفی شده بود [۱۶]، باعث شد در پژوهش حاضر سطح قابل مشاهده ای از فعال سازی پدیدار شود که نشانه ویژگی های معرفی شده بری و همکاران است [۱۲]. همچنین پیش بینی عملکرد تعادلی ایستا از روی فعال سازی با یافته های پیشین بری و همکاران، واعظ موسوی و همکاران (۲۰۰۷) که پیشنهاد کرده بودند، فعال سازی پیش بینی کننده رفتار است نه انگیزختگی، در توافق است [۱۲، ۱۵، ۱۶، ۳۴].

بنابراین اجرای رفتاری ممکن است مستقیماً با سطح انگیزختگی ارتباط نداشته باشد. همچنین بری و همکاران به بررسی عملکرد کودکان در یک تکلیف اجرای مداوم پرداختند. آن ها به دنبال نتایج حاصل از این پژوهش، انگیزختگی را به صورت وضعیت متغیری که منعکس کننده عوامل انرژی تیک جاری است تعریف کردند و فعال سازی مرتبط با تکلیف را تغییرات انگیزختگی مرتبط با تکلیف (از یک وضعیت پایه به سطح تکلیف) تعریف

و روانی از الگوهای ریتمیک پیروی می کنند و بیشتر آن ها در بعد از ظهر در اوج قرار دارند [۱۸]. پژوهشگران نشان دادند ثبات و دقت سرویس های بدمینتون و تنیس در ساعات بعد از ظهر بالاتر است [۲۶]. این تغییرات بیشتر با تغییرات در خستگی و انگیزختگی مرتبط است. ریتم های شبانه روزی بر مهارت های خاص فوتبال از جمله دریبل، ضربه چپ^{۱۲} و سانتر تأثیرات مشابهی داشته است [۲۷].

ریتم های شبانه روزی بر انعطاف پذیری عضلات مفصل زانو در مهارت های تعادل نقش مهمی ایفا می کند، به طوری که پژوهشگران، پایین ترین سطوح سفتی عضلانی را در بعد از ظهر گزارش کردند [۲۸]. قدرت عضلانی که از دیگر عوامل تأثیر گذار بر تعادل است، مستقل از اینکه کدام گروه عضلانی ارزیابی شود، اوج عملکرد آن در بعد از ظهر گزارش شده است. سایر گروه های عضلانی مانند ۴ سر و عضلات دور کننده، ریتم های مشابهی نشان دادند. قدرت عضلانی عضلات پشتی و قدرت کانسنتریک و اکسنتریک در بعد از ظهر در بالاترین مقدار قرار دارد [۲۹]. سایر پژوهشگران سرعت های بالاتری از متغیرهای عملکرد ایزوکنتریک (مانند اوج گشتاور، میانگین توان و حداکثر توان) را در بعد از ظهر به ثبت رساندند [۳۰].

بر مبنای نتایج این تحقیق، افزایش انگیزختگی از سطح پایه تا انجام تکلیف منحصر به فرد بود و این امر همان مفهوم فعال سازی است. محدوده انگیزختگی تعادل ایستا در دامنه ای بین ۲۱/۸۳ تا ۴/۴۷ و فعال سازی در محدوده ۱۲/۶۳ تا ۰/۴۶ قرار داشت. در تحقیقات گذشته، بری و همکاران و واعظ موسوی و همکاران (۲۰۰۷) برای ثبت سطح انگیزختگی پایه مدت زمان ۳ دقیقه در نظر گرفته شد که این مدت زمان کم بود و سبب شد میزان فعال سازی برخی از شرکت کنندگان منفی به دست آید [۱۲، ۱۵] مویا آل بیول و همکاران، سطح پایه را ۱۰ دقیقه پیشنهاد کردند و همچنین اندرسون و فینست، مقدار زمان مورد نیاز برای ثبت سهپا پایه را بیش از ۱۵ دقیقه تعریف کردند [۳۱، ۳۲].

در تحقیق حاضر، برای ثبت سطح پایه انگیزختگی ۱۶ تا ۱۸ دقیقه در نظر گرفته شد و این امر باعث شد میزان فعال سازی شرکت کنندگان در تکلیف تعادل ایستا مثبت به دست آید. در پژوهش حاضر، آنچه که با عملکرد رابطه داشت، فعال سازی بود

نتیجه‌گیری

باتوجه به یافته‌های پژوهش می‌توان اظهار کرد تعادل ایستا طی روز تغییراتی دارد و بهترین عملکرد در بعدازظهر است. این تغییرات با فعال‌سازی ارتباط دارد. ارتباط داشتن فعال‌سازی با عملکرد تعادلی ایستا شواهدی را در تأیید فرضیه جدایی انگیزگی و فعال‌سازی فراهم کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران رسیده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری با راهنمایی محمد واعظ موسوی و مشاوره پونه مختاری در گروه تربیت‌بدنی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌پردازی و نظارت: محمد واعظ موسوی و پونه مختاری؛ بررسی، نگارش پیش‌نویس اصلی، گردآوری داده‌ها و نگارش بررسی و ویرایش: امیر حمزه سبزی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران از همه افرادی که در این پژوهش مستقل مشارکت داشتند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد اندازه میانگین پاسخ سوگیری مرحله‌ای به انگیزگی وابسته است و به فعال‌سازی وابسته به تکلیف ارتباطی ندارد.

مقیاس‌های عملکردی (میانگین زمان واکنش و تعداد خطاها) با افزایش فعال‌سازی و نه با انگیزگی بهبود یافتند. آن‌ها نشان دادند انگیزگی و فعال‌سازی ابعاد انرژی‌زای مختلفی در پاسخ‌دهی فیزیولوژیک و رفتاری محسوب می‌شوند. واعظ موسوی و همکاران (۲۰۰۷ الف و ب)، با تکرار بعضی ابعاد پژوهش فوق بر روی بزرگسالان سالم [۱۵، ۱۶]، از یافته‌های بری و همکاران درباره تفکیک ابعاد انرژی‌زا به انگیزگی و فعال‌سازی حمایت کردند [۱۲]. آن‌ها در تحقیق خود به بررسی اثرات انگیزگی و فعال‌سازی بر پاسخ‌های رفتاری و فیزیولوژیک بر یک تکلیف مداوم پرداختند. نتایج، رابطه‌ای بین سطح انگیزگی با عملکرد در تکالیف مداوم را نشان نداد، در حالی که بین تغییرات انگیزگی نسبت به سطح پایه با عملکرد رابطه معناداری وجود داشت. واعظ موسوی و همکاران به بررسی ارتباط انگیزگی فیزیولوژیک و فعال‌سازی افراد نظامی با عملکرد تعادل ایستا پرداختند [۳۴].

نتایج، ارتباط خطی بین فعال‌سازی و عملکرد را نشان داد، در حالی که انگیزگی با عملکرد همبستگی نداشت. همچنین قدرت پیش‌بینی عملکرد از روی فعال‌سازی متوسط گزارش شد. هم‌خوانی یافته‌های تحقیق حاضر که برای اولین بار در یک تکلیف حرکتی روزمره انجام شده است، با نتایج تحقیقات قبلی که افتراق انگیزگی و فعال‌سازی را در تکالیف آزمایشگاهی سنجیدند، نشان می‌دهد کیفیت انجام تکلیف صرف‌نظر از نوع آن تحت تأثیر فعال‌سازی است نه انگیزگی. ضریب تعیین نشان‌دهنده قدرت متوسط این تأثیر بود.

پژوهش حاضر همانند هر پژوهش دیگر با محدودیت‌هایی همانند نبود کنترل خستگی شرکت‌کنندگان و همچنین فرایند جمع‌آوری داده‌ها در ۱ روز بود. باتوجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود برای آموزش افراد مبتدی که در حال یادگیری مهارت‌هایی ورزشی هستند، جلسات تمرینی در بعدازظهر برنامه‌ریزی شوند تا مؤلفه تعادلی مهارت افزایش یابد.

باتوجه به تأثیر ساعات متفاوت روز بر عملکرد تعادلی ایستا، پیشنهاد می‌شود مراحل مربوط به جمع‌آوری داده‌های آزمون‌های کنترل وضعیت قامت ایستا در مراکز سنجش و اندازه‌گیری آمادگی جسمانی و حرکتی، باشگاه‌ها و پایگاه‌های قهرمانی در ساعات مشخصی از روز انجام شود. باتوجه به ارتباط فعال‌سازی با عملکرد تعادلی ایستا به مربیان پیشنهاد می‌شود علاوه بر ابعاد آمادگی جسمانی، تاکتیکی و تکنیکی به تمرین و تقویت بُعد روانی آن‌ها نیز بپردازند.

References

- [1] Heinbaugh EM, Smith DT, Zhu Q, Wilson MA, Dai B. The effect of time-of-day on static and dynamic balance in recreational athletes. *Sports Biomechanics*. 2015; 14(3):361-73. [DOI:10.1080/14763141.2015.1084036] [PMID]
- [2] Gribble PA, Tucker WS, White PA. Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*. 2007; 42(1):35-41. [PMID] [PMCID]
- [3] Kwon YH, Choi YW, Nam SH, Lee MH. The influence of time of day on static and dynamic postural control in normal adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 2014; 26(3):409-12. [DOI:10.1589/jpts.26.409]
- [4] Mousavi L, Shahrokhi H, Norasteh A. [The effect of time of day on static and dynamic postural control in female and male athletes (Persian)]. *Sport Sciences and Health Research*. 2011; 1(3):113-27. [Link]
- [5] Bessot N, Lericollais R, Gauthier A, Sesboué B, Bulla J, Moussay S. Diurnal variation in gait characteristics and transition speed. *Chronobiology International*. 2015; 32(1):136-42. [DOI:10.3109/07420528.2014.959128]
- [6] Deschamps T, Magnard J, Cornu C. Postural control as a function of time-of-day: influence of a prior strenuous running exercise or demanding sustained-attention task. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2013; 10(1):26. [DOI:10.1186/1743-0003-10-26]
- [7] Bougard C, Lepelley MC, Davenne D. The influences of time-of-day and sleep deprivation on postural control. *Experimental Brain Research*. 2011; 209(1):109-15. [DOI:10.1007/s00221-010-2524-8]
- [8] Klein DC, Moore RY, Reppert SM. *Suprachiasmatic nucleus: The mind's clock*. Oxford: Oxford University Press; 1991. [Link]
- [9] Berridge CW, Foote SL. Effects of locus coeruleus activation on electroencephalographic activity in neocortex and hippocampus. *Journal of Neuroscience*. 1991; 11(10):3135-45. [DOI:10.1523/JNEUROSCI.11-10-03135.1991] [PMID] [PMCID]
- [10] Aston-Jones G, Chen S, Zhu Y, Oshinsky ML. A neural circuit for circadian regulation of arousal. *Nature Neuroscience*. 2001; 4(7):732-8. [DOI:10.1038/89522] [PMID]
- [11] Patel M, Gomez S, Berg S, Almladh P, Lindblad J, Petersen H, et al. Effects of 24-h and 36-h sleep deprivation on human postural control and adaptation. *Experimental Brain Research*. 2008; 185(2):165-73. [DOI:10.1007/s00221-007-1143-5]
- [12] Barry RJ, Clarke AR, McCarthy R, Selikowitz M, Rushby JA. Arousal and activation in a continuous performance task. *Journal of Psychophysiology*. 2005; 19(2):91-9. [Link]
- [13] Pribram KH, McGuinness D. Arousal, activation, and effort in the control of attention. *Psychological Review*. 1975; 82(2):116-49. [Link]
- [14] Noteboom JT, Fleshner M, Enoka RM. Activation of the arousal response can impair performance on a simple motor task. *Journal of Applied Physiology*. 2001; 91(2):821-31. [DOI:10.1152/jappl.2001.91.2.821]
- [15] Vaez Mousavi SM, Barry RJ, Rushby JA, Clarke AR. Evidence for differentiation of arousal and activation in normal adults. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2007; 67(2):179-86. [PMID]
- [16] Vaez Mousavi SM, Barry RJ, Rushby JA, Clarke AR. Arousal and activation effects on physiological and behavioral responding during a continuous performance task. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*. 2007; 67(4):461-70. [PMID]
- [17] Edwards B, Waterhouse J, Atkinson G, Reilly T. Exercise does not necessarily influence the phase of the circadian rhythm in temperature in healthy humans. *Journal of Sports Sciences*. 2002; 20(9):725-32. [DOI:10.1080/026404102320219437] [PMID]
- [18] Winget CM, DeRoshia CW, Holley DC. Circadian rhythms and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1985; 17(5):498-516. [PMID]
- [19] Baccouch R, Zarrouk N, Chtourou H, Rebai H, Sahli S. Time-of-day effects on postural control and attentional capacities in children. *Physiology & Behavior*. 2015; 142:146-51. [DOI:10.1016/j.physbeh.2015.01.029] [PMID]
- [20] Daman Pak S, Mokhtari P, Vaez Mousavi M. The Locus of Arousal and Activation Effects on Information Processing Stages. *Sport Psychology Studies*. 2016; 4(14):59-78. [Link]
- [21] Susco TM, McLeod TCV, Gansnedder BM, Shultz SJ. Balance recovers within 20 minutes after exertion as measured by the Balance Error Scoring System. *Journal of Athletic Training*. 2004; 39(3):241-6. [PMID] [PMCID]
- [22] Valovich TC. The use of the Standardized assessment of concussion and the balance error scoring system and learning effects in youth sports participants [PhD Dissertation]. Charlottesville: University of Virginia; 2002. [Link]
- [23] Jorgensen MG, Rathleff MS, Laessoe U, Caserotti P, Nielsen O, Aagaard P. Time-of-day influences postural balance in older adults. *Gait & Posture*. 2012; 35(4):653-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2011.12.018]
- [24] Bouchaala F, Laatar R, Lahiani M, Zouabi A, Borji R, Rebai H, et al. Time of day effect on balance performance, functional capacities and risk of fall in women with rheumatoid arthritis. *Chronobiology International*. 2020; 37(2):227-35. [Link]
- [25] Chtourou H, Souissi N. The effect of training at a specific time of day: A review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012; 26(7):1984-2005. [DOI:10.1519/JSC.0b013e31825770a7] [PMID]
- [26] Edwards BJ, Lindsay K, Waterhouse J. Effect of time of day on the accuracy and consistency of the badminton serve. *Ergonomics*. 2005; 48(11-14):1488-98. [DOI:10.1080/00140130500100975]
- [27] Reilly T, Fairhurst E, Edwards B, Waterhouse J. Time of day and performance tests in male football players. In: Reilly T, Cabri J, Araujo D, editors. *Science and Football V: The Proceedings of the Fifth World Congress on Sports Science and Football*. Oxfordshire: Routledge; 2005. [Link]
- [28] Wright V, Dowson D, Longfied M. Joint stiffness-its characterisation and significance. *Biomedical Engineering*. 1969; 4(1):8-14. [PMID]

- [29] Wyse JP, Mercer TH, Gleeson NP. Time-of-day dependence of isokinetic leg strength and associated interday variability. *British Journal of Sports Medicine*. 1994; 28(3):167-70. [DOI:10.1136/bjism.28.3.167][PMID] [PMCID]
- [30] Deschenes MR, Kraemer WJ, Bush JA, Doughty TA, Kim D, Mullen KM, et al. Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998; 30(9):1399-407. [DOI:10.1097/00005768-199809000-00008] [PMID]
- [31] Moya-Albiol L, Salvador A, Costa R, Martnez-Sanchis S, Gonzalez-Bono E, Ricarte J, et al. Psychophysiological responses to the Stroop Task after a maximal cycle ergometry in elite sportsmen and physically active subjects. *International Journal of Psychophysiology*. 2001; 40(1):47-59. [DOI:10.1016/s0167-8760(00)00125-2]
- [32] Andersson S, Finset A. Heart rate and skin conductance reactivity to brief psychological stress in brain-injured patients. *Journal of Psychosomatic Research*. 1998; 44(6):645-56. [DOI:10.1016/s0022-3999(97)00305-x]
- [33] Pribram KH, McGuinness D. Attention and para-attentional processing. Event-related brain potentials as tests of a model. *annals of the New York academy of sciences*. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1992; 658(1):65-92. [DOI:10.1111/j.1749-6632.1992.tb22839.x] [PMID]
- [34] Vaez Mousavi S, Najji M, Osanlou M, Esmaeilpour Marandi H. [Cadet s performance prediction in a static balance task based on arousal and activation(Persian)]. *Journal of Military Medicine*. 2011; 13(2):109-16. [Link]

This Page Intentionally Left Blank