

طب ورزشی - پاییز و زمستان ۱۳۹۲  
دوره ۵، شماره ۲ - ص: ۵-۲۲  
تاریخ دریافت: ۲۰ / ۰۱ / ۹۲  
تاریخ پذیرش: ۲۵ / ۰۶ / ۹۲

## اثر خستگی آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا بر تعادل پویای بازیکنان فوتبال

۱. کامران جوهری<sup>۱</sup> - ۲. سیدصدرالدین شجاع الدین  
۱. دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، ۲. دانشیار دانشگاه خوارزمی تهران

### چکیده

هدف این تحقیق بررسی تأثیر خستگی آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا بر تعادل پویای بازیکنان فوتبال بود. ۲۰ دانشجوی مرد رشته تربیت بدنی (سن  $20/24 \pm 0/73$  سال، قد  $170/27 \pm 4/28$  سانتی متر، وزن  $67/38 \pm 7/24$  کیلوگرم، شاخص توده بدن  $23/22 \pm 2/02$  کیلوگرم بر متر مربع) که هفته‌ای سه بار در تمرینات تیم فوتبال دانشگاه شرکت داشتند، بدون سابقه آسیب در اندام تحتانی، داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. برای برآورد تعادل پویای بازیکنان، پس از گرم کردن مختصر، از آزمون تعادل ستاره (SEBT) در هشت جهت استفاده شد. به منظور ایجاد خستگی در عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پای بازیکنان، از دینامومتر ایزوکینتیک باپودکس استفاده شد. آزمون در دو جلسه برگزار شد که در هر یک از جلسات، برنامه خستگی به صورت تصادفی در یکی از گروه‌های عضلانی آبداکتور/ آداکتور/ آداکتور مفصل ران و اورتور/ اینورتور مچ پا، به صورت انقباضات مکرر تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر گشتاور اولیه، با فاصله ۷۲ ساعت و تا حد ممکن در شرایط مساوی اعمال شد. پس از اجرای برنامه خستگی پس از آزمون SEBT به عمل آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی، آزمون t همبسته و تحلیل واریانس (طرح اندازه‌گیری مکرر) در سطح معناداری  $P < 0/05$  استفاده شد. خستگی ایزوکینتیک عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا سبب کاهش معنادار فاصله دستیابی در آزمون SEBT شد. ضمن اینکه اعمال برنامه خستگی در عضلات آبداکتور/ آداکتور مفصل ران سبب کاهش بیشتر فاصله دستیابی بازیکنان نسبت به عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا شد. با توجه به یافته‌های تحقیق خستگی عضلات آبداکتور/ آداکتور ران نسبت به اورتور/ اینورتورهای مچ پا در تعادل پویای بازیکنان فوتبال بیشتر اثرگذار است.

### واژه‌های کلیدی

آبداکتورهای ران، آبداکتورهای مچ پا، آداکتورهای ران، آداکتورهای مچ پا، تعادل پویا، خستگی.

## مقدمه

تعادل از اجزای اصلی اغلب فعالیت‌های روزمره و عامل مهمی در عملکرد ورزشی ورزشکاران است (۳۱). تا آنجا که گامبتا و گری<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) بیان کرده‌اند، تعادل مهم‌ترین عامل در توانایی اجرای ورزشی است (۶). اجرای حرکات ماهرانه و مهارت‌های ورزشی به توانایی حفظ تعادل در موقعیت‌های گوناگونی بستگی دارد (۱۹). حفظ تعادل در حین اجرای بسیاری از فعالیت‌های ورزشی T شرط اساسی و یکی از عوامل آمادگی جسمانی است (۴). لاکوت و شاموی‌کوک<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) تعادل پویا را حفظ وضعیت بدن در فضا به منظور دستیابی به پایداری و جهت‌گیری بدن تعریف کرده‌اند (۳۲،۳۷). تعادل پویا را می‌توان حفظ ثابت بدن در حال اجرای یک حرکت مشخص تعریف کرد (۳۲). برای ارزیابی وضعیت تعادل از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. به‌طور کلی آزمون‌های ارزیابی تعادل به دو دسته عملکردی (مشابه فعالیت‌ها و مهارت‌های پایه و ورزشی) و غیرعملکردی<sup>۳</sup> (بدون شباهت به فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی) تقسیم می‌شوند (۳۱). آزمون‌های عملکردی تعادل، آزمون‌های پویا هستند که توانایی فرد را در حفظ تعادل زمانی که راه می‌رود، تکلیفی را با حداکثر سرعت ممکن اجرا می‌کند یا عمل دستیابی<sup>۴</sup> را با حداکثر فاصله ممکن انجام می‌دهد، ارزیابی می‌کنند (۳۶،۲۰). نمونه‌ای از آزمون‌های عملکردی پویا، آزمون تعادلی گردش روی ستاره<sup>۵</sup> (SEBT) است که گری<sup>۶</sup> (۱۹۹۵) آن را به منظور ارزیابی تعادل پویا معرفی کرد (۱۱). این آزمون تعادل پویا را بیشتر به چالش می‌کشد و فرد برای کسب حداکثر تعادل (دستیابی به حداکثر فاصله تا مرکز ستاره) باید بیشتر تلاش کند، زیرا علاوه بر حفظ تعادل روی یک پا، باید در جهت‌های خاص نیز تعادل خود را حفظ کند که این، فشار بیشتری بر سیستم عضلانی (عضلات اطراف مفصل مچ پا، زانو و ران) وی وارد می‌آورد (۱۶). از آنجاکه اکثر فعالیت‌های ورزشی در محیطی پویا انجام می‌گیرند (۱۵)، پایداری و تعادل برای اجرای بهینه در فوتبال و جلوگیری از صدمات آن بسیار حیاتی است (۴۱).

فوتبال، از پرطرفدارترین ورزش‌ها (۲۶،۱۷) و ورزشی برخورداردی و نیازمند مهارت‌های فیزیکی، فیزیولوژیکی، تکنیکی و تاکتیکی است، به‌نحوی که بازیکنان باید فعالیت‌های گوناگونی مثل دویدن آرام و سریع، دویدن به

1. Gambetta & Grey
2. Lakot & Shumway cook
3. Non-functional
4. Reaching
5. Star Excursion Balance Test
6. Grey

جلو، عقب و طرفین، ضربه زدن با پا و سر در زمین و هوا، چرخیدن به اطراف، تکل زدن و پرتاب را انجام دهند (۲). ترکیبی از این عوامل به همراه افزایش تعداد بازیکنان و نیز گرایش روزافزون به رقابت و مسابقه، شیوع آسیب در این رشته ورزشی را افزایش داده است (۲۶). در تحقیق چان و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۴) درباره دانشجویان کشور هنگ کنگ، مشاهده شد در بین ورزش‌های دانشجویی، فوتبال با ۲۶ درصد بیشترین آسیب‌دیدگی را به خود اختصاص داده است و از میان این آسیب‌دیدگی‌ها، ۶۷ درصد آسیب‌های اندام تحتانی است (۸). آسیب‌های مفاصل اندام تحتانی از شایع‌ترین صدمات ورزشی است و در بین مفاصل اندام تحتانی، آسیب‌های مفصل مچ پا بسیار شایع است (۱۳، ۸). به طوری که ۴۰ درصد از کل آسیب‌های ورزشی مربوط به مفصل مچ پا است (۴۳). از طرفی چند تحقیق اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که در ورزش شایع‌ترین زمان وقوع ضایعه، انتهای بازی است، یعنی زمانی که ورزشکار خسته است (۴۷، ۱۷، ۱۲)، به طوری که ۷۱ درصد ضایعات در ورزش راگی، در نیمه دوم مسابقه، ۴۷ درصد ضایعات در هاکی روی یخ در ۵ دقیقه آخر بازی و ۴۸ درصد ضایعات فوتبال در یک سوم انتهایی هر نیمه، گزارش شده است (۴۲، ۱۲). مک‌هیو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) نیز ۷۶ درصد آسیب‌ها را در نیمه دوم مسابقه فوتبال گزارش کرده‌اند (۲۶). از این رو این احتمال وجود دارد که بخش بزرگی از ضایعات ناشی از بی‌ثباتی به علت خستگی عضلات ثبات‌دهنده مفصل باشد (۴۳). رزی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) دلیل بروز چنین صدماتی را خستگی، نقص و اختلال در پاسخ‌های عضلانی مناسب که عملکردی حفاظتی در ثبات مفصل دارد می‌دانند (۳۵).

به دلیل ماهیت سرعتی فوتبال، در شرایط خستگی، کنترل حرکات سریع به کیفیت اطلاعات آوران از سیستم‌های حسی پیکری وابسته است (۲۳، ۲۲). اگر در طول چنین فعالیت‌هایی، پایدارکننده‌های ایستا (لیگامنت‌ها) و پویای (عضلات) مفاصل نتوانند به درستی ثبات مفصل را برقرار کنند، مفصل دچار صدمه خواهد شد (۲۳، ۲۲).

عوامل خطرزای بسیاری در بروز صدمات در فوتبال‌بست‌ها گزارش شده است. یکی از این عوامل خستگی است. خستگی از اجزای فیزیولوژیکی اجتناب‌ناپذیر در فوتبال است (۱۷). مک آردل<sup>۴</sup> (۱۹۹۸) خستگی را کاهش

- 
1. Chan & et al
  2. McHugh & et al
  3. Rozzie & et al
  4. Mc Ardle

کاهش ظرفیت تولید نیرو تعریف می‌کند و از آن به‌عنوان پدیده‌ای که ابعادش هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است نام می‌برد (۲۷).

تحقیقات نشان می‌دهند که خستگی عضلانی سبب افزایش دامنه نوسانات پاسچر و کاهش توانایی حفظ تعادل می‌شود (۴۳،۲۴،۱۶)، همچنین افزایش نوسان پاسچر و نقص تعادل، از عوامل دخیل در پیچ‌خوردگی مچ پا محسوب می‌شوند (۲۱،۱۷،۵). نتیجه مطالعات آینده‌نگری که مک‌گیون و همکاران (۲۰۰۰) و هری سومالیس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) در زمینه بررسی ارتباط تعادل و ضایعات مچ پا انجام دادند نیز نشان داد در افرادی که دچار افزایش نوسان پاسچر بودند، پیچ‌خوردگی مچ پا بیشتر از افراد دارای تعادل طبیعی است (۲۵،۱۲). از طرفی، چندین تحقیق نشان داده‌اند که حرکات حول مفصل ران، نقش عمده‌ای در حفظ مرکز جرم بدن روی سطح اتکا و تعادل دارند (۴۰،۱۰،۳). برای مثال، اراماکی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۲)، در وضعیت ایستاده آرام با باز و بسته، جابه‌جایی‌های زاویه‌ای حول مفاصل مچ پا و ران را اندازه‌گیری کردند. براساس نتایج جابه‌جایی زاویه‌ای، سرعت و شتاب ران به‌طور معناداری بزرگ‌تر از مچ پاست، یعنی حرکت مفصل ران را حتی در حین ایستادن آرام نمی‌توان نادیده انگاشت (۳). وینتر و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۶) نیز با مقایسه حرکات مفاصل مچ پا و ران در حالت ایستاده ساکن روی دو پا، به این نتیجه رسیدند که نوسان در سطح فرونتال بیشتر توسط عضلات ناحیه کمری- لگنی، و نوسان در سطح ساجیتال، بیشتر توسط عضلات اطراف مچ پا کنترل می‌شود (۴۰). همچنین، دنیسکینا و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) با ارزیابی نقش نسبی عضلات مچ و مفصل ران در کنترل قامت انسان، دریافتند ثبات ایستاده در صفحه فرونتال، بیشتر به عضلات ران وابسته است و تنها اتکای کمی به عضلات مچ پا دارد که صرفاً حرکات تطابقی کوچک در صفحه فرونتال را انجام می‌دهند (۱۰).

براساس بررسی ادبیات تحقیق، بیشتر پژوهش‌ها در زمینه تأثیر خستگی بر تعادل در صفحه فرونتال مفاصل اندام تحتانی، در وضعیت ایستاده یا ساکن (تعادل ایستا) انجام گرفته‌اند (۳،۱۰،۴۰) و تاکنون تحقیقی که به‌صورت اختصاصی به تأثیر خستگی عضلات اورتور/ اینورتور مفصل مچ پا و آداکتور/ آداکتور مفصل ران بر تعادل پویا با استفاده از یک آزمون عملکردی بپردازد، یافت نشده است. به‌نظر می‌رسد تأثیر خستگی عضلات

- 
1. Hrysomallis & et al
  2. Aramaki & et al
  3. Winter & et al
  4. Deniskina & et al

مذکور و سهم نسبی آنها بر تعادل پویا در صفحه فرونتال، تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته باشد. شاید دلیل آن باشد که راهبردهای حرکتی بیشتر در صفحه ساجیتال مطرح شده‌اند و بنابراین تأثیر خستگی عضلات تولیدکننده حرکت در این صفحه نیز بیشتر مورد توجه محققان بوده است. با این حال به نظر می‌رسد روش‌های ارزیابی کنترل تعادل باید توسعه یابند و علاوه بر بررسی سطح ساجیتال، شامل بررسی سطح فرونتال نیز باشند. از طرفی، فیفا هزینه پزشکی صدمات فوتبال را سالانه حدود ۳۰ میلیارد دلار در سرتاسر جهان تخمین زده است (۲۶). در انگلستان هزینه درمان آسیب‌های فوتبال حدود ۷۰ میلیون دلار در هر فصل مسابقات تخمین زده شده است (۱۳). همچنین به دلیل شیوع زیاد صدمات مچ پا در فوتبال، شناسایی عوامل خطرزای مرتبط و یافتن راهکارهایی برای پیشگیری از بروز آنها بسیار ضروری به نظر می‌رسد (۱۳). از این رو به لحاظ اهمیت تعادل پویا در اجرای بهینه مهارت‌های ورزشی و به عنوان یکی از عوامل مهم در پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی، محقق درصدد برآمد اثر خستگی عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا را بر تعادل پویای فوتبالیست‌ها بررسی کند تا از این طریق گام‌های مؤثری در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی بردارد.

### روش تحقیق

تحقیق از نوع نیمه تجربی بود که در آن تأثیر متغیر مستقل اعمال برنامه خستگی بر عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا بر متغیر وابسته تعادل پویا از طریق اجرای پیش‌آزمون-پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. ۲۰ دانشجوی فوتبالیست مرد با میانگین و انحراف استاندارد سنی  $20/24 \pm 0/73$  سال، قد  $170/27 \pm 4/28$  سانتی‌متر، وزن  $67/38 \pm 7/24$  کیلوگرم و شاخص توده بدن  $23/22 \pm 2/02$  کیلوگرم بر متر مربع، بدون سابقه آسیب در اندام تحتانی که سه جلسه در هفته به تمرینات فوتبال در تیم دانشگاه می‌پرداختند، داوطلبانه به عنوان آزمودنی در تحقیق شرکت کردند.

برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون SEBT استفاده شد. با توجه به پروتکل استاندارد مربوط به این آزمون هشت جهت با زاویه ۴۵ درجه نسبت به یکدیگر به صورت ستاره روی زمین رسم شد و به منظور اجرای این آزمون و نیز نرمال کردن اطلاعات، طول واقعی پا یعنی از خار خارصه فوقانی قدامی تا قوزک داخلی اندازه‌گیری شد (۷، ۱۵، ۱۸). پس از توضیحات لازم درباره نحوه اجرای آزمون توسط آزمونگر، هر آزمودنی شش بار آزمون را تمرین کرد تا روش اجرای آن را فرا گیرد. قبل از شروع، پای برتر آزمودنی‌ها تعیین شد تا در صورت برتر بودن

پای راست، آزمون در خلاف جهت عقربه‌های ساعت و در صورت برتر بودن پای چپ، آزمون در جهت عقربه‌های ساعت انجام گیرد (۱۸،۱۵،۷). هر آزمودنی با پای برتر (به صورت تک پا) در مرکز ستاره ایستاد و تا آنجا که مرتکب خطا نشود (پا از مرکز ستاره حرکت نکند، روی پایي که عمل دستیابی را انجام می‌دهد تکیه نکند یا نیفتد) با پای دیگر در جهتی که آزمونگر به صورت تصادفی تعیین می‌کرد، عمل دستیابی را انجام داد و به حالت طبیعی روی دو پا بازگشت. فاصله محل تماس پای آزاد تا مرکز ستاره، فاصله دستیابی است (شکل ۱). هر آزمودنی هر یک از جهت‌ها را سه بار انجام داد و در نهایت میانگین آنها محاسبه، بر اندازه طول پا (بر حسب سانتی‌متر) تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب شد تا فاصله دستیابی بر حسب درصدی از اندازه طول پا به دست آید (۱۶).



حالت تعادل در جهت خلفی-داخلی  
شکل ۱. آزمودنی حین اجرای SEBT

برای اعمال خستگی در عضلات آبداکتور/ آداکتورهای ران و مچ پای بازیکنان، از دینامومتر ایزوکینتیک بایودکس System4 استفاده شد. پس از قرارگیری فرد بر روی دستگاه (شکل ۲) برای هر یک از حرکات اینورشن/اورشن مچ پا و آبداکشن/آداکشن مفصل ران، ابتدا میزان حداکثر گشتاور ارادی کانسنتریک اندازه‌گیری شد و ۵۰٪ این مقدار، به عنوان معیار خستگی در نظر گرفته شد. پروتکل ایجاد خستگی عضلانی به این ترتیب بود که افراد، انقباضات کانسنتریک ارادی با حداکثر تلاش را بدون استراحت تا زمانی تکرار می‌کردند که حداقل

برای سه تکرار متوالی، گشتاور تولیدشده در هر حرکت، به کمتر از ۵۰ درصد حداکثر گشتاور ارادی اولیه مربوط به همان حرکت برسد (۲۹).

در میان روش‌های گوناگون ارزیابی و ایجاد خستگی، استفاده از انقباضات ارادی، همواره به‌عنوان انتخاب اول مطرح است و استفاده از انقباض ارادی حداکثر یا توان به‌عنوان معیار کمی کردن خستگی به‌عنوان استاندارد طلایی شناخته شده است (۳۸). پروتکل خستگی به‌صورت اجرای انقباضات مکرر تا رسیدن به ۵۰ درصد گشتاور حداکثر اولیه در تحقیق حاضر، امکان دستیابی به فیدبک را در حین اجرای پروتکل خستگی فراهم می‌آورد و به‌علاوه، معیاری تکرارپذیر و استاندارد به‌شمار می‌رود. همچنین به‌کارگیری پروتکل خستگی مذکور در برخی تحقیقات مشابه در گذشته نیز به تغییر معنادار در شاخص‌های کنترل تعادل منجر شده است (۲۴، ۳۳، ۴۳).



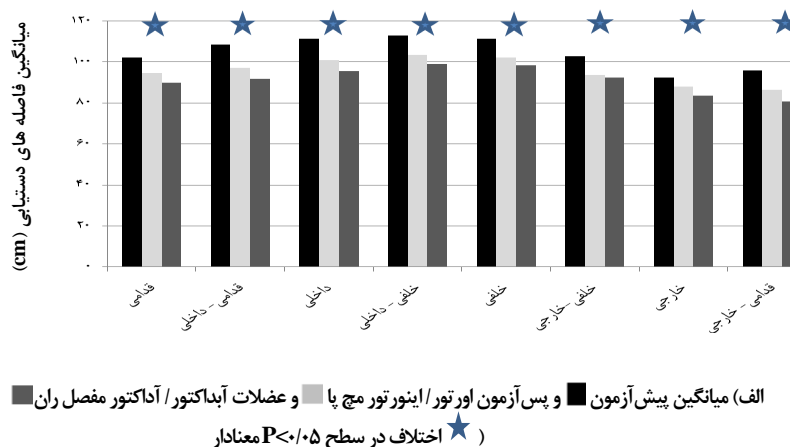
شکل ۲. وضعیت اجرای پروتکل خستگی عضلات اورتور/اینورتور مچ پا

به‌منظور راحتی اجرای آزمون و اعمال برنامه خستگی گروه‌های عضلانی (دو گروه) در شرایط مشابه آزمودنی‌ها به دو گروه تقسیم شدند و آزمون طی دو هفته اجرا شد. یک روز قبل از اجرای تمرینات خستگی در آزمایشگاه پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی (محل اجرای پژوهش)، از آزمودنی‌های دو گروه پس از پنج دقیقه گرم کردن (کشش و دو نرم) پیش‌آزمون SEBT در هشت جهت به‌عمل آمد. در روز بعد خستگی در یکی از گروه‌های عضلانی به‌صورت تصادفی با فاصله ۷۲ ساعت، در قالب اجرای انقباضات مکرر تا رسیدن به ۵۰

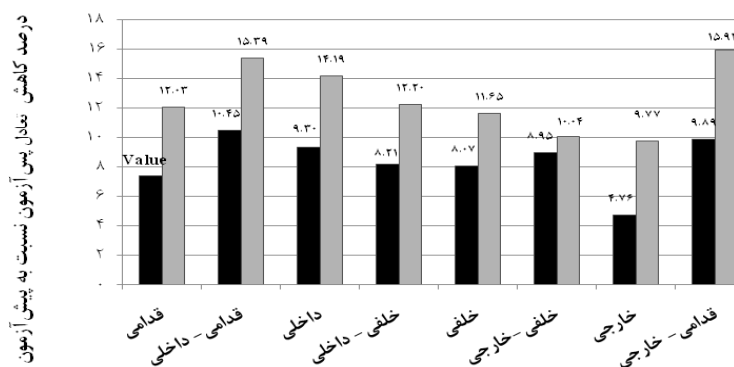
درصد گشتاور حداکثر اولیه انجام گرفت، سپس پروتکل خستگی متوقف شد و پس از آزمون SEBT به عمل آمد. طی یک روز فاصله با گروه اول از زمان اتمام آزمون، تمام مراحل آزمون برای گروه دوم به طور مشابه اجرا شد. به منظور محاسبه میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن و شاخص توده بدن بازیکنان و نیز فاصله دستیابی آنان در هشت جهت SEBT، از آمار توصیفی و برای تعیین معنادار بودن اختلاف فاصله دستیابی در هر گروه قبل و پس از اعمال خستگی از آزمون t همبسته و برای تعیین اختلاف اثر بین اعمال برنامه خستگی در عضلات آداکتور/ آداکتورهای ران و مچ پا و تعادل پویای آزمودنی‌ها (پیش‌آزمون) از آزمون تحلیل واریانس (طرح اندازه‌گیری مکرر) در سطح معناداری  $P < 0.05$  استفاده شد.

### نتایج و یافته‌های تحقیق

نمودار ۱ نتایج مقایسه میانگین‌های خستگی عضلات آداکتور/ آداکتور ران و اورتور/ اینورتور مفصل مچ پا با میانگین پیش‌آزمون را نشان می‌دهد. نمودارهای الف و ب میانگین و درصد کاهش تعادل هر یک از هشت جهت SEBT را در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون عضلات آداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا نشان می‌دهد. شواهد موجود در این نمودار حاکی از تفاوت معنادار میانگین‌های پیش‌آزمون-پس‌آزمون است. به طوری که در هر هشت جهت، فاصله دستیابی در پس‌آزمون عضلات آداکتور/ آداکتور ران و اورتور/ اینورتور مفصل مچ پا نسبت به پیش‌آزمون کمتر بوده و از نظر آماری این اختلافات در سطح  $P < 0.05$  معنادار بوده است.







ب) درصد کاهش تعادل در عضلات آبداکتور / آداکتور مفصل ران و اورتور / اینورتور مفصل مچ پا ■ نمودار ۱. میانگین (الف) و درصد کاهش (ب) تعادل هر یک از هشت جهت SEBT در مرحله پیش آزمون و پس آزمون آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا

نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه درصد کاهش فاصله دستیابی آزمودنی‌ها پیش از اعمال برنامه خستگی با میانگین اورتور / اینورتور مچ پا (پس از اعمال برنامه خستگی) بر تعادل پویا، بیشترین کاهش فاصله دستیابی در جهت‌های قدامی-داخلی (۱۰/۴۵ درصد قدامی-خارجی ۹/۸۹ درصد) و داخلی (۹/۳۰ درصد) و در میانگین آبداکتور / آداکتور ران (پس از اعمال برنامه خستگی) بر تعادل پویا در جهت‌های قدامی-خارجی (۱۵/۹۳ درصد)، قدامی-داخلی (۱۵/۳۹ درصد) و داخلی (۱۴/۱۹ درصد) به‌وجود آمده است.

نتایج تحلیل واریانس (طرح اندازه‌گیری مکرر) نشان می‌دهد که بین اثر خستگی عضلات در مرحله پیش آزمون و پس آزمون عضلات آبداکتور / آداکتور ران و اورتور / اینورتور مفصل مچ پا تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس برای مقایسه میانگین خستگی عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا

منبع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معناداری
پیش آزمون - آبداکتور / آداکتور ران - اورتور / اینورتور مچ پا	۱۸۱۵/۳۱۹	۱/۴۴۴	۱۲۵۷/۰۷۵	۷۹/۱۱۶	۰/۰۰۰۵
خطا	۴۳۵/۹۵۴	۱۹	۱۵/۸۸۹		

مقایسه میانگین‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که میانگین عضلات آبداکتور/ آداکتور ران در مقایسه با اورتور/ اینورتور مچ پا کمتر است. به‌علاوه بین میانگین تعادل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون عضلات آبداکتور و آداکتورهای مفصل ران و مچ پا تفاوت معناداری وجود دارد.

جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی بن فرونی برای مقایسه میانگین‌های پیش‌آزمون، عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا

مرحله	میانگین	مقایسه	میانگین تفاوت	خطای استاندارد	معناداری
پیش‌آزمون	۱۰۴/۶۶	پیش‌آزمون - عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا	۸/۸۱	۱/۲۲۸	*۰/۰۰۵
عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا	۹۵/۸۵	پیش‌آزمون - عضلات آبداکتور/ آداکتور ران	۱۳/۲۳	۱/۲۲	*۰/۰۰۵
عضلات آبداکتور/ آداکتور ران	۹۱/۴۳	عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا - عضلات آبداکتور/ آداکتور ران	۴/۴۲	۰/۶۶۰	*۰/۰۰۵

\* معناداری در سطح  $P < 0.05$

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که میانگین تعادل در مرحله پیش‌آزمون ۱۰۴/۶۶ بوده که در پس‌آزمون عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا به ۹۵/۸۵ و در پس‌آزمون عضلات آبداکتور/ آداکتور ران به ۹۱/۴۳ کاهش یافته است. به‌علاوه اعمال خستگی در عضلات آبداکتور/ آداکتور مفصل ران، اثر بیشتری بر کاهش فاصله دستیابی آزمودنی‌ها نسبت به خستگی در عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا در آزمون SEBT داشته است.

### بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج تحقیق، خستگی ایزوکینتیک عضلات آبداکتور و آداکتورهای مفصل ران و مچ پا، سبب کاهش معنادار فاصله دستیابی در آزمون SEBT شد. همچنین اعمال برنامه خستگی در عضلات آبداکتور/ آداکتور ران سبب کاهش بیشتر فاصله دستیابی آزمودنی‌ها نسبت به عضلات اورتور/ اینورتور مچ پا شد.

در مجموع نتایج به دست آمده در خصوص کاهش توانایی کنترل تعادل پس از اعمال برنامه خستگی با یافته‌های الیوبر کارون<sup>۱</sup> (۲۰۰۴)، ویلروم و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶)، نیکولاس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) که همه آنها تا حدودی کاهش کنترل تعادل و افزایش نوسانات بدن پس از اعمال برنامه‌های مختلف خستگی در اندام تحتانی را گزارش کرده بودند، همخوانی دارد (۳۹،۲۸،۹). در مقابل روزی و همکاران (۱۹۹۹) به دنبال ایجاد خستگی در عضله چهارسر ران، کاهش چندانی در توانایی تعادلی افراد مشاهده نکردند. در این تحقیق، تنها شاخص ثبات کل برای ارزیابی تعادل مورد استفاده قرار گرفته بود. آنها اظهار کردند که شاید این شاخص به اندازه کافی برای تعیین تغییرات کوچک، حساس نباشد و شاید اگر شاخص‌های ثباتی قدامی-خلفی و طرفی نیز ارزیابی می‌شد تغییرات معنادار می‌شد (۳۴). گیوفسید و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) نیز نشان دادند یک جلسه تمرین فوتبال، توانایی تعادل بازیکنان را مختل نمی‌کند (۱۴). این نتیجه، فرضیه ارتباط بین بی‌ثباتی به دلیل خستگی و وقوع زیاد صدمات در فوتبال را نامحتمل می‌داند. فقدان خستگی پس از جلسه تمرینی در تحقیق آنها، حفظ توانایی تعادل را پس از یک جلسه تمرین توجیه می‌کند. آنها نتیجه گرفتند که عملکرد سیستم‌های میانجی‌گر کنترل قامت بر اثر یک جلسه تمرینی فوتبال به مخاطره نمی‌افتد. دلیل احتمالی این تناقض را می‌توان استفاده از دستگاه بایودکس در بررسی تعادل دانست. آنها توانایی کنترل قامت نیمه‌پویا را بررسی کردند، زیرا سطح زیر پا متحرک بود. در صورتی که فوتبال به کنترل قامت پویا وابسته است (۳۰). همچنین نتایج تحلیل واریانس با یافته‌های دنیسکینا و همکاران (۲۰۰۰)، گریبل و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۴) و صلواتی و همکاران (۲۰۰۷) که در مجموع نتیجه گرفتند برای حفظ کنترل پاسچر در حالت ایستاده بر روی یک پا، عضلات عمل‌کننده در مفصل ران نسبت به عضلات ناحیه مفصل مچ پا نقش بیشتری دارند و خستگی عضلات مفصل ران سبب افزایش بیشتری در شاخص‌های ثباتی نسبت به عضلات مچ پا می‌شود، در توافق است (۲۴،۱۶،۱۰).

نتایج تحقیق نشان داد خستگی عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا بر تعادل پویا در هر هشت جهت SEBT تأثیرگذار است، به طوری که خستگی این عضلات سبب کاهش بیشتر فاصله دستیابی آزمودنی‌ها در جهت‌های مختلف آزمون SEBT به ویژه جهت‌های قدامی-خارجی، قدامی-داخلی و داخلی می‌شود. دلیل

1. Caron
2. Vuillerom & et al
3. Nicolas & et al
4. Gioftsidou & et al
5. Gribble & et al

احتمالی این یافته را می‌توان به نقش متفاوت هر یک از عضلات اندام تحتانی در اجرای آزمون تعادل ستاره و کارکرد نامناسب عضلات و تأثیرات حسی خستگی نسبت داد (۱۱). در حین اجرای عمل دستیابی SEBT عضلات آبداکتور و آداکتورهای ران و مچ پا نیز فعالند و بیشترین فعالیت را در جهات طرفی دارند (۱۱). این حالت را می‌توان ناشی از موقعیت فرارگیری این گروه‌های عضلانی نسبت به محورهای حرکتی دانست (۱۱). از این رو به نظر می‌رسد چون در جهت‌های قدامی-خارجی، قدامی-داخلی و داخلی، بدن به طرفین متمایل می‌شود، خستگی این عضلات بر کاهش فاصله دستیابی آزمودنی‌ها در جهت‌های ذکرشده آزمون SEBT بیشتر تأثیرگذار است. از طرفی به نظر می‌رسد تغییر ورودی‌های آوران از گیرنده‌های محیطی ممکن است سبب تغییر کنترل عصبی-عضلانی اندام تحتانی شود. همچنین می‌دانیم که تغییر ورودی‌های آوران از گیرنده‌های عضله، به کاهش توانایی بدن برای کنترل اندام تحتانی منجر می‌شود (۹). در فوتبال بازیکنان در اجرای بسیاری از مهارت‌های حرکتی همچون پاس، دریبل و شوت که توسط اندام‌های تحتانی اجرا می‌شود، به سطوح بالایی از هماهنگی‌های عصبی-عضلانی و تعادلی نیاز دارند. فوتبال دارای الگوهای حرکتی متفاوتی است که تمام این حرکات به‌صورت پویا انجام می‌گیرد. از این رو کنترل قامت پویا در فوتبال برای اجرای بهتر مهارت‌ها و نیز جلوگیری از بروز صدمات عضلانی اسکلتی ضروری به‌نظر می‌رسد. اجرای صحیح مهارت‌ها در فوتبال، نیازمند شتاب‌دهی سریع مفاصل هنگام فرود پس از پرش و مانورهای حرکتی است. نیازمندی‌های حرکتی و مهارتی و نیازهای محیطی در فوتبال، احتمالاً چالش‌های متفاوتی را برای سیستم‌های حسی-حرکتی و عصبی-عضلانی ایجاد می‌کنند و این سیستم‌ها به‌طور فزاینده‌ای بر توانایی تعادل بازیکنان تأثیر می‌گذارند (۷).

خستگی در سطح محیطی، سازوکار پیش-پس‌سیناپسی و جایگاه‌های پتانسیل عمل را تحت تأثیر قرار می‌دهد که شامل ناتوانی در انتقال سیگنال‌های عصبی یا ناتوانی در پاسخ عضله به تحریک عصبی است. خستگی در سطح مرکزی ممکن است با تأثیر بر سیستم عصبی، موجب ناتوانی تحریک نورون‌های حرکتی شود و کنترل تعادل را تحت تأثیر قرار دهد. پروتکل‌های خستگی، بر بافت عضلانی بیشتر از گیرنده‌های مفصلی تأثیر می‌گذارند و فعالیت گیرنده‌های حس عمقی به‌ویژه دوک‌های عضلانی و اندام وتری گلژی را کاهش می‌دهند. احتمالاً این ناکارآمدی عصبی-عضلانی بر نقش کنترل عضلات اندام تحتانی در عمل دستیابی، اثر نامطلوب می‌گذارد و در نتیجه سبب کاهش فاصله دستیابی در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون می‌شود (۹). اعمال برنامه خستگی در یک ناحیه از بدن و بر عضلات عمل‌کننده در یک مفصل، موجب ارسال پیام‌هایی از گیرنده‌های

حسی به سیستم عصبی مرکزی می‌شود که این سیستم با ارسال پیامی مبنی بر کاهش فعالیت انقباضی عضلات مورد نظر، احتمالاً برای جلوگیری از آسیب عضله پاسخ می‌دهد (۱۱). از این رو اعمال برنامه خستگی در یک گروه عضلانی، سبب کاهش سرعت انتقال عصبی در راه‌های آوران و وایران منتهی به گروه عضلات مدنظر می‌شود که این عامل نیز ممکن است در کاهش تعادل پویا و فاصله دستیابی آزمودنی‌ها پس از اعمال برنامه خستگی نقش داشته باشد (۹). همچنین نتایج تحقیق نشان داد تأثیر خستگی عضلات آبداکتور/ آداکتور مفصل ران در مقایسه با عضلات اورتور/ اینورتورهای مچ پا در تعادل پویای بازیکنان فوتبال بیشتر اثرگذار است. در توجیه این یافته می‌توان گفت پژوهش‌های اخیر نشان‌دهنده وجود راهبردهای دیگری برای بازگشت ثبات در جهت طرفی است (۳۷، ۱۰). زیرا بازگشت تعادل و حفظ راستای سگمان‌های بدن، مستلزم فعالیت نیروهای عضلات اطراف مفاصل در جهات گوناگون است (۳۷). در مفاصل مچ و زانو، امکان کمی برای حرکت در جهت طرفی وجود دارد، بنابراین مفصل ران اولین مفصل اندام تحتانی است که برای بهبود ثبات در جهت طرفی به‌کار می‌رود. تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که در مقایسه با کنترل تعادل در جهت قدامی خلفی، کنترل طرفی تعادل در تنه و ران صورت می‌گیرد تا مچ پا (۳۷، ۴۷، ۱۰). در زمینه این تغییرات بیومکانیکی، پاسخ‌های عضلانی خاصی نیز برای کنترل نوسان طرفی وجود دارند. تعدادی از پژوهش‌های آزمایشگاهی نشان داده‌اند که گروه‌های عضلانی آبداکتور (گلوئوس مدیوس و تنسور فاسیالاتا) و آداکتورهای ران برای کنترل نوسان طرفی به‌کار می‌روند. برخلاف الگوهای عضلانی قدامی-خلفی که از دیستال به پروگزیمال فعال می‌شوند، الگوهای عضلانی طرفی به‌صورت پروگزیمال به دیستال فعال می‌شوند و عضلات مفصل ران پیش از عضلات مچ پا فعال می‌شوند (۳۷). کارپنتر و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) نیز نشان دادند که اطلاعات حساس به جهت برای شروع پاسخ‌های تعادل اصلاحی، در ناحیه ران موجودند. یعنی از نظر ویژگی‌هایی چون نحوه زمان‌بندی و شدت مورد نیاز برای تأمین اطلاعات مربوط به جهت، این عضلات نقش دارند، نه عضلات مچ پا (۱). از یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که برای حفظ تعادل بهینه هنگام اجرای مهارت‌های گوناگون در فوتبال، کارکرد و اعمال نیروی مناسب عضلات طرفی عمل‌کننده در اطراف مفاصل مچ پا و به‌ویژه مفصل ران، اهمیت زیادی دارد. از این رو به بازیکنان، مربیان و دست‌اندرکاران این رشته ورزشی توصیه می‌شود در طراحی برنامه‌های تمرینی، در کنار توجه به دیگر عوامل آمادگی جسمانی به تمرینات تعادلی و افزایش استقامت عضلانی به‌ویژه در اندام تحتانی و ناحیه مفصل ران،

توجه ویژه داشته باشند. به این ترتیب با بهبود استقامت عضلانی، می توان زمان رسیدن به خستگی را افزایش داد و در پی آن از کاهش توانایی کنترل تعادل ناشی از آن و آسیب های احتمالی به ویژه در اندام تحتانی بازیکنان فوتبال جلوگیری کرد. به دلیل محدودیت های زمانی و امکانات، اجرای این تحقیق بر روی هر دو جنس یا گروه های سنی مختلف امکان پذیر نبود، زیرا این کار مستلزم افزایش حجم نمونه است. از این نظر ممکن است تعمیم پذیری تحقیق تا حدودی با مشکل مواجه شود، ولی این کار اجتناب ناپذیر بود.

### منابع و مأخذ

1. Allum, J.H.J., Bloem, B.R., Carpenter, M.G., Hulliger, M., and Hadders, Algra, M. (1999). "**Proprioceptive control of posture: a review of new concepts**". *Gait and Posture*. 8(3):PP:214-42.
2. Anderson, T.E., A., Larsen, L., Tenga, L., Engebretsen, and R., Bahr. (2003). "**Football Incident Analysis: A New Video Based Method to Describe Injury Mechanism in Professional Football**". *Brit J Sport Med*. 37:PP:226-232.
3. Aramaki, Y., Nozaki, D., Masani, K., Sato, T., Nakazawa, K., and Yano, H. (2002). "**Reciprocal angular acceleration of the ankle and hip joints during quiet standing in humans**". *Exp Brain Res*. 136:PP:463-73.
4. Asseman, F.B., Caron. O. Cremieux, J. (2008). "**Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance?**" *Gait and Posture*, 28. PP: 76-81.
5. Beynon, B.D., Murphy, D.F., Alosa, D.M. (2002). "**Predictive factors for lateral ankle sprains: A Literature Review**". *J Athl Train*. 37(4):PP:376-380.
6. Blackburn, T., Guskiewicz, K.M., Petschaur, M.A., Prentice, W.E. (2000). "**Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength**". *J Sport Rehabil*. 9:PP: 315-328.
7. Bressel, E., Tonker, J.C. Kras, J. and Heath, E.M. (2007). "**Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes**". *J Athl train*, 42(1). PP:42-46.

- 8.Chan, KM., F., Fu, and L., Leung. (1984). "**Sports Injuries Survey on University Student in Hong Kong**". Brit J Sport Med. 18:PP:195-202.
- 9.Caron, O. (2004). "**Is there interaction between vision and local fatigue of the lower limbs on postural control and postural stability in human posture?**" Neuro Science Lettrs. 363:PP:18-21.
- 10.Deniskina, IV., Levik, YS., and Gurfinkle, VS. (2001). "**Relative roles of the ankle and hip muscles in human postural control in the frontal plane during standing**". Human Physiol. 27(3):PP:317-21.
- 11.Earl, JE., Hertel, J. (2001). "**Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests**". J Sport Rehabil. 10:PP:93-104.
- 12.Gabbet, TJ. (2000). "**Incidence, site and nature of injuries in amateur rugby league over three consecutive seasons**". Brit J Sport Med. 34(2):PP:98-103.
- 13.Giza E, Fuller C, Junge A, et al (2003). "**Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer**". Am J Sports Med;31: PP:550-4.
- 14.Gioftsidou, A Malliou P, Pafis G , Beneka A (2006). "**The effect of soccer training and timing of balance training on balance ability**". Eur J Appl Physiol. 96: PP:659-664.
- 15.Gribble, P. (2003). "**The star excursion balance test as a measurement tool**". Athl Ther Today. 8(2):PP:46-47.
- 16.Gribble, P.A., Robinson, R.H. Hertel J. and dengar, C.R. (2009). "**The effects of gender of gender and fatigue on dynamic postural control**". J sport rehabil. 18(2). PP:240-57.
- 17.Greig, M., Waker-Johnson, C. (2007). "**The influence of soccer-specific fatigue on functional stability**". Phys Ther In Sport. 8:PP:185-190.
- 18.Gribble, P., Hertel, J. (2003). "**Considerations for the normalizing measures of the star excursion balance test**". Measur Phys Educ Exer Sci. 7:PP:89-100.
- 19.Hof, AL., Gazendam, MGJ., Sinke, WE. (2005). "**The condition for dynamic stability**". J of Biomech. 38:PP:1-8.
- 20.Hertel, J., Miller, SJ., Denegar, CR. (2000). "**Intratester and intertester**

- reliability during the star excursion balance tests". J Sport Rehabil. 9:PP: 104-116.**
- 21.Hrysomallis, C., Mclaughlin, P., Goodman, C. (2007). "**Balance and injury in elite Australian footballers**". J Sport Med. 28(10):PP:844-7.
- 22.Jakson ND, Gregory M. Gutierrez, Thomas Kaminski. (2007). "**The effect of fatigue and habituation on the stretch reflex of the ankle musculature**". J EMG Kinesio, doi: 19(1):PP:75-84.
- 23.Letafatkar KH, Alizadeh MH, Kordi MR (2009). "**The effect of exhausting exercise induced muscular fatigue on functional stability**". Journal of Social Sciences 2009; 5(4): PP:445-51.
- 24.Mahyar, S., Mojgan, M., Ismaeil, E. (2007). "**Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers**". Gait & Posture. 26:PP:214-218.
- 25.McGuine, TA., Greece JJ. (2000). "**Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players**". Clin J Sport Med. 10(4):PP:239-44.
- 26.McHugh, M.P., Tyler, T.F., Mirabella, M.R., Mullaney, M.J., Nicholas, S.J. (2007). "**The Effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of non contact ankle sprains in high school football players**". Am J Sports Med. 35(38):PP:1289-99.
- 27.McKeon, P. Hertel, J (2008). "**Systematic review of postural control and lateral ankle instability, Part I: can deficits be detected with instrumented testing?**" Journal of Athletic Training;43(3):PP:293-304
- 28.Nicolas, V., Baptiste, A., Patrice, R. (2007). "**Trunk extensor muscle fatigue affects undisturbed postural control in young healthy adults**". Gait & Posture. 24:PP:166-72.
- 29.Ochsendorf, DT., Mattacola, CG., Arnold, BL. (2000). "**Effect of orthotics on postural sway after fatigue of the planter flexors and dorsiflexors**". J Athl Train. 35(1):PP:26-30.
- 30.Paillard, TH, Noe F, Riviere T, Marion V (2006). "**Postural Performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of**



- competition"**. J Athl Train; 41(2):PP: 172-176.
31. Punakallio, A. (2005). "**Balance abilities of workers in physically demanding jobs: With special reference to firefighters of different ages**". J Sports Sci & Med. 4, 8:PP: 7-14.
32. Patrick O. McKeon, Jay Hertel (2008). "**Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part I: can deficits be detected with instrumented testing?**" J Athl Train 2008; 43(3):PP:293-304.
33. Ramsdell, KM., Mattacola, CO., Uhi, TL., Mccroy, JL., and Malone, TR. (2001). "**Effects of two ankle fatigue model on the duration of postural stability dysfunction**". J Athl Train. 36(2):P:532.
34. Rozzi, SL., Lephart, SM. (1999). "**Effect of muscular fatigue on knee joint laxity and neudomuscular characteristics of male and female athletes**". J Athl Train. 34(2):PP:106-14.
35. Rozzi, S, Yuktanandana P, Pincivero D, Lephart SM (2000). "**Role of fatigue on proprioception and neuromuscular control**". Human Kinetics Publications PP: 375-383.
36. Rinne, MB., Pasanen, ME., Miilunpalo, SI., Oja, P. (2001). "**Test-retest reproducibility and inter-rater reliability of a motor skill test battery for adults**". Int J Sports Med. 22: PP:192-200.
37. Shumway, CA., Woollacott, MH. (2001). "**Motor control theory and practical applications**", (Second Edition). A Wolters Kluwer Company. 614p.
38. Vollestad, NK. (1997). "**Measurement of human muscle fatigue**". J Neuroscience Methods. 74:PP:219- 227.
39. Vuillerom, N., Dmetz, S. (2006). "**The magnitude of the effect of calf muscles fatigue on postural control during bipedal quiet standing with vision depends on the eye-visual Target distance**". Gait & Posture. 24:PP:166-72.
40. Winter, DA., Prince, F., Frank, JS., Powell, C., and Zabjek, KF. (1996). "**Unified theory regarding a/p and m/l balance in quiet stance**". J Neuro Physiol. 75(6):PP:2334-43.

- 
41. Willems TM, Witvrouw E, Delbaere K, Mahieu N, De Bourdeaudhuij I, De Clercq D (2005). "**Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects: a prospective study**". Am J Sports Med; 33:PP:415-23.
42. Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., Hodson, A. (2003). "**The football associated Medical Research Programme : an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains**". Brit J Sport Med. 37(3):PP:233-238.
43. Yaggie, JA., McGregor, SJ. (2002). "**Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits**". Arch Phys Med Rehabil. 83: PP:224-8.