اثر خستگی عضلات مرکزی بدن بر چابکی دختران ورزشکار

سهیلا مینائی[1]، علی‌اکبر جدیدیان[2*]

ص.ص: ۲۰۱-۱۸۶
تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۰۶
تاریخ تصویب: ۹۹/۱۱/۰۲

چکیده

خستگی طی فعالیت‌های ورزشی پدیده معمولی است که بر عملکرد ورزشکاران تاثیر دارد. عمل عضلات مرکزی، می‌تواند بر عملکرد کلی بدن و حرکت اندام‌های طرفی اثرگذار باشد. هدف از این پژوهش بررسی اثر خستگی عضلات مرکزی بدن روی چابکی دختران ورزشکار بود. ۳۰ دانش‌آموز دختر سالم فعال در تیم‌های ورزشی در دو جلسه آزمون‌های چابکی ایلینویز، ۵۰۵ و تی شرکت کردند. جلسه اول بدون شرایط خستگی و جلسه دوم آزمون بعد از انجام پروتکل خستگی برگزار شد. به منظور مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون از آزمون آماری تی زوجی استفاده شد. نتایج نشان داد که خستگی عضلات مرکزی بدن می‌تواند موجب کاهش معنی‌داری در نمرات آزمون‌های چابکی شود ($P<۰,۰۵$). اندازه اثر کوهن برای آزمون‌های چابکی تی (۰,۶۷۳)، ۵۰۵ (۱,۹۲۵) و ایلینویز (۱,۸۷۳) پس از ایجاد خستگی به دست آمد. با توجه به نتایج، به ورزشکاران توصیه می‌شود نرمش‌های عملکردی شبیه‌سازی شده فعالیت‌های ورزشی، شامل تمرینات ثبات مرکزی و چابکی را مد نظر قرار دهند تا خستگی آن‌ها را مستعد آسیب نسازد.

واژه‌های کلیدی: ثبات مرکزی، خستگی، چابکی، زنان ورزشکار، عضلات مرکزی

۱. کارشناس ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دبیر تربیت‌بدنی، مریوان، ایران
۲. دکتری تخصصی آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، مربی گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه پیام نور، ایران
*ایمیل نویسنده مسئول: sovael92@gmail.com

The Effect of Core Muscles' Fatigue on Agility in Female Athletes

Minaei, S. (MA), Jadidian, A. A. (PhD)

Abstract

Fatigue is a common phenomenon during sports activities affecting athletic performance. Core muscle actions can affect performance of the whole body and extremities. The aim of this study was to investigate the effect of core muscle fatigue on female athletes' agility. 30 healthy female students, active in sports teams, accomplished Illinois, 505 and T agility tests on two sessions. The first was held before and the second after the fatigue protocol. Within group comparisons were determined with paired t test. The results showed that core muscles fatigue can lead to significant reduction in agility tests scores ($p<0/05$). Further, Cohen's effect size value of T ($d=0/673$), 505 ($d=1/925$) and Illinois ($d=1/873$) agility tests suggested a moderate, and high to very high practical significance. According to the results, it is recommended to perform functional exercises simulated to sport activities; including agility and core stability exercises to prevent fatigue and injury.

Keywords: agility, core muscles, core stability, fatigue, female athletes

مقدمه

قسمت مرکزی بدن که به عنوان پیوندگاه ضعیفی بین اندام‌های بالایی و پایینی بدن انسان عمل می‌کند، تنه نامیده می‌شود. بسیاری از مردم و ورزشکاران از توجه به این قسمت غفلت ورزیده و به تمرینات قسمت‌های دیگر بدن می‌پردازند (لینش ساکالینگوم سی، لینش ساکالینگوم جی، کاسیم و یوسف، ۲۰۱۲)[۱]. عضلات اصلی تنه، اینریونیت‌ها[۲] (عرضی‌شکم، دیافراگم، کف لگن و مولتی فیدوس‌ها) و اوتریونیت‌ها[۳] می‌باشند که این عضلات پایداری ضروری مفصل را برای ستون مهره‌ها فراهم می‌کنند و به حرکت و عملکرد مناسب بدن کمک می‌کند. بدن به عناصر قوی ثبات دهنده ستون فقرات شامل زیر سیستم‌های فعال (عناصر عضلانی)، غیر فعال (عناصر استخوانی و رباطی) و کنترل عصبی-عضلانی در فعالیت‌های پویا نیاز دارد (لطافت‌کار، دانشمندی، حدادنژاد و عبدالوهابی، ۱۳۹۵)، تمام عضلات نیم تنه در طیف گسترده‌ای از تمرین و فعالیت‌های ورزشی با هم همکار هستند (مک‌گیل، ۲۰۱۰)[۴] و نیروی حرکت را تولید، منتقل و کنترل می‌کنند (لینش ساکالینگوم و دیگران، ۲۰۱۲؛ سانتوس، دیوید، بهم، دیوید باربادو، جوزیماری و دیگران، ۲۰۱۹)[۵]. تصور بر این است که ناحیه مرکزی توانمند، به فرد این قابلیت را می‌دهد که به طور کامل نیروهای زمین را از اندام‌های پایینی به تنه و سرانجام به اندام‌های بالایی منتقل کند (مک‌گیل، ۲۰۱۰). به همین دلیل تعدادی از محققان بیان کرده‌اند که قسمت مرکزی به خوبی تمرین دیده برای عملکرد مطلوب و پیشگیری از آسیب ضروری است (سانتوس و دیگران، ۲۰۱۹؛ سکولایسی، اسپاسیک، میرکوف، کاوار و ساتلر، ۲۰۱۳)[۶]. ثبات و پایداری قسمت مرکزی بدن نقش مهمی در ایجاد یک سطح اتکای با ثبات برای انجام حرکات اندام تحتانی دارد (ویلسون، دوگرتی، ایرلند و دیویس، ۲۰۰۵)[۷]. گرچن و هذر[۸] در پژوهش خود علت تفاوت نیازهای یک فرد عادی و ورزشکار را شکل پیچیده‌ای که ثبات مرکزی در ورزشکاران و به ویژه زنان ورزشکار به خود می‌گیرد، بیان کردند (گرچن و هذر، ۲۰۱۰). بر این اساس، ضعف و یا خستگی عضلات مرکزی ممکن است بر عملکرد بدنی مؤثر باشد.

انواع مهارت‌های مختلف در ورزش‌ها نیاز به آمادگی جسمانی دارد (کلوک، نوویل، اسمیت و ویون؛ ۲۰۱۴)[۹]. قابلیت اجرای سطوح متوسط تا شدید فعالیت بدنی بدون خستگی و حفظ این قابلیت، آمادگی جسمانی نامیده می‌شود. چابکی یکی از فاکتورهای آمادگی جسمانی (آکادمی تربیت‌بدنی آمریکا، ۱۹۸۹)[۱۰]، یک مهارت چند وجهی است (لاکی، شولتز، کالاگان، جفریس و بری، ۲۰۱۳)[۱۱]. در اغلب

1. Lingesh Sukalinggam, C, Lingesh Sukalinggam, G, Kasim, Yusof
2. Inerunit
3. Outerunit
4. McGill
5. Santos, David, Behm, David Barbado, Josimari Melo Desantana, Grigoletto
6. Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar, Sattler
7. Willson, Dougherty, Ireland, Davis
8. Gretchen & Heather
9. Cloak, Nevill, Smith, Wyon
10. American Academy of physical education
11. Lockie, Schultz, Callaghan, Jeffriess, Berry

تحقیقات اصطلاح چابکی، ترکیبی سریع و موثر از توقف ناگهانی، تغییر جهت و شتاب دوباره، با حفظ کنترل وضعیت بدن در هر دو جهت عمودی یا افقی در پاسخ به یک محرک تعریف شده است (چابینی، هاچنا، راجب، خلیفه، آئودی و چماری، ۲۰۱۴)[1]. اجزای چابکی شامل تعادل، هماهنگی، قدرت و سرعت می‌باشد. سود حاصل از بهبود چابکی شامل افزایش کنترل بدن در طی حرکت سریع، افزایش هماهنگی عضلانی و کاهش خطر آسیب است (گیلی، رایا، گنورد، جین، کمبل و دیگران، ۲۰۱۳)[2]. چابکی در عملکرد ورزشکاران تیم‌های مختلف ورزشی تعیین کننده است (سکولایسی و دیگران، ۲۰۱۳). آزمون‌های آمادگی جسمانی برای بهینه‌سازی عملکرد ورزشی بسیار مهم هستند (چابینی و دیگران، ۲۰۱۴) بنابراین دخالت عملکرد در آزمون نشان دهنده عملکرد جسمانی در رویداد واقعی است.

خستگی به عنوان پدیده حاصل از ورزش به کاهش عملکرد اشاره دارد (کایرنز، ۲۰۱۱)[3]. خستگی پدیده پیچیده‌ای است که به طور کلی ارتباط مستقیمی با افزایش شدت تمرین در طول فعالیت ورزشی عادی دارد (گیبسون، گروبلر، کالینز، لامبرت، شاروود و دیگران، ۲۰۰۶)[4]. خستگی به دو نوع موضعی و مرکزی تقسیم می‌شود خستگی موضعی در سطح عضلات رخ می‌دهد و گروه خاصی از عضلات درگیر در حرکت را شامل می‌شود که مسئول تولید نیرو هست اند. خستگی مرکزی مربوط به بخش‌های فوقانی مغز بوده و کل بدن را درگیر می‌کند، در خستگی موضعی دستورات حرکتی تغییر نمی‌کنند و ممکن است افزایش یابند اما در خستگی مرکزی، دستورات حرکتی ارسال شده به عضله کاهش یافته و از این طریق به کاهش تنش یا نیروی عضله منجر می‌شود (هارگریوز، ۲۰۰۸)[5]. به گفته میلت و لیپرز[6] خستگی که در طی فعالیت‌های ورزشی بوجود می‌آید باعث اختلال در عملکرد حرکتی افراد می‌شود (میلت و لیپرز، ۲۰۰۴). در زمینه تاثیر خستگی عضلات مرکزی بر آزمون‌های عملکردی تحقیقات متعددی انجام شده است. شیخی و نورسته (۲۰۱۹) به مقایسه روش‌های مختلف خستگی عضلات مرکزی بر آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی زنان ورزشکار پرداخت اند، نتایج نشان داد که خستگی عضلات مرکزی به میزان قابل توجهی باعث کاهش نمرات آزمون‌های عملکردی شد (شیخی و نورسته، ۲۰۱۹)، همچنین سانتوس و همکاران (۲۰۱۹) ارتباط بین استقامت تنه (مرکز بدن) و عملکرد ورزشی را بررسی کردند نتایج نشان داد که استقامت مرکزی (تنه) تاثیر معناداری بر روی چابکی نداشته است.(سانتوس و دیگران، ۲۰۱۹). شیخ‌حسنی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که خستگی عضلات مرکزی بدن منجر به کاهش معناداری در نمرات تمامی آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی شده است (شیخ‌حسنی، رجبی و مینونژاد، ۱۳۹۲). نتایج پژوهش باباخانی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که خستگی عضلات مرکزی بدن موجب کاهش معناداری با اندازه اثری بزرگ در نمرات تمامی آزمون‌های تعادل ایستا و پویا و آزمون‌های استقامت عضلات تنه آزمودنی‌ها شد (باباخانی، اولاد قبادی و فتاحی، ۱۳۹۴). تانگ و همکاران (۲۰۱۴)

[1]. Chaabene, Hachana, Rajeb, Khlifa, Aouadi, Chamari
[2]. Gailey, Raya, Gaunaurd, Jayne, Campbell
[3]. Cairns
[4]. Gibson, Grobler, Collins, Lambert, Sharwood, Derman
[5]. Hargreaves
[6]. Millet and Lepers

وقوع خستگی عضلات مرکزی در طول دویدن با شدت بالا را مشاهده کردند. یافته‌ها نشان داد استقامت در دویدن پس از خستگی عضلات مرکزی کاهش یافت (تانگ، وو، نای، بیکر و لین، ۲۰۱۴)[1]. خستگی عضلانی سبب افزایش دامنه نوسانات پاسچر، کاهش توانایی حفظ تعادل و اختلال حس‌عمقی می‌گردد، در نتیجه چنین به نظر می‌رسد که افراد خسته در معرض خطر ضایعات مفصلی به علت کاهش تعادل می‌باشند (دهنوی، خرم‌نژاد، حسن‌پناه و حاجی‌بیگلو، ۲۰۱۳؛ رزی، لفارت و فو، ۱۹۹۹)[2]. از سوی دیگر خستگی شدید عضلات دور کننده ران باعث کاهش کنترل تعادل در زنان نشده است (بلیو، پانویز، پترسون، بروک و اولسون، ۲۰۰۹)[3]. تاکنون بیشتر تحقیقات به بررسی اثر خستگی عضلات مرکزی بر روی تعادل و استقامت پرداخته‌اند بنابراین با وجود روشن بودن اثر خستگی عمومی بر عملکردهای ورزشی، و با توجه به اهمیت بالای کارکرد مناسب ناحیه مرکزی در کیفیت عملکرد بدنی، اثرات خستگی موضعی این ناحیه بر عملکرد پیچیده‌ای مانند چابکی به ویژه در زنان ورزشکار روشن نیست، بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر خستگی عضلات مرکزی بدن بر چابکی دختران ورزشکار بود.

روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است و آزمودنی‌های تحقیق با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بدون گروه کنترل مقایسه شدند. جامعه‌ی آماری این پژوهش، دانش‌آموزان دختر ورزشکار تیم‌های ورزشی والیبال، بسکتبال و فوتسال شهر مریوان بودندکه به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. با درنظر گرفتن معیارهای ورود و خروج، آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه، پس از امضای فرم رضایت‌آگاهانه وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود عبارت بود از: ورزشکار زن سالم، محدوده سنی ۱۵ تا ۱۷ سال، داشتن حداقل ۳ سال سابقه ورزشی. معیارهای عدم ورود عبارت بود از: سابقه ضربه و شکستگی در اندام تحتانی، سابقه آسیب رباط‌ها و یا منیسک زانو، سابقه پیچ خوردگی مچ پا در شش ماه اخیر وجود مشکلات بینایی اصلاح نشده و هرگونه تغییر شکل در اندام تحتانی و ستون‌مهره‌ها، وجود سابقه کمردرد شدید در ۶ ماه اخیر، وجود سابقه بیماری‌های قلبی عروقی و ریوی، مصرف هرگونه داروی آرام بخش، مخدر و الکل ۴۸ ساعت قبل از آزمون (صلواتی، مقدم، ابراهیمی و عرب، ۲۰۰۷). به منظور ارزیابی چابکی از آزمون‌های چابکی تی[4]، ایلینویز[5] و ۵۰۵ استفاده شد. آزمون‌های چابکی بکار رفته به عنوان یک آزمون مطرح و توسعه یافته که شامل دو سرعت مستقیم و متعدد با تغییر جهت در اطراف موانع است، دارای تکرارهای نزدیک و مشابه الگوهای حرکتی رشته‌های ورزشی می‌باشند. از آزمون‌های چابکی متعدد با توجه به اجرای متفاوت آن ها، برای ارزیابی در تمام سطح‌ها و نشان دادن نتایج بهتر اثر خستگی بر چابکی استفاده شد تا از مهارت حرکت اطمینان حاصل شود (گیلی و دیگران، ۲۰۱۳) به منظور خسته کردن عضلات مرکزی ورزشکاران پروتکل خستگی موضعی بکار برده شد.

[1]. Tong, Wu, Nie, Baker, Lin
[2]. Rozzi, Lephart, Fu
[3].Bellew, Panwitz, Peterson, Brock, Olson
[4]. T Test
[5]. Illinois Test

نحوه اجرای آزمون‌ها

آزمون چابکی تی:

آزمون با توجه به پروتکل ارائه شده پاول و همکاران که توسط گیلی و همکاران نیز بکار رفته، انجام شده است. در این آزمون ورزشکار در پشت خط شروع می‌ایستد (شکل۱) و به سرعت ۱۰ متر به طرف (مخروط۱) جلو می‌رود و سپس حرکت T بصورت پای پهلو ۵ متر به سمت راست (مخروط۲) می‌رود و سپس ۱۰ متر به سمت چپ (مخروط۳) و مجددا ۵ متر به سمت راست (مخروط۱) می‌رود و در انتها با دویدن به عقب به نقطه شروع بر می‌گردد. ورزشکار باید در هر نقطه مخروط‌ها را با دست لمس کند. برای این آزمون پایایی ۰/۹۸ (۰/۹۹-۰/۹۷، CI[1] ۹۵٪) توسط گیلی گزارش شده است (گیلی و دیگران، ۲۰۱۳؛ پاول، مادول، گرامر، لکروز و روزنک، ۲۰۰۰)[2].

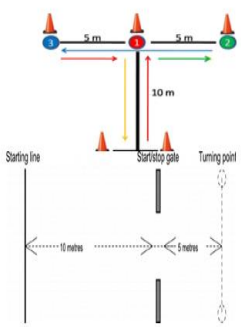
آزمون ایلینویز

آزمون تغییر جهت چابکی ایلینویز (شکل۲)، که شامل دویدن به طور مارپیچ در یک مسیر معین است. مسیر آن به طول ۹/۲ متر است که در آن چهار مانع به شکل مخروط به فاصله ۳/۱ متر از یکدیگر قراردارد، آزمودنی در نقطه شروع قرار می‌گیرد. پس از شنیدن علامت"رو"، طول مسیر را با حداکثر سرعت طی می‌کند. برای این آزمون ضریب همبستگی[3] ۰/۹۴ گزارش شده است (چابینی و دیگران، ۲۰۱۴).

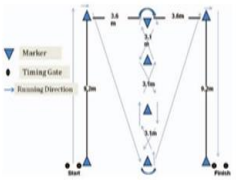
آزمون ۵۰۵

از آزمون چابکی ۵۰۵ نیز استفاده شد که شامل هر دو مرحله شتاب و کاهش سرعت اجرا با یک چرخش ۱۸۰ درجه (شکل۳) ورزشکار می‌باشد (آلیس، گاستین، لارنس، ساوج، باکریج و تومیلتی، ۲۰۰۰)[4]. در این آزمون دو عدد مخروط با فاصله‌ی ۱۵ متر از یکدیگر قرار دارند، در فاصله‌ی ۱۰ متری از نقطه‌ی شروع، محل قرارگیری وقت نگه دار می‌باشد. در این آزمون آزمودنی از نقطه‌ی شروع آغاز به دویدن می‌کند ولی زمان انجام آزمون پس از گذشت فرد از نقطه‌ی ۱۰ متری (محل آغاز/پایان که در تصویر مشخص است) به وسیله کرنومتر شروع به ثبت می‌شود. فرد با تمام سرعت تا نقطه‌ی پایان خط ۱۵ متری (مخروط۲) رفته و سپس دور زده و به سمت نقطه‌ی آغاز به دویدن خود ادامه می‌دهد. کرنومتر پس از عبور فرد از نقطه‌ی ۱۰ متری متوقف می‌شود و زمان به دست آمده به عنوان رکورد فرد ثبت می‌شود. در حقیقت زمان دویدن در فاصله‌ی ۱۰ متری (۵ متر رفت و ۵ متر برگشت) محاسبه می‌شود. ضریب همبستگی آزمون ۵۰۵ برابر ۰/۸۹ توسط توماس و همکاران گزارش شده است (توماس، فرانتیسک، لوسیا و یاروسلاو، ۲۰۱۴)[5].

[1]. Confidence Interval (CI)
[2]. Pauole, Madole, Garhammer, Lacourse, Rozenek
[3]. Intraclass correlation coefficient (ICC)
[4]. Ellis, Gastin, Lawrence, Savage, Buckeridge, Tumilty
[5]. Tomas, Frantisek, Lucia, Jaroslav



شکل ۱. آزمون چابکی تی



شکل ۲. آزمون چابکی ایلینویز

شکل ۳. آزمون چابکی ۵۰۵

پروتکل خستگی عضلات مرکزی

در این پژوهش از پروتکل خستگی ابداع شده توسط ابت و همکاران که توسط شیخ‌حسنی و همکاران تعدیل شده بود برای خسته کردن عضلات ثبات دهنده مرکزی در تمامی صفحات حرکتی استفاده شد (شیخ‌حسنی و دیگران، ۱۳۹۲؛ ابت، اسمولیگا، برک، جولی، لفارت و فو، ۲۰۰۷)[1]. اعتبار و توانایی این پروتکل در خسته کردن عضلات مرکزی از طریق آزمون قدرت ایزوکینتیک عضلات تنه توسط ابت به اثبات رسیده است (ابت و دیگران، ۲۰۰۷). زمان انجام این پروتکل ۳۲ دقیقه و شامل ۴ دوره متوالی از ۷ تمرین است به طوری که آزمودنی هر تمرین را ۲۰ مرتبه در مدت ۴۰ ثانیه (هر تکرار را در دو ثانیه) انجام می‌داد. معیارهای زیر جهت تعریف خستگی عضلات استفاده شد:

۱. زمانی که آزمودنی دیگر قادر نباشد در دور چهارم (دور آخر) تمرینات را با فرم صحیح ادامه دهد.

۲. زمانی که آزمودنی قادر نباشد در دور چهارم (دور آخر) تمرینات را با سرعت یک تکرار در دو ثانیه انجام دهد.(بعد از مطمئن شدن از وقوع خستگی در تمرین هفتم).

آزمون‌های چابکی گرفته شده در هر ست از آزمودنی شامل هفت تمرین به ترتیب زیر است:

۱-چرخش تنه در حالت نشسته با توپ طبی؛ ۲- باز کردن تنه در حالت خوابیده به شکم با توپ طبی؛ ۳-درازونشست به طرفین با توپ طبی؛ ۴- درازونشست روی سطح شیب دار با وزنه؛ ۵- خم شدن به پهلو در حالت ایستاده با دمبل (دمبل پنج کیلوگرمی)؛ ۶- باز کردن و چرخش هم زمان تنه با وزنه در حالت خوابیده به شکم؛ ۷- چرخش تنه در حالت ایستاده در مقابل مقاومت کش (از توپ طبی دو کیلوگرمی و وزنه‌های پنج کیلوگرمی برای انجام تمرینات استفاده شد)، (شیخ‌حسنی و دیگران، ۱۳۹۲؛ باباخانی و دیگران، ۱۳۹۴).

روند اجرای تحقیق

در این پژوهش تعداد جلسات آزمون، دو جلسه با فاصله زمانی ۴۸ ساعت درشرایط مکانی و زمانی مناسب برگزار شد. در جلسه اول ابتدا آزمون گر نحوه انجام آزمون‌ها را به آزمودنی‌ها آموزش داد و بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن آزمون‌های چابکی در شرایط عادی (بدون حضور خستگی) گرفته شد. ترتیب انجام آزمون‌ها به صورت تصادفی برای هر آزمودنی انتخاب شده بود. بهترین زمان بدست آمده از سه بار تکرار

[1]. Abt, Smoliga, Brick, Jolly, Lephart, Fu

در هر آزمون با استراحت یک دقیقه‌ای بین هر تکرار به عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد. رکورد آزمودنی‌ها با استفاده از کرنومتر کیو کیو[1] با دقت اندازه‌گیری تا یک صدم ثانیه ثبت شد. مدت زمان اجرای هر آزمون برای هر آزمودنی کمتر از ۱۲ دقیقه بود. در جلسه دوم بعد از ۱۵ دقیقه گرم کردن و کمتر از ده ثانیه پس از اجرای پروتکل خستگی، آزمون‌ها اجرا شد. فاصله استراحت بین آزمون‌ها و تعداد تکرارهای آن ها همانند جلسه اول بود.

روش آماری

پس از جمع‌آوری اطلاعات تحقیق، داده‌های مربوط به ویژگی آزمودنی‌ها از قبیل سن، قد، وزن و متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم افزار اس.پی.اس.اس[2] نسخه ۲۱ تجزیه و تحلیل شد. با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها که با آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی شد (P>۰/۰۵)، از آزمون تی‌زوجی جهت بررسی تفاوت میانگین آزمون‌ها قبل و بعد از خستگی استفاده شد. جهت بررسی اندازه اثر خستگی بر آزمون‌ها از روش دی کوهن[3] استفاده شد. سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

ویژگی دموگرافیک آزمودنی‌های در جدول۱ آمده است. مقایسه نمرات آزمون‌های چابکی پیش‌آزمون (قبل از خستگی) و پس‌آزمون (بعد از خستگی) در جدول۲ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود اختلاف معناداری بین نمرات آزمون‌های چابکی قبل و بعد از پروتکل خستگی وجود دارد. نتایج آزمون تی‌زوجی کاهش معنی‌دار در نمرات تمامی آزمون‌های چابکی را بعد از خستگی نشان داد که در (جدول۲) آمده است.

جدول۱. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها میانگین (انحراف استاندارد) N=۳۰

سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI* (متر^۲/کیلوگرم)
۱۶,۰۶(۱,۳۰)	۱۶۶,۱۶(۳,۷۰)	۵۶,۹۰(۷,۵۰)	۲۰,۶۰(۲,۴۰)

*Body Mass Index واحد اندازه‌گیری شاخص توده بدن که از تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه می‌شود.

جدول۲. نتایج آزمون تی‌زوجی جهت مقایسه نمرات آزمون‌های چابکی قبل و بعد از خستگی میانگین (انحراف استاندارد) N=۳۰

متغیر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار t	مقدار P	اندازه اثر (دی کوهن)
T (ثانیه)	۱۲,۴۳(۱,۰۱)	۱۳,۱۱(۱,۰۱)	-۴,۳۰	*۰,۰۰۰۱	۰,۶۷۳ (متوسط)
۵۰۵ (ثانیه)	۲,۹۳(۰,۳۴)	۳,۸۱(۰,۵۵)	-۸,۲۹	*۰,۰۰۰۱	۱,۹۲۵ (بزرگ)
ایلینویز (ثانیه)	۱۳,۱۵(۱,۲۹)	۱۵,۳۷(۱,۰۷)	۱۲,۴۶	*۰,۰۰۰۱	۱,۸۷۳ (بزرگ)

* در سطح P<۰/۰۱ معنی‌دار است.

[1]. Q&Q
[2].Spss
[3]. Cohen's d effect size

بحث

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر خستگی عضلات مرکزی بدن روی چابکی دختران ورزشکار بود. نتایج، اثر منفی خستگی عضلات مرکزی بر چابکی ورزشکاران دختر را نشان داد. مفهوم ضمنی این نتیجه آن است که انقباض‌پذیری، استقامت، و کارآمدی به موقع عضلات مرکزی در چابکی ورزشکاران دختر اثر به سزایی دارد. در آزمون ۵۰۵ اندازه اثر بزرگ (d=۱,۹۲۵)، در آزمون ایلینویز نیز اندازه اثر بزرگ (d=۱,۸۷۳) و در آزمون چابکی تی اندازه اثر متوسط (d=۰,۶۷۳) به دست آمد. آزمون‌ها به صورت تصادفی پس از خستگی اجرا شد و نوبت مشخصی برای هیچ کدام از سه آزمون وجود نداشت. آزمون چابکی تی حساس به تغییر در الگوهای تمرینی و تفاوت سطح مهارت ورزشکاران است بنابراین ممکن است یک ابزار مفید برای ارزیابی عملکرد ورزشکاران و تغییرات در عملکرد در طول برنامه‌های تمرینی و توانبخشی باشد (مونرو و هرینگتون، ۲۰۱۱)[1]. با این وجود، در پژوهش حاضر آزمون ۵۰۵ و ایلینویز کمتر متأثر از خستگی عضلات مرکزی بود. در دو آزمون دیگر حرکات چرخشی و دور زدن وجود دارد ولی در آزمون تی تنها دویدن و تغییر جهت نود درجه با حرکت پای پهلو انجام می‌شود. با توجه به اهمیت عضلات مرکزی در کنترل پاسچر (دهنوی و دیگران، ۲۰۱۳)، می‌توان درباره‌ی تأثیرپذیری کمتر آزمون تی از خستگی این عضلات بحث و پژوهش کرد. این نتیجه می‌تواند در انتخاب آزمون چابکی در شرایط خستگی ورزشکار، مد نظر باشد. نتایج نشان داد خستگی عضلات مرکزی بدن می‌تواند روی چابکی ورزشکاران اثر گذار باشد. به این معنی که بروز خستگی می‌تواند به کاهش چابکی ورزشکاران دختر منجر گردد. طبق یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان گفت که افزایش زمان افراد در آزمون‌های چابکی (کاهش چابکی) پس از ایجاد خستگی در عضلات مرکزی، با توجه به ارتباط این عضلات با اندام‌های دیگر به نقش این عضلات در حین عمل دستیابی اشاره دارد. می‌توان کاهش میانگین نمرات چابکی در پس‌آزمون را به کاهش قدرت عضلات، مختل شدن حس وضعیتی مفاصل و به تاخیر افتادن پاسخ‌های عصبی‌عضلانی نسبت داد. گزارش شده است که قدرت عضلانی در اثر خستگی کاهش می‌یابد (رهنما، ۲۰۰۳) بنابراین در اثر خستگی زمان عکس العمل عضلات و پاسخ‌های عصبی عضلانی به تاخیر می‌افتد (روزی و دیگران، ۱۹۹۹). همچنین وویلرم و پینسولت[2] (وویلرم و پینسولت، ۲۰۱۰) و کیو و لو[3] (کیو و لو، ۲۰۱۴) گزارش دادند که در اثر خستگی حس وضعیت مفصل (حسی‌عمقی) دچار نقص می‌گردد.

نتایج پژوهش حاضر از نظر تاثیر خستگی عضلات مرکزی بر عملکرد ورزشکاران، هم سو با نتایج شیخ‌حسنی و همکاران (شیخ‌حسنی و دیگران، ۱۳۹۲)، باباخانی و همکاران (باباخانی و دیگران، ۱۳۹۴)، ابت و همکاران (ابت و دیگران، ۲۰۰۷)، شیخی و نورسته (شیخی و نورسته، ۲۰۱۹) می‌باشد. آن‌ها عنوان کرده‌اند که خستگی مرکزی باعث کاهش عملکرد آزمودنی‌ها در آزمون‌ها می شود. بنابراین ممکن است خطر آسیب افزایش یابد، زیرا اندام تحتانی مانند مفاصل مچ پا، زانو و ران در معرض افزایش استرس بیشتر ناشی از خستگی قرار می‌گیرد. خستگی باعث کاهش توانایی تولید نیرو، هماهنگی عصبی‌عضلانی،

[1]. Munro, Herrington
[2]. Vuillerme, Pinsault
[3]. Qu, Lew

دقت کنترل حرکتی، حس عمقی، ثبات مفصلی، هم انقباضی عضلات و افزایش زمان عکس‌العمل می‌شود، که نتیجه اصلی آن کاهش مشخص در عملکرد عضلات است (اورتیز، اولسون، اتنیار، ترودل-جکسون، بارتلت و دیگران، ۲۰۱۰)[1]. فعالیت عضلات چهار سر رانی در اثر خستگی عضلات بازکننده تنه کاهش پیدا می‌کند (هارت، فریتز، کریگان، سالیبا، گانسندر و دیگران، ۲۰۰۶)[2] و این امر احتمالا می‌تواند یکی از دلایل کاهش میزان نمرات آزمون‌های چابکی (تی، ۵۰۵ و ایلینویز) در پژوهش حاضر پس از اعمال پروتکل خستگی باشد. نتایج تحقیق پلاموندون بیانگر این است که حرکت بازکردن تنه موجب خستگی عضلات بازکننده ران می‌شود (پلاموندون، تریمبل، لاریوایر و دژاردین، ۲۰۰۴)[3]. همچنین یافته‌های هوارد و همکاران (۲۰۱۵)(هوارد، گراناچر، جی و بهم، ۲۰۱۵)[4] نشان داد که خستگی اکستانسور تنه باعث کاهش فعال شدن عضلات در اندام تحتانی می‌شود. بنابراین خستگی و کاهش احتمالی عملکرد عضلات سرینی‌میانی و بزرگ متعاقب دو حرکت بازکردن تنه با توپ طبی و بازکردن و چرخش همزمان تنه با وزنه طی پروتکل خستگی می‌تواند دلیل احتمالی دیگری برای کاهش نمره آزمون‌های چابکی باشد.

ناحیه مرکزی بدن مرکز زنجیره حرکتی اکثر فعالیت‌های ورزشی است (کیبلر، پرس و سیاساسی، ۲۰۰۶)[5]. فعال‌سازی هماهنگ عضلات تنه برای ایجاد پایداری و بازدهی عملکردی بسیار اهمیت دارد (کاویک، گرانیر و مک‌گیل، ۲۰۰۴)[6]. در این راستا هاجز و ریچاردسون[7] ترتیب فعالیت عضلانی طی حرکات اندام تحتانی را مطالعه کرده و متوجه شدند تعدادی از عضلات ثبات دهنده مرکزی (مانند عضله عرضی شکم، چندسر، راست شکمی، مایل شکمی) به طور دائمی قبل از حرکات اندام تحتانی منقبض می‌شوند (هاجز و ریچاردسون، ۱۹۹۷). از آن جایی که این عضلات بر فعال شدن عضلات اندام‌ها تأثیر دارند، بنابراین ناهماهنگی در فعال‌سازی عضلات پروگزیمال و کاهش فعال‌سازی ساختار عضلانی تنه و ران ممکن است الگوهای بهینه فعال‌سازی عضلانی را در پاسخ به استرس مفصلی مختل کند (هیوت، شولتز و گریفین، ۲۰۰۷)[8]. بنابراین تغییر در فعالیت عضلات پروگزیمال در اثر خستگی می‌تواند باعث کاهش دامنه حرکتی در زانو و ران شده و در نهایت موجب کاهش عمل دسترسی در آزمون‌های چابکی باشد. با این حال در پژوهشی دیگر، خستگی شدید عضلات دور کننده ران باعث کاهش کنترل تعادل در زنان نشد، دلیل آن این گونه بیان شد که با وجود تغییرات قابل توجه در استراتژی‌های حرکتی پس از خستگی، ارزیابی کمی از تعادل انجام نشد (بیلو و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج این پژوهش نشان داد پس از خستگی عضلات ران، کاهش معنادار در حرکت ران یا عدم تغییر در کل دامنه حرکتی ران به وسیله افزایش قابل توجه جبران در حرکت زانو و مچ پا رخ می‌دهد و تغییرات آنی در مفصل قابل توجه است،

1. Ortiz, Olson, Etnyre, Trudelle-Jackson, Bartlett, Venegas-Rios
2. Hart, Fritz, Kerrigan, Saliba, Gansneder
3. Plamondon, Trimble, Lariviere, Desjardins
4. Howard, Granacher, G, Behm
5. Kibler, Press, Sciascia
6. Kavcic, Grenier, McGill
7. Hodges, Richardson
8. Hewett, Shultz, Griffin

این تغییرات به نظر می‌رسد برای جبران ضعف اندام‌های بالائی (پروگزیمال) روی دهد. ممکن است این کاهش یا عدم تغییر در حرکت ران برای جبران خستگی موضعی تنها در مفصل عضلات دور کننده ران رخ داده باشد (بیلو و همکاران، ۲۰۰۹). فعالیت پیچیده عضلات مرکزی در صورت استیفنس مرکزی به ثبات و شکل دویدن کمک می‌کند. بنابراین خستگی عضلات مرکزی ممکن است عامل محدود کننده در ارتباط با دویدن که بخشی از آزمون‌های چابکی است، باشد. به طوری که خستگی مفرط می‌تواند به طور مستقل مانع فعالیت‌های ورزشی شود (تانگ و دیگران، ۲۰۱۴). علاوه براین خستگی عضلانی ممکن است آوران‌های حسی عمقی را تغییر دهد و باعث بی‌ثباتی بیشتر شود. خستگی بر روی حس وضعیت مفصل زانو در بازیکنان تاثیر دارد و باعث کاهش ثبات می‌شود بنابراین نتایج برخی از مطالعات نشان داد که خستگی امکان دارد مرتبط با ناتوانی سیستم عصبی عضلانی در یک موقعیت خاص باشد (نوتارنیکا، ماکاناگانو، تافوری، پسس، دیجیگلیو و دیگران، ۲۰۱۵)[1].

در پژوهش شاروک و همکاران، بیان نمودند که تغییرات دقیق در زاویه کشش عضلات مرکزی بر روی لگن می‌تواند باعث کاهش توانائی کنترل تنه شود و همچنین عملکرد عضلانی مرکزی در طول عملکرد ورزشی ممکن است به وسیله آزمون‌های ایستا و دقیق تک سطحی اندازه‌گیری نشود. بنابراین نباید تاکید اولیه از هر برنامه تمرینی افزایش عملکرد ورزشی باشد و ممکن است یک جز با ارزش برای پیشگیری از آسیب باشد (شاروک، کروپر، مستد، جانسون و مالون،۲۰۱۱)[2] در حالی که ثبات مرکزی در پیشگیری از آسیب لازم است. یک تصور کلی این است که مرکزتنه با عملکرد مرتبط است اما بهبود عملکرد کلی به طور مستقیم تنها به تمرینات مرکزی مربوط نمی‌شود (رید، فورد، میر و هیوت، ۲۰۱۲)[3].

بر همین اساس مندز[4] (۲۰۱۶) نشان داد که تنها تمرینات ثبات مرکزی برای بهبود چابکی کافی نیست. این امر را می‌توان به متغیرهای کلیدی که بر عملکرد چابکی یا تمرینات ثبات مرکزی تاثیر می‌گذارند ولی به طور خاص عملکرد چابکی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند، نسبت داد (مندز، ۲۰۱۶).

تمرین عملکردی به عنوان توانایی سیستم عصبی عضلانی برای ایجاد ثبات در بدن از طریق انقباضات پویا و ایزومتریک در پاسخ به عوامل استرس‌زا مانند جاذبه، نیروی عکس العمل زمین توصیف شده است. بنابراین با توجه به نظرات و نتایج متناقض گذشته به نظر می‌رسد که موثرترین روش در بهبود ثبات مرکزی و آزمون‌های عملکردی در نظر گرفتن اصل ویژگی تمرین در برنامه‌های تمرینات به طور خاص باشد (جانت، ویس، کریتیجر، وایلد، ۲۰۱۰)[5]. هدف از ارزیابی چابکی در این پژوهش، اندازه‌گیری ویژگی‌هایی بود که معمولا در بسیاری از ورزش‌ها از جمله ورزش‌های تیمی برای پیش بینی سطح توانائی عملکردی در بازی واقعی مورد نیاز است و تفکر عمومی مربیان ورزشی در مورد اقدامات خاص ورزشی این است که نمرات بهتر ممکن است مربوط به افزایش عملکرد ورزشی باشد (یعنی ورزشکاران سریع‌تر عملکرد ورزشی بالاتری دارند) (شاروک و دیگران، ۲۰۱۱). پژوهش‌های قبلی چابکی را که

[1]. Notarnicola, Maccagnano, Tafuri, Pesce, Digiglio
[2]. Sharrock, Cropper, Mostad, Johnson, Malone
[3]. Reed, Ford, Myer, Hewett
[4]. Mendes
[5]. Janot, Weiss, Kreitinger, Wilde

تلفیقی از چند فاکتور حرکتی آمادگی جسمانی در خود دارد، در نظر نگرفته‌اند و بیشتر به اجرای آزمون‌های تک سطحی که قدرت یا تعادل را ارزیابی می‌کند، پرداخته‌اند. در پژوهش حاضر گزارشی که به بررسی تاثیر خستگی بر آزمون‌های چابکی پرداخته باشد یافت نشد. به نظر می‌رسد پروتکل خستگی عضلات مرکزی مورد استفاده در این پژوهش، بر اساس بررسی کینزیولوژیک تمرین‌های آن، عضلات اوتریونیت یا گلوبال را بیشتر درگیر کرده باشد. پیشنهاد می‌شود محققان برای تحقیقات آینده ضمن استفاده از پروتکل خستگی موضعی عضلات اینریونیت، به بررسی و مقایسه چابکی، قدرت و هماهنگی که از شاخص‌های عملکردی مهم برای ورزشکاران می‌باشند، بپردازند و تاثیر تمرینات عضلات مرکزی بر عملکرد ورزشکاران را در برنامه‌های تحقیقاتی خود قرار دهند. یکسانی درک شرکت کننده‌ها از خستگی، از پیش فرض‌های پژوهش حاضر بود و شاخصی نیز برای تشخیص دقیق آن در نظر گرفته نشد. نداشتن گروه کنترل نیز از دیگر محدودیت‌های این پژوهش است که پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی مد نظر قرار گیرند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، به نظر می‌رسد خستگی موضعی عضلات مرکزی بدن بر چابکی ورزشکاران دختر رشته‌های ورزشی والیبال، بسکتبال و فوتسال اثر منفی دارد. بر این اساس می‌توان گفت که انقباض‌پذیری به موقع و استقامت عضلات مرکزی در چابکی ورزشکاران اهمیت دارد. بنابراین به ورزشکاران توصیه می‌شود همزمان با تمریناتی که باعث تقویت و افزایش ثبات مرکزی و چابکی می‌شوند، نرمش‌های عملکردی شبیه سازی شده فعالیت‌های ورزشی را با هدف بهبود کنترل حرکتی و زمان بندی زنجیره‌های حرکتی، در برنامه تمرینی خود قرار دهند و تمریناتی را که همزمان باعث تقویت و افزایش ثبات مرکزی و چابکی می‌شود مد نظر قرار دهند تا خستگی آن‌ها را مستعد آسیب نسازد. پژوهش‌های بیشتری برای بررسی علل و سازوکار این پدیده نیاز است.

منابع

- باباخانی، ف؛ اولاد قبادی، ک و فتاحی، ف.ال. (۱۳۹۴). تاثیر خستگی عضلات مرکزی بدن بر تعادل و استقامت زنان ورزشکار، علوم پزشکی کردستان، ۲۰، ۶۵-۷۲.
- شیخ‌حسنی، س؛ رجبی، ر و مینونژاد، ه. (۱۳۹۲). اثر خستگی عضلات مرکزی بدن بر آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی در مردان ورزشکار، پژوهش در علوم توانبخشی، ۹(۴)، ۶۶۸-۶۸۲.
- لطافت‌کار، ا؛ دانشمندی، ح؛ حدادنژاد، م و عبدالوهابی، ز. (۱۳۹۵). حرکات اصلاحی پیشرفته، آوای ظهور، چاپ سوم.
- Abt, J. P., Smoliga, J.M., Brick ,M.J., Jolly, J.T., Lephart, S.M., Fu, F.H. (2007). Relationship between cycling mechanics and core stability. *Journal of Strength and Conditioning Research, 21*, 1300-1304.
- Abt, J. P., Smoliga, J.M., Brick ,M.J., Jolly, J.T., Lephart, S.M., Fu, F.H. (2007). Relationship between cycling mechanics and core stability. *Journal of Strength and Conditioning Research, 21*, 1300-1304.
- American., A., of physical education., papers. (1989). Physical activity and aging. *Human kinetics books*, 22.

- Bellew, J., Panwitz B., Peterson L., Brock M., Olson K. (2009). Effect of acute fatigue of the hip abductors on control of balance in young and older women. *Arch Phys Med Rehabil, 90,* 1170-1175.
- Cairns, S. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Ph.D dissertation. Auckland New Zealand Faculty of Health and Environmental Sciences, AUT University*.
- Chaabene, H., Hachana, Y., Rajeb, G.B., Khlifa, R., Aouadi, R., Chamari, K., et al. (2014). Validity and reliability of new agility test among elite and subelite under 14-soccer players. *PLoS ONE, 9-16.*
- Cloak, R., Nevill , A., Smith, J., Wyon, M. (2014). The acute effects of vibration stimulus following FIFA 11þ on agility and reactive strength in collegiate soccer players. *Journal of Sport and Health Science, 3,* 193-298.
- Dehnavi, H., Khorramnezhad, H., Hassanpanah, H., Hajibigloo, M. (2013). The effect of fatigue on functional stability in the basketball players with functional ankle instability. *American Journal of Sports Science, 1*(3), 28-32.
- Ellis, L., Gastin, P., Lawrence, S., Savage, B., Buckeridge, A., Tumilty, D. (2000). Protocols for the physiological assessment of team sports players. Physiological Test for the Elite Athletes. *Champaign, IL: Australian Sports Commission*.
- Gailey, R. S., Raya, M.A., Gaunaurd, I.A., Jayne, L.D.M., Campbell, M.A.J., (Ret), S.M., Gagne, E., et al. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. .*JRRD, 7,* 951-960.
- Gibson, A. S., Grobler, L.A., Collins, M., Lambert, M.I., Sharwood, K., Derman, E.W., et al. (2006). Evaluation of maximal exercise performance, fatigue, and depression in athletes with acquired chronic training intolerance. *Clin J Sport Med, 1,* 39-45.
- Gretchen, D., Heather, R. (2010). Improving core strength to prevent injury. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance, 81*, 15-19.
- Hargreaves, M. (2008). Fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology is systems biology. *J Appl Physiol, 104*, 1541-1542.
- Hart, J. M., Fritz, J.M., Kerrigan, D.C., Saliba, E.N., Gansneder, B.M., Ingersoll, C.D. (2006). Reduced quadriceps activation after lumbar paraspinal fatiguing exercise. *J athl Train, 41*(1), 79-86.
- Hewett, T. E., Shultz, S.J., Griffin, L.Y. (2007). Understanding and preventing noncontact ACL injuries. USA. *Human Kinetics Publishers, 42*(1), 135-138.
- Hodges, P. W., Richardson, C.A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther, 77*(2).
- Howard, J., Granacher, U., & Behm, D. G. (2015). Trunk extensor fatigue decreases jump height similarly under stable and unstable conditions with

experienced jumpers. *Eur J Appl Physiol, 115*(2), 285-294. doi:10.1007/s00421-014-3011-x
- Janot, J., Weiss, T., Kreitinger, J., Wilde, H., & et al. (2010). Effect of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults. *J Exerc Sci Fit, 2*(8), 113-122.
- Kavcic, N., Grenier, S., McGill, S.M. (2004). Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises. *Spine, 29*(20), 2319-2312.
- Kibler, W. B., Press, J., Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Med, 36*(3), 189-198.
- Lingesh Sukalinggam, C., Lingesh Sukalinggam, G., Kasim, F., Yusof, A. (2012). Stability ball training on lower back strength has greater effect in untrained female compared to male. *Journal of human kinetics, 33*, 33-141.
- Lockie, R. G., Schultz, A.B., Callaghan, S.J., Jeffriess, M.D., Berry, S.P. (2013). Reliability and validity of a new test of change-of-direction speed for fieldbased sports: the change-of-direction and acceleration test (CODAT). *Journal of Sports Science and Medicine*, *12*.
- McGill, S. (2010). Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal, 3*.
- Mendes, B. (2016). The effects of core training applied to footballers on anaerobic power, speed and agility performance. *Anthropologist, 23*(3), 361-366.
- Millet, G. Y., Lepers, R. (2004). Alterations of neuromuscular function after prolonged running, cycling and skiing exercises. *Sports Med, 34*, 105-116.
- Munro, A. G., Herrington, L.C. (2011). Between- Session reliability of four hop tests and the agility T-test. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(5), 1470-1477.
- Notarnicola, A., Maccagnano, G., Tafuri, S., Pesce, V., Digiglio, D., Moretti, B. (2015). Effects of training on postural stability in young basketball players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal, 5*(4), 310-315.
- Ortiz, A., Olson, S.L., Etnyre, B., Trudelle-Jackson, E.E., Bartlett, W., Venegas-Rios, H.L. (2010). Fatigue effects on knee joint stability during two jump tasks in women. *J Strength Cond Res, 24*(4), 1019-1027.
- Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *J Strength Cond Res, 14*, 443-450.
- Plamondon, A., Trimble, K., Lariviere, C., Desjardins, P. (2004). Back muscle fatigue during intermittent prone back extension exercise. *Scand J Med Sci Sports, 14*(4), 221-230.

- Qu, X., Lew, F.L. (2014). Effects of multi-joint muscular fatigue on biomechanics of slips. *Journal of Biomechanics, 47*, 59-64.
-
- Rahnama, N. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of sport science, 21*, 933-942.
- Reed, C. A., Ford, K.R., Myer, G.D., Hewett, T.E. (2012). The effects of isolated and integrated core stability training on athletic performance measures: A systematic review. *Sports Med., 42*(8), 697-706.
- Rozzi, S. L., Lephart, S.M., Fu, F.H. (1999). Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *Journal of Athletic Training, 34*(2), 106-114.
- Salavati, M., Moghadam, M., Ebrahimi, I., Arab, A.M. (2007). Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait and posture, 26*, 214-218.
- Santos, M. S., David G. Behm, D.G., David Barbado, D., Josimari Melo Desantana, J.M., Grigoletto, M.E.D.S. (2019). Core Endurance Relationships With Athletic and Functional Performance in Inactive People. *Journal Frontiers in Physiology, 10*, 1-8.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., Sattler, T. (2013). Gender-Specifi influences of balance, speed, and power on agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research, 3*, 803-811.
- Sharrock, C., Cropper, J., Mostad, J., Johnson, M., Malone, T. (2011). A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *Int J Sports Phys Ther, 6*(2), 63-74.
- Sheykhi, S., Norasteh, A.A. (2019). Comparison of different methods of core muscle fatigue on lower extremity function tests among female athletes. *Journal Tabari Biomed Stu Res, 1*(1), 28-35.
- Tomas, M., Frantisek, Z., Lucia, M., Jaroslav, T. (2014). Profile, Correlation and Structure of Speed in Youth Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics, 40*, 149-159.
- Tong, T. k., Wu, S.h., Nie, J., Baker, J.s., Lin, H. (2014). The occurrence of core muscle fatigue during high-intensity running exercise and its limitation to performance: the role of respiratory work. *Journal of Sports Science and Medicine, 13*, 244-251.
- Vuillerme, N., Pinsault, N. (2010). Degradation of Cervical Joint Position Sense Following Muscular Fatigue in Humans. *Spine, 35*(3), 294-297.
- Willson, J. D., Dougherty, C.P., Ireland, M.L., Davis, I.M.C. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal Am Acad Orthop Surg, 13*(5), 316-325.