



اثر هشت هفته تمرین یوگا بر کنترل خستگی ذهنی و عملکرد اندام تحتانی، مکانیک فرود و تعادل تغییر یافته در دانشجویان تربیت بدنی

محمد سرحد حسن^{۱*}، منوچهر حیدری^۲، فرزانه گندمی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۲ و ۳. استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

دریافت ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ پذیرش ۲۹ مرداد ۱۳۹۹

«مقاله‌ی پژوهشی»

واژگان کلیدی

یوگا

خستگی ذهنی

عملکرد اندام تحتانی

مکانیک فرود

تغییرات تعادل

چکیده

زمینه و هدف: خستگی ذهنی، معمولاً به دنبال فعالیت‌های طولانی مدت شناختی رخ می‌دهد؛ به گونه‌ای که عملکرد شناختی را کاهش داده و منجر به تغییر در هماهنگی‌های حرکتی می‌شود. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرگذاری تمرینات یوگا بر مهار خستگی ذهنی و تعادل، مکانیک فرود و عملکرد اندام تحتانی تغییر یافته در دانشجویان تربیت بدنی بود. روش بررسی: در مطالعه نیمه تجربی حاضر، ۳۶ دانشجوی تربیت بدنی، به صورت داوطلبانه به عنوان نمونه شرکت نمودند و به طور تصادفی در دو گروه (N=۱۸) تقسیم شدند. گروه مداخله، هشت هفته (سه جلسه در هفته) به تمرینات یوگا پرداختند و گروه کنترل در این مدت مداخله‌ای دریافت نکردند. خستگی ذهنی با ۴۵ دقیقه فعالیت شناختی اعمال شد. قبل و پس از خستگی ذهنی و پس از هشت هفته تمرینات یوگا، تعادل پویا با آزمون Y، تعادل نیمه پویا با دستگاه Platform Lafayette Stability، عملکرد اندام تحتانی با تست LEFT، مکانیک فرود با ابزار Balance Error Scoring System و ارزیابی فیلم مهارت Jump-Landing با نرم‌افزارهای AutoCAD، Kinovea ارزیابی شدند. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) و آزمون Paired sample t-test، در سطح معناداری $P < 0/05$ انجام شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که، اثر زمان و تعامل گروه × زمان در فاکتورهای عملکرد اندام تحتانی و مکانیک فرود ($P < 0/001$)، اثر زمان و تعامل گروه × زمان در فاکتورهای تعادل پویا و تعادل نیمه پویا ($P < 0/001$) که طبق مطالعات گذشته در پیش‌بینی ریسک وقوع آسیب‌های اندام تحتانی پررنگ گزارش شده‌اند، پس از تمرینات یوگا دست‌خوش تغییرات معناداری شده‌اند. نتیجه‌گیری: تغییر معنادار فاکتورهای عملکرد اندام تحتانی، مکانیک فرود، تعادل پویا و تعادل نیمه پویا دانشجویان تربیت بدنی پس از تمرینات یوگا حاکی از اهمیت پرداختن به مسئله بوده، و متخصصین پیشگیری از آسیب، می‌بایست در معرفی راهکارهای مقابله با وقوع خستگی ذهنی، به مطالعه و تحقیق بپردازند.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۵۲۸۲۴۹۱

✉ پست الکترونیکی: mhaidary2000@yahoo.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2020.21620.1507

مقدمه

امروزه در دنیای ورزش حرفه‌ای، آسیب‌های ورزشی غیر برخورداردی شیوع قابل توجهی داشته و دلایل وقوع بسیاری از آنها نامشخص گزارش شده است. این آسیب‌ها اغلب در نتیجه حرکات چرخشی، فرود بعد از پرش، اختلال در حس وضعیت مفصلی و تعادل مختل شده، رخ می‌دهد (شیموکوشی و همکاران، ۲۰۰۸). عملکرد مناسب اندام تحتانی، یکی از ضروری‌ترین اجزای شرکت در فعالیت‌های ورزشی می‌باشد (لطف‌تکار و همکاران، ۲۰۰۹؛ صلواتی و همکاران، ۲۰۰۲). داشتن تکنیک نامناسب در هنگام فرود، یکی از سازوکارهای رایج در وقوع آسیب‌های اندام تحتانی ورزشکاران گزارش شده است (وایگیو و همکاران، ۲۰۰۸). به‌عنوان مثال، بسیاری از آسیب‌های رباط متقاطع قدامی در نتیجه برخورد فیزیکی مستقیم بین ورزشکاران ایجاد نشده، بلکه در رشته‌هایی چون والیبال و فوتبال، فرود و چرخش‌های نامناسب و با الگوهای غلط را به‌عنوان مکانیسم اصلی آسیب گزارش نموده‌اند (ارگن و همکاران، ۲۰۰۸؛ کامرون و همکاران، ۲۰۰۸؛ گریبل و همکاران، ۲۰۰۴؛ بیدر و همکاران، ۲۰۰۰)، به‌طوری‌که، تکرار نیروهای برخورداردی در پرش و فرودها گاهی تا ۱۰ برابر وزن بدن افزایش یافته و می‌تواند منجر به بروز آسیب و کاهش عملکرد شود (نایگ، ۱۹۸۵). بنابراین توانایی کنترل و جذب کافی این نیروها در طی فعالیت‌های پویا و عملکردی، می‌تواند کلید ارتقاء عملکرد و پیشگیری از آسیب‌ها باشد. از عوامل کینتیکی اثرگذار در شیوع آسیب‌های اندام تحتانی، به‌ویژه آسیب‌های مفصل زانو، می‌توان به نیروی عکس‌العمل زمین، نرخ بارگذاری نیرو و زمان رسیدن به تعادل اشاره نمود. بزرگی و الگوی وارد شدن نیروهای عکس‌العمل زمین از جمله فاکتورهای پیش‌بین در آسیب‌های ورزشی و یک مکانیسم بارگذاری اولیه برای آسیب ACL به شمار می‌روند (لیوتی، ۲۰۱۶؛ کواتمن، ۲۰۰۶).

خستگی ذهنی، معمولاً به دنبال فعالیت‌های طولانی مدت شناختی رخ می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که عملکرد شناختی را کاهش داده و منجر به تغییر در هماهنگی‌های حرکتی می‌شود. در واقع، خستگی ذهنی، ناحیه قدامی کورتکس مغز را تحت تأثیر قرار داده و می‌تواند به دنبال اعمال ورزشی روی عملکرد ورزشی نیز اثرگذار باشد (مارکورااستایانو، مینینگ، ۲۰۰۹). از طرفی مطالعات انجام

شده حاکی از آن است که، خستگی سبب افت عملکرد اندام تحتانی، تعادل داینامیک و حس عمقی مفصل می‌شود؛ که همه این موارد در پیش‌بینی بروز آسیب‌های اندام تحتانی نقش مؤثری دارند.

در خصوص پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی، تاکنون پروتکل‌های تمرینی زیادی به بوته آزمایش گذاشته شده که می‌توان به استراتژی‌های پیشگیری از آسیب در اندام تحتانی طی تحقیقات خسروی و همکاران (۲۰۱۸)؛ گندمی و همکاران (۲۰۱۸)؛ صفیه و همکاران (۲۰۱۸) اشاره نمود؛ این محققان اثر خستگی ناحیه مرکزی بدن بر پارامترهای کینماتیکی مرتبط با آسیب‌های اندام تحتانی را مورد مطالعه قرار دادند و گزارش نمودند که خستگی می‌تواند سبب تغییر در میزان زاویه فلکشن و والگوس زانو در لحظه تماس اولیه پا با زمین شود. همچنین ساموئل و همکاران (۲۰۰۹)، در پژوهشی اثر خستگی ذهنی بر عملکرد جسمانی افراد سالمی که با ۸۰ درصد حداکثر توان خروجی خود بر روی دوچرخه کارسنج^۱ فعالیت می‌کردند، را بررسی و گزارش نمودند که در گروه دارای خستگی ذهنی زمان رسیدن به خستگی خود گزارشی کاهش یافته است.

یکی از راهکارهایی که در وقوع آرام‌سازی و کاهش استرس‌ها و تنش‌های ذهنی در مقالات به آن پرداخته شده است، یوگا می‌باشد. یوگا، به‌عنوان یک مداخله ورزشی مفید و مؤثر در افزایش تعادل مورد تأیید قرار گرفته است. در واقع، یوگا تمرینی ذهنی - بدنی و نشأت گرفته از فلسفه هند باستان است (مرکز ملی مکمل و جایگزین دارو، ۲۰۱۴). این ورزش متشکل از درگیری سیستم‌های حرکتی تنفسی بوده که بر آگاهی از خود، تنفس و انرژی تمرکز دارد (ورسترو، ۲۰۱۴؛ فن و چن، ۲۰۱۱). یوگا از عوارض جانبی و آسیب‌پذیری پایینی برخوردار است و تمرینات منظم آن می‌تواند سلامت جسمی و روانی را ارتقا دهد (هیتمن، ۲۰۱۳).

در این مطالعه، یوگا به‌عنوان یک نظریه شخصیت در نظر گرفته شده، که هدفش درک مکانیسم‌های روانی مرتبط با تنظیم هیجانات همراه با رشد جسمی بوده و از طریق رشد نیروی بالقوه بدن، باعث غلبه بر استرس و خستگی می‌شود (پارشاد، ۲۰۰۴). یافته‌های تحقیقات

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، یک مطالعه نیمه تجربی یک سویه کور با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون و گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان تربیت‌بدنی پسر ترم دوم دانشگاه رازی بود که از بین آنها ۳۶ نفر به‌عنوان نمونه آماری به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه عبارت بود از: سنین ۱۸ تا ۲۵ سال، داشتن سابقه حداقل یک سال فعالیت ورزشی، همگن بودن آزمودنی‌ها از نظر ویژگی‌های دموگرافیکی و فعالیت‌های ورزشی تخصصی در سطح دانشگاه و شرایط عدم ورود به مطالعه آزمودنی‌ها عبارت بود از: سابقه هر گونه آسیب در اندام تحتانی، وجود اختلالات عصبی عضلانی، وجود هر گونه بیماری تعادلی و روحی - روانی، وجود سابقه جراحی در ستون فقرات یا اندام تحتانی، وجود اختلالات ستون فقرات از جمله انواع دیسکوپاتی‌ها، سیاتیک، تنگی کانال نخاعی و وجود ناهنجاری‌های قامتی قابل توجه. تعداد آزمودنی‌ها بر اساس نرم‌افزار G.Power 3.1 استخراج گردید (گندمی و همکاران، ۲۰۱۹)، در این نرم‌افزار برای توان آماری ۰/۸۰، اندازه اثر متوسط ۰/۲۳ و سطح معناداری ۰/۰۵ تعداد ۳۴ نفر تعیین گردید. برای تقسیم آزمودنی‌ها در گروه‌ها از نرم‌افزار Random Number Allocation استفاده گردید و اعداد یک تا ۳۶ در این نرم‌افزار به‌صورت کاملاً تصادفی در دو گروه که از قبل نام‌گذاری شده بودند (تجربی $n=18$ و کنترل $n=18$) قرار گرفتند. شرکت در پس‌آزمون و غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرینات منجر به خروج از مطالعه می‌شد. لیست اعداد در اختیار فردی غیردرگیر در کار تحقیقی قرار گرفت و از وی خواسته شد تا هر دفعه اطلاع دهد که آزمودنی ارزیابی شده در کدام گروه قرار می‌گیرد. بدین ترتیب ارزیاب از اینکه افراد در کدام گروه قرار خواهند گرفت اطلاعی نداشت. آزمودنی‌ها مطابق برنامه اعلام شده از قبل، در آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشگاه حضور یافتند. پس از تشریح پروتکل و فرآیند آشنایی با تست‌ها و مداخله‌ی یوگا در فرآیند تحقیق وارد می‌شدند. به‌گونه‌ای که هر نفر پس از ورود به آزمایشگاه با تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه، تمام تست‌های مورد مطالعه را جهت خنثی نمودن اثر یادگیری چهار دور اجرا می‌نمود، سپس تک تک تست‌های مطالعه را به‌عنوان مرحله پیش‌آزمون اجرا می‌نمود. پس از آن ۴۵ دقیقه تست استروپ را برای اعمال خستگی ذهنی

حاکی از آن است که، تمرینات یوگا باعث افزایش انعطاف پذیری، عملکرد خودکار و کیفیت زندگی افراد می‌شود (ویلین و همکاران، ۲۰۰۵).

بسیاری از پژوهش‌ها در سال‌های اخیر به نقش آموزش در پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی علی‌الخصوص رباط صلیبی قدامی و استفاده از تکنیک‌های مناسب فرود و تغییر جهت‌های ایمن تأکید نموده‌اند. به‌عنوان مثال، برای فرود، دستورالعمل‌هایی چون «نگه‌داشتن زانو در تراز با انگشت شست»، «فرود با زانوی خم»، «بالا بردن زانو تا سطح ران» یا «فرود با پاهای به عرض شانه» و فاکتورهای محیطی، فاکتورهای آناتومیکی و بیومکانیکی، الگوهای حرکتی و ... را معرفی نموده‌اند (مییر و همکاران، ۲۰۱۲؛ هرتل و همکاران، ۲۰۰۴؛ ارنند و همکاران، ۱۹۹۵).

از سویی دیگر بسیاری از رشته‌های ورزشی مثل فوتبال، بسکتبال، هندبال و ... که نیازمند فعالیت‌های شناختی می‌باشند، در معرض وقوع خستگی ذهنی هستند. این در حالی است که آسیب‌های اندام تحتانی (پارگی رباط ACL پیچ خوردگی‌های مکرر مچ پا، استرین‌های عضلانی و رباطی و ...) در رشته‌های ورزشی مذکور آمارهای قابل توجهی را دارا می‌باشند.

بنابراین با توجه به شیوع گسترده آسیب‌های اندام تحتانی در رشته‌های ورزشی مختلف و وقوع جدایی‌ناپذیر خستگی ذهنی به‌عنوان یک خروجی در رشته‌های ورزشی نیازمند فعالیت‌های شناختی، می‌طلبید تا اثر این فاکتور را به‌عنوان یک ریسک فاکتور وقوع آسیب که تاکنون در مطالعات به آن پرداخته نشده مطالعه شده و در صورت اثرگذاری بر مکانیک فرود و فاکتورهای پیش‌بین در وقوع آسیب اندام تحتانی، اثربخشی مداخله ذهنی یوگا در مهار آن به‌بوته آزمایش گذاشته شود. بنابراین محققین در مطالعه‌ی حاضر در صدد برآمدند تا اثر هشت هفته مداخله ورزشی یوگا بر کنترل خستگی ذهنی و عملکرد اندام تحتانی، مکانیک فرود و تعادل تغییر یافته در دانشجویان رشته تربیت‌بدنی ورودی ۱۳۹۸ را به‌بوته آزمایش بگذارند. سؤال محققین بر این بود که آیا تمرینات یوگا باعث کنترل خستگی ذهنی، بهبود عملکرد اندام تحتانی، مکانیک فرود و تعادل تغییر یافته می‌شود.

ارزیابی فیلم پرش و فرود با دوربین‌های فیلم‌برداری و نرم‌افزارهای اتوکد^۲ و کاینوا^۳، بررسی شدند. با توجه به معیارهای خروج از تحقیق، دو نفر به علت آسیب جسمانی، یک نفر به علت غیبت در پس‌آزمون از پژوهش کنار گذاشته شد و در نهایت ۳۵ نفر در پس‌آزمون قرار گرفتند.

سیستم نمره‌دهی خطای فرود (LESS)

این ابزار از سیستم نمره‌دهی خطای فرود اصلی گرفته شده است. این ابزار در جدول (۱) و در قالب ۱۷ پرسش از نحوه‌ی اجرای مهارت پرش - فرود آورده شده است. در این پرسشنامه سؤالات مطرح شده از نحوه‌ی انجام مهارت پرش - فرود توسط یک ارزیاب پاسخ داده شدند. ارزیاب پرسش‌ها را بر اساس فیلم‌های چهار اجرای پرش - فرود پاسخ می‌داد. دو دوربین فیلم‌برداری پایه‌دار (Canon-MD255-2016) ساخت ژاپن جهت ضبط تصاویر پرش افراد از نمای فرونال و ساجیتال به ترتیب در فاصله ۴/۸ و ۴ متری قرار داشتند. آزمونگر در این سیستم حرکات خاص پاها، زانوها و تنه را ارزیابی می‌کرد (پادوا و همکاران، ۲۰۰۹). پرسش - فرود اول، را با ارزیابی فاصله پاها از هم در حالت ایستاده قبل از پرش، چرخش پاها و وضعیت پاها در اولین لحظه برخورد پاها به زمین (اینکه آیا به‌طور قرینه به زمین می‌خوردند) گزینه (۱) تا (۳) بود پرسش - فرود دوم، برای ارزیابی وضعیت زانوها و تنه در سطح فرونال^۴ به‌کار گرفته شد (گزینه‌های ۴ و ۵) در پرسش - فرود سوم و چهارم آزمونگر آزمودنی‌ها را از نمای جانبی ارزیابی می‌کرد؛ به‌طوری‌که در پرسش - فرود سوم چگونگی فرود بعد از پرش آزمودنی ارزیابی می‌شد (گزینه ۶ و ۷) و بالاخره آزمایش چهارم برای ارزیابی حرکات تنه در سطح ساجیتال^۵ ارزیابی می‌گردید. (گزینه ۸) بر اساس نظر کلی آزمونگر از نحوه انجام مهارت پرش - فرود نمره‌دهی می‌شد (گزینه ۹) بر اساس برداشت کلی از سطح ساجیتال و گزینه ۱۰ ایرادات کلی هر دو سطح ساجیتال و فرونال نمره‌دهی می‌شد. در این ارزیابی آزمودنی‌ها از روی جعبه‌های به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر روی خطی فرود می‌آمدند که در فاصله‌ای برابر نصف طول قد آزمودنی بر روی زمین ترسیم شده بود و به محض برخورد پا به زمین پرش عمودی حداکثری انجام می‌دادند. آزمونگر دو مرتبه پرسش‌های

دریافت و بلافاصله پس از اظهار وقوع خستگی پس‌آزمون اول را دریافت می‌کردند (گندمی و همکاران، ۲۰۱۹). بعد از آن آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته، پروتکل تمرینات یوگا در محیطی آرام برای تمرکز کامل آزمودنی‌ها اجرا گردید. به دنبال اتمام مداخله یوگا، پس‌آزمون دوم (پس از دریافت پروتکل خستگی ذهنی) اجرا می‌شد.

پروتکل خستگی ذهنی

بعد از آشنایی آزمودنی‌ها با ماهیت و نحوه همکاری با اجرای پژوهش و آموزش نکات عمده و ضروری درباره نحوه اجرای پروتکل خستگی ذهنی، آزمودنی‌ها ۴۵ دقیقه به انجام یک فعالیت شاختی شامل فعالیت کامپیوتری کلمات رنگی استروپ پرداختند. به این صورت که چهار کلمه (قرمز، آبی، سبز و زرد) بر روی مانیتور با پس‌زمینه خاکستری به‌صورت همزمان نشان داده می‌شد و سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد که یکی از چهار کلید مشخص شده روی کیبورد کامپیوتر را که مطابق با رنگ کلمه نشان داده شده است را به جای معنی آن فشار دهد. برای افزایش دشواری فعالیت، زمانی که کلمه قرمز نشان داده می‌شد آزمودنی باید کلید مرتبط با معنی آن را فشار می‌دادند ۵۰ درصد این آزمون به‌صورت مطابقت دادن رنگ با کلمه و ۵۰ درصد دیگر آن مرتبط با معنی کلمات بود. هر کلمه به مدت ۱۰۰۰ ms پس از نمایان شدن یک صفحه سیاه رنگ نشان داده می‌شد و پس از ۱۰۰۰ میلی‌ثانیه کلمه بعدی ظاهر می‌شد. به همین ترتیب کلمه جدید در هر ۲۰۰۰ میلی‌ثانیه ارائه می‌شد و در مجموع در طول کل پروتکل ۹۰۰ محرک ارائه شد. در پاسخ‌های نادرست یا عدم پاسخ (بیشتر از ۱۵۰۰ میلی‌ثانیه) صدای بوق به آزمودنی هشدار داده می‌شد، تا به‌عنوان یک محرک باعث شود آزمودنی‌ها سریع‌تر و با دقت بیشتری عمل کنند. برای افزایش انگیزه، آزمودنی‌هایی که سریع‌تر، دقیق‌تر و با موفقیت مراحل را پشت سر می‌گذاشتند، در صورت امکان نسبت به دیگر آزمودنی‌ها در طول ۴۵ دقیقه فعالیت، کلمات بیشتری برای آنها ارائه می‌شد (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶).

فاکتورهای عملکرد اندام تحتانی و مکانیک فرود در مهارت فرود از روی جعبه ۴۰ سانتی‌متری، توسط پرسشنامه سیستم نمره‌دهی خطای فرود در زمان واقعی (LESS)^۱،

2. AutoCAD
3. Kinovea
4. Frontal
5. Sagittal

فرود با نرم‌افزار کاینوا (نسخه ۸/۱۵) و تعیین زوایای مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار اتوکد (نسخه ۲۰۱۹) در دو نمای ساجیتال و فرونتال ارزیابی شد. این زوایا شامل: فلکشن تنه، فلکشن^۱ زانو، فلکشن مچ پا در نمای ساجیتال و فلکشن جانبی تنه، ولگوس زانو، فواصل بین قوزک‌ها و مرکز کشکک‌ها در نمای فرونتال بودند شکل (۱) (مییر و همکاران، ۲۰۱۳).

مربوطه سطح ساجیتال و دو مرتبه پرش‌های مربوط به سطح فرونتال را در ابزار سیستم نمره‌دهی خطای تعادل پاسخ می‌داد. پایایی پرسشنامه مذکور ۰/۷۲-۰/۸۱ گزارش شده است (پادوا و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر ارزیابی مکانیک فرود توسط پرسشنامه سیستم نمره‌دهی خطای فرود - زمان واقعی، زوایای ارزیابی شده در پرسشنامه، همچنین با استخراج فریم‌های مورد نظر از مهارت پرش -

جدول ۱: پرسشنامه سیستم نمره‌دهی خطای فرود - زمان واقعی - LESS

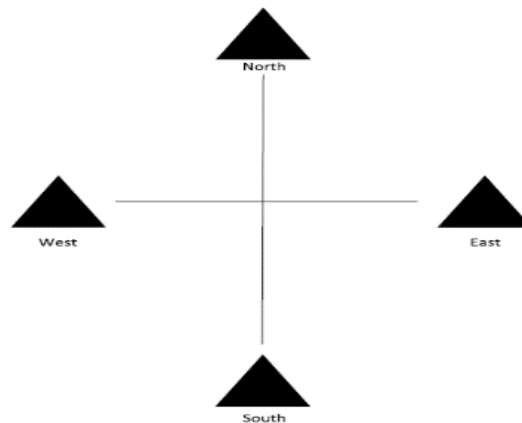
سطح ساجیتال	سطح فرونتال
اولین نقطه فرود	عرض پاها در حالت ایستاده
انگشتان به پاشنه	نرمال
پاشنه به انگشتان	پهن
با کف پا	باریک
میزان جابه‌جایی فلکشن	وضعیت ماکزیمم چرخش پاها
بزرگ	نرمال
متوسط	چرخش داخلی
کم	چرخش خارجی
میزان جابجا فلکشن تنه	برخورد اولین پاها به زمین
بزرگ	متقارن
متوسط	نامتقارن
کم	
جابجایی کلی مفصل در سطح ساجیتال	ماکزیمم زاویه ولگوس زانو
نرم	ندارد
متوسط	کمی ولگوس دارد
سفت	ولگوس زیادی دارد
برداشت کلی	میزان فلکشن جانبی تنه
عالی	ندارد
متوسط	کمی تا متوسط دارد
ضعیف	



شکل ۱: نحوه انجام تست پرش - فرود

تست به این شکل انجام گرفت: ورزشکار برای شروع در مثلث جنوبی قرار گرفت و به ترتیب دویدن به سمت جلو - عقب - جانبی - دویدن به شکل ۸ دویدن دور تمام نوار چسب‌های مثلثی - دویدن دور مثلث ابتدایی به صورت پا به خارج - دویدن دور مثلث ابتدایی به صورت پا به داخل - دویدن به سمت جلو و دویدن به سمت عقب. در نهایت زمان انجام تست با کرومومتر^۱ ثبت می‌گردید. و پایایی تست بین ۹۵ تا ۹۷ درصد گزارش شده است (پینسیورو و همکاران، ۲۰۰۱) شکل (۲).

تست عملکرد اندام تحتانی: تست شامل ۸ مرحله تمرین چابکی بر روی یک مسیر لوزی شکل است. در حقیقت این تست برای ارزیابی میزان توانایی ورزشکاران برای برگشت به ورزش پس از وقوع آسیب استفاده می‌شده، اما اخیراً از آن برای ارزیابی میزان وقوع آسیب در جمعیت‌های ورزشکار هم مورد استفاده قرار گرفته است. در این تست قبل از شروع به کار، ورزشکاران حداقل ۵ دقیقه به گرم کردن پرداختند. در این تست جهت شمال - جنوب ۹/۱۴ متر و جهت شرق - غرب ۳/۵ متر بود و مثلث‌ها به وسیله نوارچسب در انتهای محورها ساخته شدند. سپس مراحل



شکل ۲: تست عملکرد اندام تحتانی تعادل

قوزک داخلی در وضعیت خوابیده به پشت) نرمال می‌گردید، با استفاده از فرمول زیر به دست آمد (شکل ۳) (گریبل و همکاران، ۲۰۰۳ و کوگن و همکاران، ۲۰۱۲).

= نمره تعادل پویا

$100 \times \text{طول پا} / \text{مسافت طی شده از سه جهت}$

تعادل پویا (Y-test)

از دستگاه تست تعادلی Y (پایایی درون گروهی در جهت قدامی ۰/۸۹، خلفی داخلی ۰/۹۳، خلفی خارجی ۰/۹۱) جهت ارزیابی کنترل وضعیت قامت پویا استفاده شد. در این آزمون فرد با پای برتر در مرکز دستگاه وای (زاویه بین بازوها ۹۰ و ۱۳۵ و ۱۳۵) می‌ایستد (پلیسکی و همکاران ۲۰۰۳). و اگر پای راست برتر بود، آزمون را خلاف جهت عقربه‌های ساعت و اگر پای چپ برتر بود در جهت عقربه‌های ساعت عمل رسیدن و لمس بازوها را انجام می‌دهد. خطاهای تست که منجر به تکرار تست می‌گردید: (۱) لمس زمین با پای که عمل رسیدن را انجام می‌دهد؛ (۲) لمس زمین با دست؛ (۳) تحمل وزن هنگام لمس. هر آزمودنی سه بار تست را انجام داده و نمرات تعادل که بر اساس طول پا (فاصله بین خار خاصرهای قدامی فوقانی تا



شکل ۳: نحوه اندازه‌گیری تست تعادل پویا Y

تعادل آزمودنی، با قرار گرفتن پلتفرم ناپایدار در دامنه ± 3 درجه، توسط آزمودنی لحاظ می‌گردید و زمان‌سنج شروع به شمارش می‌کرد. آزمودنی سه مرتبه و هر بار به مدت ۳۰ ثانیه بر روی صفحه تعادل قرار گرفت. قبل و حین آزمون هیچ دستورا عمل یا بازخورد کلامی به آزمودنی داده نشد (شکل ۴) (زچ^۱ و همکاران، ۲۰۱۸).

ارزیابی تعادل نیمه پویا

تعادل نیمه پویا در این مطالعه توسط دستگاه Stability platform1630 (Lafayette Instrument Company, Loughborough, Leics., LE12 7TJ. U.K.) ارزیابی شد. آزمودنی ابتدا یک دقیقه به صورت آزمایشی جهت آشناسازی با نحوه انجام تست و تخته تعادل روی پلتفرم دستگاه قرار گرفت، میزان انحراف صفحه تعادل به طرفین (شیب پلتفرم به طرفین) حداکثر ۱۵ درجه است؛ لیکن



شکل ۴: نحوه اندازه‌گیری تست تعادل به وسیله پلت فورم ناپایدار

اخلاق IR.RAZI.REC.1398.001). آزمودنی‌ها اجازه داشتند که در هر مرحله از تحقیق از ادامه کار سر باز زنند. جهت بررسی توصیف داده‌ها و رسم نمودارها از آمار توصیفی و برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک (Shapiro Wilk) استفاده شد و سطح معنی‌داری $P \geq 0.05$ استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از

ملاحظات اخلاقی

تمام آزمودنی‌های مطالعه، پس از تکمیل آگهانه فرم‌های رضایت‌نامه در تحقیق شرکت داده شدند. روش انجام تحقیق در راستای ملاحظات اخلاقی هلسینکی بوده و لازم به ذکر است که، پروپوزال تحقیق در کمیته اخلاق دانشگاه رازی کرمانشاه بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (کد

یافته‌های پژوهش

اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها شامل میانگین و انحراف استاندارد سن بر حسب سال، وزن بر حسب کیلوگرم، قد بر حسب سانتی‌متر و سابقه‌ی ورزشی دو گروه کنترل و تجربی در جدول (۲) ارائه شده است.

روش‌های آماری تحلیل واریانس در اندازه‌های تکراری با طرح (دو در سه) (گروه در زمان) استفاده گردید. کلیه بررسی‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گردید.

جدول ۲: ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها (n=۳۵)

ویژگی	Mean ± SD
سن (سال)	۲۰/۵ ± ۲/۱
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۷ ± ۱۱/۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۳ ± ۶/۸
سابقه ورزشی (سال)	۳/۴ ± ۳/۲

جدول ۳: خروجی آنوا در اندازه‌های تکراری برای مقایسه میانگین‌های متغیرهای مورد مطالعه بین گروه‌های پژوهش (n=۳۵)

متغیر	میانگین ± انحراف استاندارد			زمان × گروه
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون ۱	پس‌آزمون ۲	
عملکرد اندام تحتانی	گروه یوگا	۱۱۴/۴۱ (۱۸/۵۹)	۱۲۶/۲۴ (۹/۷۱)	۰/۰۰۰۱*
	کنترل	۱۰۶/۳۵ (۲۲/۰۹)	۱۲۱/۸۳ (۲۱/۶۳)	۰/۰۳۸*
تعادل نیمه‌پویا	گروه یوگا	۲۶/۲۴ (۲/۹۱)	۲۱/۶۱ (۶/۷۷)	۰/۰۰۰۱*
	کنترل	۲۶/۰۱ (۲/۷۷)	۲۲/۱۳ (۷/۵۶)	۰/۰۰۰۱*
تعادل پویا	گروه یوگا	۲۹۵/۵۳ (۲۴/۶۹)	۲۸۱/۹۰ (۲۱/۳۵)	۰/۰۰۰۱*
	کنترل	۲۹۱/۸۹ (۲۹/۱۰)	۲۷۳/۹۴ (۲۸/۷۲)	۰/۰۰۰۱*
مکانیک فرود	گروه یوگا	۶/۴۰ (۲/۲۴)	۷/۸۰ (۳/۲۹)	۰/۰۰۱*
	کنترل	۵/۵۰ (۲/۳۹)	۸/۰۵ (۳/۲۴)	۰/۰۱*

*p<0.05

نشان می‌دهد انجام تمرینات یوگا توانسته است اثر خستگی ذهنی را مهار نماید (p=۰/۰۰۱).

یافته‌های تحلیل واریانس مکرر نشان داد که اثر زمان (p=۰/۰۰۱) و تعامل (p=۰/۰۰۱) در نمرات خطای فرود معنادار بود. لذا برای بررسی تغییرات بین مراحل اندازه‌گیری از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که مقایسه میانگین نمرات خطای فرود بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول، معنادار بود (p=۰/۰۰۱). بدین معنی که خستگی ذهنی بر خطای فرود - زمان واقعی اثرگذار بوده و با ایجاد خستگی ذهنی در آزمودنی، میزان خطای فرود - زمان واقعی افزایش یافته است. همچنین مقایسه میانگین نمرات بین پس‌آزمون دوم و سوم نیز معنادار بود (p=۰/۰۰۱)، که نشان می‌دهد انجام تمرینات

نتایج به‌دست آمده در جدول ۳ نشان می‌دهد که تغییرات در طول زمان بین گروه‌های مداخله و کنترل برای فاکتورهای عملکرد اندام تحتانی (p=۰/۰۳۸)، تعادل پویا (p=۰/۰۰۰۱) تعادل نیمه‌پویا (p=۰/۰۰۰۱) و مکانیک فرود (p=۰/۰۰۰۱) تفاوت معناداری دارد. با توجه به معناداری اثر زمان (p=۰/۰۰۱)، لذا برای بررسی تغییرات بین مراحل اندازه‌گیری از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. داده‌های حاصل از بررسی این آزمون نشان داد که میانگین نمرات عملکرد بین مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول، معنادار بود (p=۰/۰۰۱). بدین معنی که پس از خستگی ذهنی عملکرد اندام تحتانی افت کرده است. همچنین یافته‌ها نشان داد که میانگین نمرات بین مراحل پس‌آزمون دوم و سوم نیز اختلاف معناداری داشته است (p=۰/۰۰۱)، که

ورزشی مؤثر باشد. در این راستا محققین درصد برآمدند تا اثربخشی تمرینات یوگا را به عنوان یک مداخله کنترلی در پیشگیری یا کاهش میزان خستگی ذهنی به بوته آزمایش بگذارند.

نتایج این پژوهش نشان داد که، تمرینات یوگا با افزایش توان سازگاری دستگاه‌های عصبی، شناختی و تعدیل سیستم عصبی خودکار، می‌تواند باعث مهار خستگی ذهنی و افزایش پایداری فیزیکی شده، که در نتیجه می‌تواند بر بهبود عملکرد اندام تحتانی، کاهش خطای فرود و افزایش سطح تعادل نیمه پویا و پویای ورزشکاران اثرگذار باشد. در نتیجه می‌توان ادعان نمود که مداخله یوگا می‌تواند با مهار نسبی خستگی ذهنی، ریسک وقوع آسیب‌های اندام تحتانی ورزشکاران را کاهش داده و کیفیت عملکرد آنها را بهبود بخشد.

در واقع می‌توان عنوان نمود که، یوگا با کاستن از میزان تنش ذهنی، به افزایش سازگاری عصبی-عضلانی کمک نموده و با محدود کردن سطح انگیختگی قشر مخ، آرامش جسم و ذهن را برای انسان به ارمغان می‌آورد، لذا از اضطراب و افسردگی می‌کاهد (گانکالوس و همکاران، ۲۰۱۱). در این راستا مارتینو همکاران (۲۰۱۸)، گزارش نمودند که بعد از خستگی ذهنی، به علت تجمع آدنوزین در مغز، مقاومت در برابر تلاش افزایش یافته، احساس و درک خستگی و کمبود انرژی ظاهر می‌گردد. احتمالاً به دلیل احساس واماندگی و درک خستگی، در عملکرد مچ‌چه برای عملکرد بهینه، ثبات پاسچر و مکانیک فرود نقش داشته باشد. فرضیه دیگر برای این یافته این است که، احتمالاً بعد از وقوع خستگی ذهنی، اثر پاسخ‌های حرکتی ارسال شده به عضله کاهش یافته و از این طریق تنش یا نیروی عضلات درگیر در عملکرد اندام تحتانی و مکانیک فرود تحلیل یافته است. در این زمینه، تحقیقی که اثر تمرینات یوگا بر مهار خستگی ذهنی، عملکرد اندام تحتانی و مکانیک فرود را مورد بررسی قرار داده باشد، یافت نشد. با این وجود، می‌توان به‌طور غیرمستقیم به نتایج تحقیقات دیگری که اثر خستگی عضلانی را بر ثبات پاسچر مطالعه نموده‌اند بررسی نمود؛ از جمله یافته‌های پارشاد (۲۰۰۴)، که اشاره نمود، تمرینات یوگا به‌عنوان یک نظریه شخصیت باعث درک مکانیسم‌های روانی مرتبط با تنظیم هیجان‌ات همراه با رشد جسمانی نیروهای بالقوه بدن، باعث غلبه بر استرس و

یوگا توانسته است اثر خستگی ذهنی را مهار سازد ($p=0/001$).

به علاوه، یافته‌های آزمون تحلیل واریانس مکرر نشان داد که اثر زمان ($p=0/001$) و تعامل ($p=0/001$) در فاکتور تعادل پویا معنادار بود. لذا برای بررسی تغییرات بین مراحل اندازه‌گیری از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. یافته‌های حاصل از بررسی این آزمون نشان داد که مقایسه میانگین‌ها بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول، معنادار بود ($p=0/001$)؛ بدین معنی که خستگی ذهنی بر تعادل پویا اثرگذار بوده و با ایجاد خستگی ذهنی در آزمودنی، میزان تعادل آزمودنی‌ها کاهش یافته است. همچنین، مقایسه نمرات بین پس‌آزمون دوم و سوم نیز معنادار بود ($p=0/001$)، به این معنا که انجام تمرینات یوگا اثر خستگی ذهنی را مهار ساخته است.

نتایج تحلیل واریانس مکرر نشان داد که اثر زمان ($p=0/001$) و تعامل ($p=0/001$) در فاکتور تعادل نیمه پویا معنادار بود. لذا برای بررسی تغییرات بین مراحل اندازه‌گیری از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد که، مقایسه میانگین‌های نمرات تعادل نیمه پویا بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول، معنادار بود ($p=0/001$)؛ بدین معنی که خستگی ذهنی بر تعادل نیمه پویا اثرگذار بوده و با ایجاد خستگی ذهنی در آزمودنی، میزان تعادل آزمودنی‌ها بر روی صفحه ناپایدار کاهش یافته است. به‌علاوه اختلاف نمرات بین پس‌آزمون دوم و سوم معنادار بود ($p=0/001$)، به این معنا که انجام تمرینات یوگا اثر خستگی ذهنی را مهار ساخته و بر عملکرد تعادل نیمه پویا اثر مثبت داشته است.

بحث

آسیب‌های ورزشی در ورزشکاران آماتور، بخصوص در اندام تحتانی آنها بسیار شایع است. با وجود پژوهش‌های فراوان انجام شده در زمینه‌ی علت ریسک فاکتورهای کلیدی، هنوز علت وقوع فراوانی آسیب در این ناحیه نامشخص است. و از سوی دیگر در فعالیت‌هایی که نیازمند تمرکز و درگیری‌های شناختی بالای ورزشکاران است، احتمال وقوع خستگی ذهنی به دلیل فعالیت طولانی مدت شناختی وجود دارد که می‌تواند عملکرد ورزشکاران را تحت تأثیر خود دچار اختلال نماید، بنابراین به‌کارگیری یک مداخله برای کنترل این نوع از خستگی مرکزی می‌تواند در پیشگیری از وقوع آسیب‌های

اطراف زانو در هنگام فرود را بررسی و عنوان نمودند که خستگی می‌تواند مکانیک فرود ورزشکاران را تغییر دهد. در همین راستا راهنما و همکاران (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای اثر خستگی مرکزی در ورزش فوتبال به دلیل ماهیت سرعتی آن بر مکانیک فرود را ارزیابی و گزارش نمودند؛ که خستگی مرکزی با تغییر در سرعت (پرش فرود، حرکات چرخشی، حرکات برشی) و مدارهای عصبی درگیر در کنترل حرکت، اجرای واقعی را دستخوش تغییر نماید. در نتیجه در طول چنین فعالیت‌هایی پایدار کننده‌های ایستا (لیگامنت) و پویای (عضلات) مفاصل نتوانند به درستی ثبات مفصل را برقرار کنند، مفصل صدمه خواهد دید (گونکالوس و همکاران، ۲۰۱۱) که همگی یافته‌های این مطالعه را تأیید می‌نمایند.

علاوه بر آن نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات یوگا در تغییرات مکانیک فرود اثرات معناداری داشته است. در واقع دلیل احتمالی این مسئله را می‌توان به اثر مهار خستگی ذهنی توسط تمرینات یوگا مرتبط نسبت داد. در همین راستا نیز خسروی و همکاران (۲۰۱۸) و گندمی و همکاران (۲۰۱۸)، گزارش کردند که خستگی عضلات مرکزی بدن بر پارامترهای کینماتیکی مرتبط با آسیب رباط قدامی زانو اثر دارد و سبب تغییر در میزان زاویه فلکشن و والگوس زانو در لحظه تماس اولیه پا با زمین می‌شود که در راستای یافته‌های این مطالعه می‌باشند.

ساموئل و همکاران (۲۰۰۹)، نیز در پژوهش خود اثر خستگی ذهنی بر عملکرد جسمانی افراد سالمی که با ۸۰ درصد حداکثر توان خروجی خود بر روی دوچرخه کارسنگ فعالیت می‌کردند، را بررسی و در نتیجه گزارش نمودند که گروه دارای خستگی ذهنی زمان رسیدن به خستگی خود گزارشی آنها کاهش یافته است. در نتیجه در طول چنین فعالیت‌هایی پایدارکننده‌های ایستا (لیگامنت) و پویای (عضلات) مفاصل نتوانند به درستی ثبات مفصل را برقرار کنند مفصل صدمه خواهد دید (جکسون و همکاران ۲۰۰۹). لذا می‌توان عنوان نمود که، یوگا به‌عنوان یک نظریه شخصیت نیز در نظر گرفته می‌شود که هدفش درک مکانیسم‌های روانی مرتبط با تنظیم هیجانات همراه با رشد جسمی می‌باشد که از طریق رشد نیروی بالقوه بدن، باعث غلبه بر استرس و مهار خستگی می‌شود (پارشاد و همکاران ۲۰۰۴). از طرفی خستگی ذهنی حالتی سایکوفیزیولوژی

خستگی می‌شود. این تمرین‌ها باعث کاهش فعالیت سیستم عصبی مرکزی و خودکار در حالت‌های پر استرس گشته، در نتیجه آرام سازی در یوگا با تأثیر بر سیستم عصبی خودکار و کنترل عواطف منجر به احساس سلامتی در فرد می‌گردد. بارنی و همکاران (۲۰۱۱)، نیز در تحقیق خود که فوتبالیست‌ها را مورد مطالعه قرار داده بودند، گزارش کردند که ایجاد خستگی عضلانی ناشی از فعالیت عملکردی شدید، می‌تواند جابجایی مرکز فشار را در جهت قدامی - خلفی با مشکل مواجه کند و میزان نوسانات آن را در این جهت افزایش دهد. علاوه بر این یافته‌ها، ارنجانا و همکاران (۲۰۱۴)، نیز اثر خستگی ذهنی بر توسعه خستگی جسمانی را بررسی و گزارش نمودند که، خستگی ذهنی بر افزایش خستگی جسمانی اثر گذار است. علاوه بر آن، برخی یافته‌ها نشان داده است که، اعمال این نوع تحریکات ذهنی می‌تواند باعث سازگاری‌هایی در ساختار کورتیکال مغز که کنترل اجرای حرکات را در اختیار دارند، گردیده و از آن طریق می‌تواند به بهبود کنترل حرکات فردی کمک نماید (کارل و همکاران، ۲۰۰۰). همه موارد ذکر شده در راستای یافته‌های مطالعه حاضر می‌باشد.

برخی از محققین حوزه‌ی علوم ورزشی به مقوله خستگی، به‌عنوان یک عامل منفی اثرگذار بر عملکرد ورزشی و اختلال در کنترل پاسچر اشاره کرده‌اند؛ زیرا خستگی و کم شدن کنترل قامت می‌تواند از عوامل آسیب‌های اسکلتی عضلانی در ورزشکاران باشد (گوسکیویز و همکاران، ۱۹۹۶).

از سوی دیگر محققینی چون مارکورا و همکاران (۲۰۰۹) و دیاگوکاتینگهو و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقات خود اثر خستگی ذهنی و عضلانی را بر عملکرد زمان حرکت و تاکتیک بازیکنان فوتبال بررسی نموده و نشان دادند که، خستگی ذهنی باعث کاهش عملکرد فیزیکی (توانایی دیدن ویژه فوتبال، سرعت، دقت تصمیم‌گیری و همچنین دقت در فعالیت‌های نیازمند هماهنگی) در آن ورزشکاران شده است؛ این یافته می‌تواند کاهش عملکرد اندام تحتانی به دنبال خستگی ذهنی در مطالعه حاضر را تأیید نماید. علاوه بر آن، روزیو و همکاران (۱۹۹۹)، گوسکیوز و همکاران (۱۹۹۶)، در تحقیقات خود اثرگذاری خستگی بر کاهش عملکرد سیستم عصبی عضلانی ثبات مفصلی و زمان واکنش در رفتار مکانیکی و فعالیت عصبی عضلانی عضلات

خستگی مغز و محدود کردن این خستگی ممکن است کارایی ورزشی را نیز افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی از پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمرین یوگا تأثیر مثبت و مفیدی بر مهار خستگی ذهنی، فاکتورهای عملکرد اندام تحتانی، مکانیک فرود، تعادل پویا و تعادل نیمه پویا دارند. در نتیجه، یوگا می‌تواند با مهار نسبی خستگی ذهنی و بالا بردن آستانه خستگی مغز، ریسک وقوع آسیب‌های اندام تحتانی ورزشکاران را کاهش و کیفیت عملکرد آنها را بهبود بخشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان از مدیریت تربیت‌بدنی دانشگاه رازی و دانشجویان رشته تربیت‌بدنی شرکت‌کننده در آزمون‌ها تشکر و قدردانی می‌کنند.

تضاد منافع: ندارد

است که در نتیجه‌ی حفظ طولانی مدت کارایی در یک کار سخت شناختی رخ می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که عملکرد شناختی را کاهش داده و منجر به تغییر در هماهنگی‌های حرکتی می‌شود. زیرا هنگامی که نرون‌های عصبی مغز خسته می‌شوند، پروسه‌های دیگر بدن نیز تحت تأثیر قرار گرفته، اختلال در فعال‌سازی گیرنده‌های مکانیکی رخ داده، دوره تأخیر واکنش عضله افزایش یافته و مدت زمان اصلاح و بازسازی مرکز تعادل را طولانی می‌سازد (کورتس و همکاران ۲۰۱۲؛ پارشاد و همکاران، ۲۰۰۴).

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که اثر خستگی ذهنی به‌طور قابل توجهی بر کارایی استقامتی، افزایش خستگی جسمانی و کاهش عملکرد جسمانی تأثیر می‌گذارد. با توجه به یافته‌های این تحقیق، خستگی ذهنی حاصل فعالیت ذهنی درگیری‌های شناختی طولانی مدت بوده و می‌تواند کنترل وضعیت قامت پویا، عملکرد اندام تحتانی، حس عمقی مفصلی و مکانیک فرود را تحت تأثیر قرار داده و کاهش عملکرد ورزشی و افزایش ریسک وقوع آسیب‌های اندام تحتانی ورزشکاران را در پی داشته باشد؛ بنابراین انجام ورزش‌های ذهنی برای بالا بردن آستانه

References

- Arendt, E., & Dick, R. (1995). "Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature", *The American journal of sports medicine*, 23(6): 694-701.
- Baroni, B. M., Wiest, M. J., Generosi, R. A., Vaz, M. A., Junior, L., & Pinto, E. C. (2011). "Effect of muscle fatigue on posture control in soccer Players during the short-pass movement", *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 13(5): 348-353.
- Biedert, R. M. (2000). "Contribution of the three levels of nervous system motor control: spinal cord, lower brain, cerebral cortex. Proprioception and neuromuscular control in joint stability", 23-31.
- Cameron, M. L., Adams, R. D., & Maher, C. G. (2008). "The effect of neoprene shorts on leg proprioception in Australian football players". *Journal of science and medicine in sport*, 11(3): 345-352.
- Carel, C., Loubinoux, I., Boulanouar, K., Manelfe, C., Rascol, O., Celsis, P., & Chollet, F. (2000). "Neural substrate for the effects of passive training on sensorimotor cortical representation: a study with functional magnetic resonance imaging in healthy subjects", *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 20(3): 478-484.
- Cortes, N., Quammen, D., Lucci, S., Greska, E., & Onate, J. (2012). "A functional agility short-term fatigue protocol changes lower extremity mechanics", *Journal of sports sciences*, 30(8): 797-805.
- Coughlan, G. F., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C., & Caulfield, B. M. (2012). "A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test", *Journal of athletic training*, 47(4): 366-371.
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). "Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance", *Human movement science*, 58: 287-296.
- Earl, J. E., & Hertel, J. (2001). "Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*", 10(2): 93-104.
- Ergen, E., & Ulkar, B. (2008). "Proprioception and ankle injuries in soccer", *Clinics in sports medicine*, 27(1): 195-217.

- Gandomi F, Najafi M (2018). "Effect of Core Muscles Fatigue on Landing Mechanic and Lower Extremity Function", *Rehab Med*, 7(4): 30-40. (In Persian)
- Gonçalves, L. C., de Souza Vale, R. G., Barata, N. J. F., Varejão, R. V., & Dantas, E. H. M. (2011). "Flexibility, functional autonomy and quality of life (QoL) in elderly yoga practitioners", *Archives of gerontology and geriatrics*, 53(2): 158-162.
- Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). "Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test", *Measurement in physical education and exercise science*, 7(2): 89-100.
- Guskiewicz, K. M., & Perrin, D. H. (1996). "Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*", 5(1): 45-63.
- Hashemi, J., Chandrashekar, N., Jang, T., Karpas, F., Oseto, M., & Ekwaro-Osire, S. (2007). "An alternative mechanism of non-contact anterior cruciate ligament injury during jump-landing: in-vitro simulation", *Experimental Mechanics*, 47(3): 347-354. (In Persian)
- Hertel, J., Dorfman, J. H., & Braham, R. A. (2004). "Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history", *Journal of sports science & medicine*, 3(4): 220.
- Myer, G. D., Stroube, B. W., DiCesare, C. A., Brent, J. L., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., & Hewett, T. E. (2013). "Augmented feedback supports skill transfer and reduces high-risk injury landing mechanics: a double-blind, randomized controlled laboratory study", *The American journal of sports medicine*, 41(3): 669-677.
- Jackson, N. D., Gutierrez, G. M., & Kaminski, T. (2009). "The effect of fatigue and habituation on the stretch reflex of the ankle musculature", *Journal of electromyography and kinesiology*, 19(1): 75-84.
- Letafatkar, K., Alizadeh, M. H., & Kordi, M. R. (2009). *The effect of exhausting exercise induced muscular fatigue on functional stability*. (In Persian)
- Leuty, P. M. (2016). *Understanding the effects of progressive fatigue on impact landing force and knee joint mechanics*, during the landing phase of continuous maximal vertical jumps.
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). "Mental fatigue impairs physical performance in humans", *Journal of applied physiology*, 106(3): 857-864.
- Martin, K., Meeusen, R., Thompson, K. G., Keegan, R., & Rattray, B. (2018). "Mental fatigue impairs endurance performance: a physiological explanation", *Sports Medicine*, 48(9): 2041-2051.
- Mehta, R. K., & Parasuraman, R. (2014). "Effects of mental fatigue on the development of physical fatigue": a neuroergonomic approach. *Human factors*, 56(4): 645-656.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2012). "An integrated approach to change the outcome part II: targeted neuromuscular training techniques to reduce identified ACL injury risk factors", *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*, 26(8): 2272.
- Nigg, B. M. (1985). "Biomechanics, load analysis and sports injuries in the lower extremities", *Sports medicine*, 2(5): 367-379.
- Padua D, Marshall S, Boling M, Thigpen C. (2009). "The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics", *The JUMP-ACL study. Am J Sports Med*. 37(10): 1996-2002.
- Padua, D.A., Boling, M.C., DiStefano, L.J., Onate, J.A., Beutler, A.I. and Marshall, S.W. (2011). "Reliability of the landing error scoring system-real time, a clinical assessment tool of jump-landing biomechanics", *Journal of sport rehabilitation*, 20(2):145-156.
- Parshad, O. (2004). "Role of yoga in stress management", *The West Indian Medical Journal*, 53(3): 191-194.
- Pincivero, D. M., Bachmeier, B. R. A. D., & Coelho, A. J. (2001). "The effects of joint angle and reliability on knee proprioception", *Medicine and science in sports and exercise*, 33(10): 1708-1712.
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). "Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players", *Journal of orthopedic & sports physical therapy*, 36(12): 911-919.
- Quatman, C. E., Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2006). "Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: a longitudinal study", *The American journal of sports medicine*, 34(5): 806-813.
- Rahnama, N., Lees, A., & Reilly, T. (2006). "Electromyography of selected lower-limb muscles fatigued by exercise at the intensity of soccer match-play", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16(3): 257-263. (In Persian)
- Raub, J. A. (2002). "Psychophysiological effects of Hatha Yoga on musculoskeletal and cardiopulmonary function: a literature review", *The Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 8(6): 797-812.
- Rozzi, S. L., Lephart, S. M., Gear, W. S., & Fu, F. H. (1999). "Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players", *The American journal of sports medicine*, 27(3): 312-319.
- Safiyeh K, Elham SE, Foad S (2018). "the Effect of Core Muscle Functional Fatigue on Some of Kinematics Parameters Related to ACL Injury during Single-Leg Stop-Jump Task in Female Athletes", *Rehabilitation Medicine*;7(1):10-21. (In Persian)
- Salavaati, M. (2002). "Study the functional controlling disorders in patients with chronic low back pain and effect of core stabilization training on it (Doctoral dissertation, PhD Thesis Tehran)", Tarbiat Modares University. (In Persian)
- Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). "Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury", *Journal of athletic training*, 43(4): 396-408.

- Smith M, Coutts A, Merlini M, Deprez D, Lenoir M, Marcora S. (2016). "Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance", *Medicine and science in sports and exercise*, 48(2): 267-76.
- Stephens I. (2017). "Medical Yoga Therapy", *Children*, 4(12): 1-20.
- Vaugoyeau, M., Viel, S., Amblard, B., Azulay, J. P., & Assaiante, C. (2008). "Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans", *Gait & posture*, 27(2): 294-302.
- Villien, F., Yu, M., Barthélémy, P., & Jammes, Y. (2005). "Training to yoga respiration selectively increases respiratory sensation in healthy man", *Respiratory physiology & neurobiology*, 146(1): 85-96.
- Zech, A., Meining, S., Hötting, K., Liebl, D., Mattes, K., & Hollander, K. (2018). "Effects of barefoot and footwear conditions on learning of a dynamic balance task: a randomized controlled study", *European journal of applied physiology*, 118(12): 2699-2706.