

مقایسه میزان خستگی بر روی جهت‌های سه‌گانه تست Y در بسکتبالیست‌های

دارای ناپایداری مچ پا

دکتر منصور صاحب‌الزمانی^۱، حمید خرم‌نژاد^۲، ابراهیم محمد علی نسب^۳

چکیده

زمینه و هدف: خستگی به عنوان یکی از عوامل اثرگذار منفی بر عملکرد ورزشی می‌باشد و می‌تواند زمینه‌ساز آسیب اسکلتی-عضلانی ورزشکاران باشد. هدف این تحقیق مقایسه میزان خستگی بر روی جهت‌های سه‌گانه تست Y در بسکتبالیست‌های دارای ناپایداری مچ پا بود.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر پژوهشی کاربردی است و روش انجام تحقیق از نوع نیمه تجربی می‌باشد. آزمودنی‌های این تحقیق، ۲۸ نفر بسکتبالیست بودند که به صورت انتخابی با توجه به پرسشنامه ناپایداری مچ پا^۴ به دو گروه سالم (۱۲ مرد، میانگین وزن = $9/89 \pm 7/66$ ، میانگین قد = $183/25 \pm 7/08$ ، میانگین سن = $1/83 \pm 1/41$) و دارای ناپایداری عملکردی مچ (۱۶ مرد، میانگین وزن = $10/49 \pm 7/31$ ، میانگین قد = $9/16 \pm 181/75$ ، میانگین سن = $1/70 \pm 18/12$) تقسیم شدند.

از پروتکل خستگی ویژه بسکتبال^۵ برای اعمال خستگی و برای کمیت‌سازی کنترل قامت از تست Y استفاده شد. برای اطمینان از حصول خستگی آزمودنی‌ها از مقیاس بورگ^۶ استفاده شد.

یافته‌ها: آزمون T همبسته در سطح معناداری ۰/۰۵ نشان داد که کنترل قامت هر دو گروه بعد از اعمال خستگی دچار نقص شده است. همچنین آزمون آنوای یکطرفه و آزمون LSD نشان داد که در گروه دارای ناپایداری عملکردی مچ بین دو جهت قدامی و خلفی - داخلی و در گروه کنترل بین دو جهت قدامی و خلفی - خارجی تفاوت معناداری وجود دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که تأثیر خستگی در بازیکنان دارای ناپایداری عملکردی مچ پا در جهت خلفی-داخلی و در بازیکنان سالم در جهت خلفی-خارجی نمایان‌تر بوده است.

واژه‌های کلیدی: خستگی، کنترل قامت پویا، ناپایداری عملکردی مچ، تست تعادلی Y، بازیکنان بسکتبال.

sahebozamani@yahoo.com

۱ دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲ کارشناس ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳ دانشجوی دکتری حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی دانشگاه گیلان

4 Cumberland Ankle Instability Tools(CAIT)

5 Basketball Movement Specific circuit

6 Rating of Perceived Exertion(RPE)

Study of fatigue levels on the three test directions in the basketball players with ankle instability

Sahebozanani, MPhD

Khorramnejad, H(MSc)

MohammadAli nasab, E(MSc)

Abstract

Background & Purpose: Fatigue is one of the factors negatively affect athletic performance and could cause damage to skeletal-muscular athletes. The purpose of this study is Study of fatigue levels on the three test directions in the basketball players with ankle instability.

Material and Methods: this investigation is applied research and the method of this research is quasi-experimental. Participants were ۲۸ basketball players that based on ankle instability questionnaire was divided into two groups: the first group (n=۱۶, mean weight $۷۱/۳۱ \pm ۱۰/۴۹$, mean height $۱۸۱/۷۵ \pm ۹/۱۶$ cm, mean age $۱۸/۱۲ \pm ۱/۷۰$ years old) were functionally unstable on their ankles and second (n=۱۲, mean weight $۷۳/۶۶ \pm ۹/۸۹$ kg, mean height $۱۷۲/۲۵ \pm ۷/۰۸$ cm, mean age $۱۸/۴۱ \pm ۱/۸۳$ years old) basketball players which were healthy.

“Basketball Movement Specific circuit” protocol was used to achieve basketball specific fatigue, and Y test were used to quantify postural control. To make sure that the fatigue occurred using Borg scale.

Results: Analyzing data by dependent T tests ($\alpha < .05$) shown that; dynamic postural Control was decreased after fatigue, in both groups. In addition, using the one-way anova determines that in functional ankle instability group between two directions anterior and posterior-medial and in health group between two directions anterior and posterior-lateral significant difference.

Conclusion: The result showed that the effect of fatigue on players with functional ankle instability in Posterior-medial direction and healthy players in posterior-lateral direction is clear.

Key Words: fatigue, Dynamic postural control, Functional ankle instability, Y test, Basketball players.

مقدمه

حفظ تعادل پویا در فعالیت‌های روزمره زندگی و عملکردهای مطلوب ورزشی ضروری می‌باشد. حفظ تعادل در زنجیره حرکتی بسته، متکی به استراتژی‌های حرکتی و بازخوردی هماهنگ در بین ران، زانو و مچ پا میباشد که کاهش بازخوردهای آوران یا کاهش قدرت و ثبات مکانیکی هر مفصل، به تنهایی و یا کل ساختار در زنجیره حرکتی اندام تحتانی، می‌تواند تعادل را بر هم بزند (۱). پیچیدگی مفصل مچ پا شایع‌ترین آسیب ورزشی است که در اکثر رشته‌های ورزشی نیازمند به دویدن، پریدن، حرکات برشی و گام برداشتن به طرفین نظیر فوتبال، والیبال و بسکتبال شایع است (۲،۳). بسکتبال یکی از محبوب‌ترین فعالیتهای فیزیکی در جهان است که تقریباً ۱۱٪ جمعیت جهان بطور منظم بسکتبال بازی می‌کنند، از آنجائی که تعداد شرکت‌کنندگان بسکتبالیست مرد و زن جوان در حال افزایش است متأسفانه با افزایش این تعداد، میزان آسیب‌دیدگی هم افزایش می‌یابد (۴). به لحاظ ماهیت این رشته ورزشی درصد بالایی از آسیب‌های گزارش شده در اندام تحتانی و مچ پا است (۴)، بطوریکه دامور^۱ و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که اکثر آسیب‌های بسکتبالیست‌های جوان در اندام تحتانی، بین ۳۵/۹ تا ۹۲ درصد بوده که بیشتر این آسیب‌ها در مچ پا اتفاق افتاده است (۵). از آنجائی که تلاش برای کاهش میزان آسیب در بازیکنان بسکتبال هنوز ادامه دارد، محققان بیشتر تمرکزشان را بر روی عوامل خطرزایی مثل: توانایی حس عمقی، سطح توسعه حرکتی، سطح رقابت و خستگی جمع کردند (۴). خستگی پدیده رایجی است که در طی فعالیتهای ورزشی بوجود آمده و باعث اختلال در عملکرد حرکتی افراد می‌شود (۶). در دهه اخیر دانشمندان علوم ورزشی به مقوله خستگی، به عنوان یکی از عوامل اثرگذار منفی بر عملکرد ورزشی و ارتباط آن با کنترل قامت توجه نموده اند، خستگی و کم شدن کنترل قامت می‌تواند زمینه‌ساز و از عوامل آسیب اسکلتی-عضلانی ورزشکاران باشد (۷). در زمینه رابطه بین خستگی و کنترل قامت تحقیقات متعددی انجام شده است بطور مثال آمیکو^۲ و همکارانش (۲۰۰۲) در تحقیق‌شان اثر دو متغیر خستگی عملکردی و ناپایداری عملکردی مچ پا بر روی کنترل قامت پویا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که میزان دستیابی با استفاده از تست تعادلی ستاره^۳ (کنترل قامت پویا) هم در گروه دارای ناپایداری عملکردی وهم درگروه سالم پس از خستگی کاهش یافت، ولی میزان

1 Damore

2 Amico

3 Star Excursion Balance Test (SEBT)

دستیابی در گروه دارای ناپایداری عملکردی نسبت به گروه سالم به مراتب کمتر بود (۸). گریبل^۱ و همکارانش (۲۰۰۴) اثر خستگی و ناپایداری مزمن میچ پا را بر کنترل قامت پویا توسط تست تعادلی ستاره در سه جهت خلفی، میانی و قدامی بررسی کردند. آنها دریافتند که افراد در سمتی که دچار ناپایداری مزمن میچ پا می‌باشند، فاصله دستیابی کمتر و زاویه فلکشن زانوی کمتری در هر سه جهت اندازه‌گیری شده دارند (۹). صادقی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی تحت عنوان بررسی اثر خستگی عملکردی بر کنترل قامت پویا برای اعمال خستگی از یک پروتکل خستگی عملکردی (۲۰ دقیقه فعالیت در ۷ ایستگاه) و برای ارزیابی تعادل پویا از تست تعادلی ستاره استفاده کرده بودند، بیان کردند که کنترل قامت پویا بعد از انجام پروتکل خستگی دچار نقص شد (۱۰). صداقت (۱۳۸۷)، در تحقیقش با عنوان مطالعه اثر خستگی ویژه فوتبال بر کنترل قامت پویای فوتبالیست‌های دارای ناپایداری عملکردی میچ پا، تعادل پویای بازیکنان را با استفاده از پروتکل شبیه ساز فوتبال و پیش آزمون و پس آزمون تست تعادلی ستاره مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که بازیکنان دارای بی‌ثباتی عملکردی میچ پا در انتهای پروتکل، بطور قابل توجهی دچار نقص در کنترل قامت می‌گردند (۱۱). حسینی‌مهر^۲ و همکاران (۲۰۱۰) اثرات خستگی را بر کنترل ایستا و پویای ورزشکاران با آسیب دیدگی میچ پا مورد ارزیابی قرار دادند. آزمودنی‌های این تحقیق را ۳۰ نفر مرد و زن (۱۵ نفر گروه کنترل، ۱۵ نفر گروه تجربی) تشکیل می‌دادند. آنها در این تحقیق برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون عملکردی تعادل ستاره و تعادل ایستا از آزمون ایستادن روی یک پا و برای ایجاد خستگی از یک پروتکل عملکردی هفت ایستگاهی استفاده کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که تعادل پویای افراد سالم بعد از اعمال پروتکل خستگی کاهش یافته است (۱۲). از آنجائیکه بیشتر مطالعات از پروتکل‌های غیرمرتبط با تمرینات ورزشی و مسابقات جهت بررسی اثر خستگی بر سیستم کنترل وضعیت قامت استفاده کرده‌اند و همچنین این مطالعات بیشتر سیستم کنترل وضعیت قامت ایستا را مورد بررسی قرار داده و مطالعات کمتری بر کنترل وضعیت قامت پویا با استفاده از تست‌های عملکردی انجام شده‌است. از این رو به نظر می‌رسد به دلیل فقدان پژوهش‌هایی که ارتباط بین کنترل وضعیت قامت پویا و خستگی ناشی از ورزش و مفاهیم رایج آن پرداخته‌اند، ضروری است که به رابطه احتمالی و چگونگی تعامل بین خستگی کل بدن و کنترل وضعیت قامت پویا با استفاده از یک پروتکل خستگی عملکردی و

1 Gribble

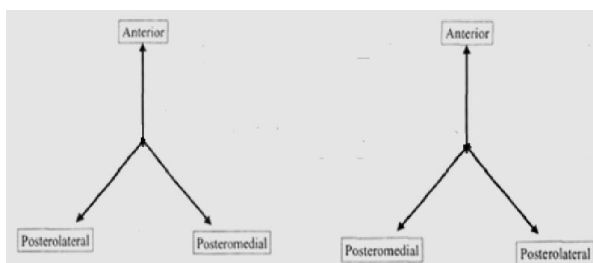
2 Hosseinimehr

مشابه با تمرینات ورزشی و مسابقات و از طریق تست عملکردی جهت ارزیابی کنترل وضعیت قامت پویا پردازیم. از این رو این تحقیق در نظر دارد تا میزان خستگی بر روی جهت‌های سه‌گانه تست Y در بسکتبالیست‌های دارای ناپایداری مچ پا مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش از نوع نیمه تجربی است. که در آن تأثیر متغیر مستقل خستگی ناشی از فعالیت بر متغیر وابسته کنترل وضعیت قامت پویا از طریق پیش‌آزمون - پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌های این تحقیق، ۲۸ نفر از بازیکنان بسکتبال ۱۶ تا ۲۱ سال شرکت‌کننده در لیگ جوانان استان کرمان بودند که بعد از تکمیل فرم رضایت‌نامه، با توجه به پرسشنامه ۳۰ امتیازی ناپایداری عملکردی مچ پا^۱ (نمره صفر تا ۲۷ نمایانگر ناپایداری مچ پا و نمره ۲۷ تا ۳۰ نمایانگر سلامت مچ) به صورت انتخابی به دو گروه دارای ناپایداری عملکردی مچ (۱۶ نفر) و گروه سالم (۱۲ نفر) تقسیم شدند. به منظور اطمینان از همگنی گروه‌ها بین متغیرهای سن، وزن، قد، حداکثر اکسیژن مصرفی، نمره بی‌ثباتی مچ و شاخص توده بدن از آزمون t مستقل استفاده شد تا مشخص شود تنها تفاوت دو گروه نمره بی‌ثباتی مچ پا است که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

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 دستگاه سه جهت به صورت Y و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵، ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می‌گیرند (۱۳). جهت ارزیابی این تست، طول واقعی پا یعنی از خار خارصه فوقانی قدامی تا قوزک داخلی جهت نرمال کردن اطلاعات اندازه‌گیری می‌شود (۱۴). پس از توضیحات لازم راجع به تست توسط آزمونگر، هر آزمودنی شش بار این آزمون را تمرین می‌نماید تا روش اجرای آزمون را فرا گیرد. پای برتر آزمودنی تعیین می‌شود تا اگر پای راست اندام برتر باشد، تست در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام شود و اگر پای چپ برتر بود تست در جهت عقربه‌های ساعت انجام می‌شود (شکل ۱) (۱۴).



ایستادن روی پای چپ

ایستادن روی پای راست

شکل ۱. نمای کلی تست تعادلی Y

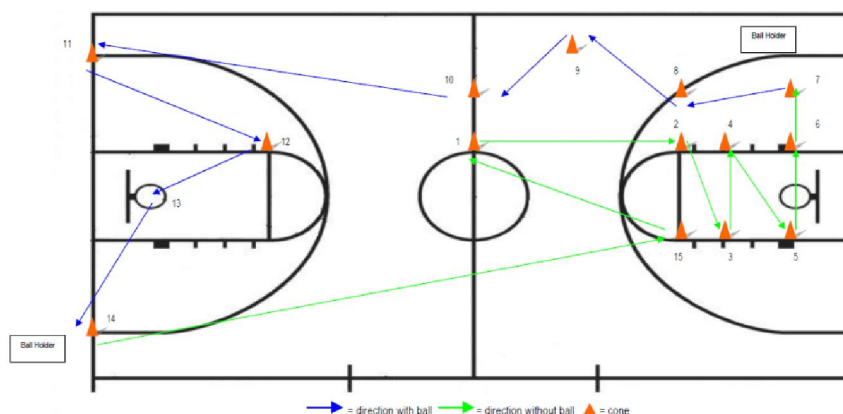
آزمودنی در مرکز دستگاه می‌ایستد و سپس بر روی یک پا (گروه دارای ناپایداری عملکردی مچ بر روی پای ناپایدار و گروه سالم بر روی پای سالم) قرار می‌گیرد و با پای دیگر تا آنجا که خطا نکند (پا از مرکز دستگاه حرکت نکند، روی پای که عمل دستیابی انجام می‌دهد تکیه نکند یا شخص نیافتد) عمل دستیابی را انجام می‌دهد و به حالت طبیعی روی هر دو پا برمی‌گردد و فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی می‌باشد (شکل ۲). هر آزمودنی هر یک از جهت‌ها را سه بار به صورت دایره‌ای انجام می‌دهد و در نهایت میانگین آنها محاسبه می‌شود و بر اندازه طول پا (بر حسب cm) تقسیم در ۱۰۰ ضرب می‌شود تا فاصله دستیابی بر حسب درصد اندازه طول پا به دست آید.



شکل ۲. نحوه اجرای تست تعادلی Y

از پروتکل خستگی ویژه بسکتبال (Basketball Movement Specific Circuit) به منظور اعمال خستگی استفاده شد (شکل ۳) (۱۵). این پروتکل از لحاظ مدت، شدت و الگوهای حرکتی شبیه به یک بازی بسکتبال است. این پروتکل در زمین بسکتبال قابل اجرا است و شامل چهار مرحله ۴ دقیقه ای با شدت ضربان ۹۰ تا ۹۵ درصد HR_{max} همراه با ۳ دقیقه استراحت فعال (Jogging) با شدت ۷۰ درصد HR_{max} بین هر مرحله می‌باشد که در حین انجام این پروتکل ضربان قلب آزمودنی‌ها با استفاده دستگاه ضربان سنج پولار کنترل می‌شود. قبل از انجام پروتکل نحوه صحیح آن به آزمودنی‌ها آموزش داده شد.

برای تعیین میزان خستگی آزمودنی‌ها از مقیاس بورگ (RPE) استفاده گردید. سلیگا و همکاران (۱۹۹۱) ضریب همبستگی بالایی را بین VO_{2max} و RPE را گزارش دادند. بیان کردند که می‌توان از مقیاس ۱۵ ارزشی RPE بعنوان جایگزین در تعیین شدت تمرین استفاده کرد، آنها در تحقیقشان با افزایش شدت کار، افزایش قابل توجهی را در امتیازات RPE ثبت کردند بطوریکه حجم کار سنگین در مقیاس RPE بین ۱۴ تا ۱۶ نشان داده شد (۱۶). برای اندازه‌گیری RPE، از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که احساس واقعی خود را نسبت به شدت فعلیتی که انجام داده است بیان کند و با استفاده از جدول طرح شده توسط بورگ مقیاس آن استخراج می‌شود. از آزمودنی‌ها پس از گرم کردن مختصر (۱۰-۵ دقیقه نرم و آهسته دویدن و کشش اندام تحتانی)، پیش‌آزمون Y و RPE به عمل آمد و دقیقاً بعد از اتمام پروتکل پس‌آزمون Y و RPE انجام شد (۱۷).



شکل ۳. حرکات زنجیره‌ای ویژه بسکتبال (پروتکل خستگی ویژه بسکتبال)

۲- مطابق با اعداد ذکر شده در تصویر ورزشکار بطور متوالی پروتکل خستگی عملکردی را اجرا می‌کند: ۱ دویدن رو به جلو با تمام سرعت؛ ۲ گردش به چپ؛ از ۲ به ۳ حرکت به پهلو چپ با گام ریز؛ از ۳ به ۴ حرکت به پهلو راست با گام ریز؛ از ۴ به ۵ حرکت به پهلو چپ با گام ریز؛ از ۵ به ۶ حرکت به پهلو راست با گام ریز؛ از ۶ به ۷ دویدن همراه با پرش‌های عمودی (در ایستگاه شماره ۷ توپ دریافت کرده)؛ از ۷ تا ۱۰ انجام عمل دربیل سریع بین مخروطها؛ از ۱۰ به ۱۱ دربیل سریع؛ از ۱۱ به ۱۲ دربیل سریع؛ از ۱۲ به ۱۳ انجام لای-آپ؛ ۱۳ ریپاند لای-آپ؛ از ۱۳ به ۱۴ دربیل سریع (رها کردن توپ در ایستگاه ۱۴)؛ از ۱۴ به ۱۵ دویدن رو به جلو با تمام سرعت؛ از ۱۵ به ۱ حرکت رو به عقب (۱۵)

جهت مقایسه میانگین‌های کنترل قامت در هر جهت و تعیین تفاوت RPE در دو زمان ذکر شده در هر گروه از آزمون t همبسته در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید. جهت مقایسه میانگین‌های کنترل قامت در سه جهت تست تعادلی Y در هر گروه از آزمون آنوای یکطرفه و برای تعیین محل اختلافات از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد.

یافته‌ها

با توجه به نتایج آزمون T همبسته در مورد میانگین فاصله‌های دستیابی در هر سه جهت در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون که در جدول ۲ ارائه گردیده است، مشاهده شد که مقدار T محاسبه شده در سطح $\alpha = 0/05$ در همه جهات معنادار شده است. به عبارتی دیگر می‌توان گفت که هم تعادل پویای افراد دارای ناپایداری عملکردی میچ پا و هم افراد سالم بعد از اعمال پروتکل خستگی کاهش یافته است. و همچنین با توجه به نتایج جدول ۲ و عدم برابری میانگین‌های کنترل قامت در سه جهت تست تعادلی می‌توان به این نتیجه رسید که حداقل بین میانگین‌های دو جهت از سه جهت در هر گروه تفاوت معناداری وجود دارد، با استفاده از آزمون تعقیبی LSD که نتایج آن در جداول ۳ آمده است، مشخص شد که در گروه دارای ناپایداری عملکردی میچ بین دو جهت قدامی و خلفی - داخلی و در گروه کنترل بین دو جهت قدامی و خلفی - خارجی تفاوت معناداری وجود دارد.

نتایج کسب شده از آزمون T همبسته تأثیر معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقیاس بزرگ نشان داد ($p=0/000$ ، $t=-14/45$) که اختلاف بین دو اندازه‌گیری RPE معنادار بوده و خستگی مورد نظر رخ داده است (نمودار ۱).

جدول ۱. نتایج آزمون t مستقل برای اطمینان از همگنی گروه‌ها

متغیر	شاخص آماره	t	درجه آزادی	سطح معنی داری
سن		-۰/۴۳	۲۶	۰/۶۶۸
وزن		-۰/۶۰	۲۶	۰/۵۵۳
قد		-۰/۴۷	۲۶	۰/۶۴۲
حداکثر اکسیژن مصرفی		۰/۱۸	۲۶	۰/۸۵۱
نمره بی‌ثباتی مچ		-۹/۷۶	۲۶	۰/۰۰۱ *
شاخص توده بدن		-۰/۴۱	۲۶	۰/۶۷۹

* نشان دهنده معنی‌داری متغیر بین دو گروه در حد $\alpha=0/05$ است

جدول ۲. مقایسه بین میانگین نمرات کنترل قامت پویا در هر یک از جهات در دو گروه

شاخص‌های آماری	میانگین		انحراف استاندارد		خطای استاندارد		t مشاهده شده		درجه آزادی		ضریب α
	تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	تجربی	کنترل	
میانگین نمرات در جهت قدامی	۴/۴۸	۵/۶۵	۳/۱۳	۵/۰۳	۰/۹۰	۱/۲۵	۶/۲۵	۳/۵۶	۱۱	۱۵	۰/۰۰۰
میانگین نمرات در جهت خلفی - داخلی	۱۰/۵۰	۸/۵۸	۶/۷	۵/۳۴	۱/۹۴	۱/۳۳	۴/۴۱	۷/۸۵	۱۱	۱۵	۰/۰۰۱
میانگین نمرات در جهت خلفی - خارجی	۸/۴۴	۱۱/۵۱	۵/۳۶	۶/۷۸	۱/۵۴	۱/۶۹	۷/۴۴	۴/۹۸	۱۱	۱۵	۰/۰۰۰

جدول ۳. نتایج آزمون آنوای یکطرفه برای اختلاف بین جفت میانگین‌های گروه دارای ناپایداری

عملکردی مچ

مرحله	گروه	تفاضل میانگین ها	انحراف استاندارد تفاضلهها	سطح معنی داری	بازه اطمینان ۹۵ درصدی برای تفاضل میانگین ها	
					حد بالایی	حد پایینی
۱	تجربی	-۶/۰۱*	۲/۰۴	۰/۰۰۵	-۱۰/۱۲	-۱/۹۰
	کنترل	-۲/۹۳	۲/۱۵	۰/۱۸۴	-۷/۳۲	۱/۴۶
۳	تجربی	-۳/۹۶	۲/۰۴	۰/۰۵۸	-۸/۰۷	۰/۱۴
	کنترل	-۵/۸۶*	۲/۱۵	۰/۰۱۰	-۱۰/۲۶	-۱/۴۷
۲	تجربی	۲/۰۵	۲/۰۴	۰/۳۲	-۲/۰۵	۶/۱۶
	کنترل	-۲/۹۳	۲/۱۵	۰/۱۸۳	-۷/۳۲	۱/۴۵

۱= جهت قدامی ۲= جهت خلفی داخلی ۳= جهت خلفی خارجی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی از انجام این تحقیق مقایسه میزان خستگی بر روی جهت‌های سه‌گانه تست Y در بسکتبالیست‌های دارای ناپایداری مچ پا بود. نتایج نشان دهنده ارتباط بین عمل دستیابی و زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بود و نشان داد که فاصله دستیابی در پس‌آزمون در هر سه جهت نسبت به پیش‌آزمون کمتر بوده است. همچنین نتایج تفاوت معناداری را بین RPE پیش و پس آزمون نشان داد. یافته‌های تحقیق از مفروضه‌های تحقیق مبنی بر اینکه فاصله دستیابی در تمامی جهات تست تعادلی Y (سه جهت) در پیش‌آزمون به طور معناداری بیشتر از این فاصله در پس‌آزمون می‌باشد، حمایت می‌کند. همچنین تفاوت معناداری بین RPE در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود داشته و این امر نشان دهنده میزان خستگی در دو مرحله پروتکل خستگی می‌باشد و اینکه آزمودنی‌ها به میزان خواسته شده خسته شده‌اند را مورد تأیید قرار می‌دهد.

کاهش فاصله دستیابی پس از اعمال برنامه خستگی در سه جهت تست Y را می‌توان به نقش متفاوت هر یک از عضلات اندام تحتانی در اجرای تست تعادل نسبت داد. اولمستد و همکارانش (۲۰۰۳) در مطالعاتشان دریافتند که پای اتکاء حین انجام تست نیازمند دورسی فلکشن مچ پا، فلکشن زانو و فلکشن ران می‌باشد. بنابراین اندام تحتانی نیازمند دامنه حرکتی مناسب،

قدرت، فعالیت گیرنده های عمقی و کنترل عصبی عضلانی می‌باشد (۱۸، ۱۴). حین عمل دستیابی در همه جهات هم انقباضی عضلات همسترینگ و چهار سر رخ می‌دهد. عضله چهار سر ران در جهت قدامی بیشترین فعالیت را دارد. بدین دلیل که فرد هنگام انجام دستیابی در این جهت، باید به سمت عقب تکیه دهد و تنه در حالت اکستنشن قرار می‌گیرد تا بتواند تعادل خویش را حفظ نماید. در این وضعیت نیروی جاذبه عمل کننده بر قسمت بالاته باعث گشتاور زیاد فلکشن زانو می‌شود که باید توسط گشتاور اکستنشن (انقباضات اکستریک) تولید شده توسط عضله چهارسر ران کنترل شود (۱۹). فعالیت عضله پهن خارجی در جهت خلفی - داخلی بیشترین است که توجیه احتمالی این امر را به تثبیت عضلانی می‌توان مرتبط نمود که در برابر نیروهای عضلانی که در این جهت ها برای انجام عمل دستیابی فعال می‌باشند، رخ می‌دهند (۱۹). در حین انجام عمل دستیابی عضله دوسر رانی نیز فعال می‌باشد و بیشترین فعالیت را در جهت های خلفی - داخلی، خلفی و خارجی دارد. تفسیر این امر را می‌توان با توجه به اثر نیروی جاذبه عمل کننده بر تنه که باعث گشتاور فلکشن ران می‌شود توضیح داد. برای انجام جهت های خلفی، فرد باید در تنه فلکشن داشته باشد تا بتواند پا را به سمت عقب باز کند و در این حالات عضلات همسترینگ باید به صورت اکستریک منقبض شوند تا در برابر گشتاور فلکشن ران مقاومت کنند، همچنین انجام جهت خارجی نیاز مبرم به چرخش خارجی شدید ران دارد، بنابراین منجر به فعالیت بالای عضله دوسر رانی می‌شود (۱۹). و همچنین در اجرای تست در جهت های خلفی - خارجی، خلفی - داخلی، آزمودنی برای کسب بیشترین فاصله، نیازمند عمل پلاننار فلکشن میچ پا است که منجر به فعالیت شدید گروه عضلات خلفی ساق پا در حین دستیابی در این جهت‌ها می‌شود (۱۹).

طبق یافته های تحقیق حاضر می‌توان گفت که کاهش فاصله دستیابی در همه جهات تست Y پس از ایجاد خستگی در عضلات مختلف اندام تحتانی به نقش این عضلات در حین عمل دستیابی وابسته است. با توجه به موارد ذکر شده در بالا می‌توان کاهش میانگین نمرات کنترل قامت در پس‌آزمون را به کاهش قدرت عضلات، مختل شدن حس وضعیتی مفاصل و بتاخیر افتادن پاسخ‌های عصبی عضلانی نسبت داد بطوریکه مرکز وهمکاران (۲۰۰۳)، نایلند و همکاران (۱۹۹۷)، رهنما و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند که قدرت عضلانی در اثر خستگی کاهش می‌یابد (۲۰، ۲۱، ۲۲) و همچنین روزی و لفارت (۱۹۹۹)، اسکینر و همکاران (۱۹۸۶) گزارش دادند که در اثر خستگی حس وضعیت مفصل (حس عمقی) دچار نقص می‌گردد (۲۳، ۲۴) و

همچنین گلیسون^۱ و همکاران (۱۹۹۸)، روزی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که در اثر خستگی شلیک عصبی عضلانی، زمان عکس‌العمل عضلات و پاسخ‌های عصبی عضلانی به تاخیر می‌افتد (۲۴، ۲۵).

در ارتباط با جهات تست SEBT نویسندگان زیادی بیان کرده‌اند که انجام عمل در بعضی از جهات نسبت به برخی دیگر از جهات آسانتر می‌باشد. به ویژه جهت‌های خلفی، خلفی-داخلی و داخلی به عنوان آسانترین جهات معرفی شده‌اند اما جهت‌های قدامی، قدامی-خارجی و خارجی سخت‌ترین جهات می‌باشد (۲۶، ۱۴، ۲۷). آزمون‌های تعقیبی نشان داده است که جهت خارجی سخت‌ترین جهت و قدامی خارجی به طور معناداری فاصله دستیابی آن از همه جهات دیگر به غیر از جهت خارجی کمتر است، جهت‌های خلفی و خلفی-داخلی به نظر می‌رسد بیشترین فاصله دستیابی را دارند و به طور تصادفی این فاصله از دیگر فاصله‌های جهات دیگر بیشتر است (۲۶، ۱۴، ۲۷). در تحقیق حاضر کاهش معنادار در همه جهات در هر دو گروه پس از خستگی نشان داده شده با این تفاوت که با توجه به آزمون تعقیبی نشان داده شد که گروه دارای ناپایداری عملکردی مچ در جهت خلفی-داخلی و گروه سالم در جهت خلفی-خارجی دارای اختلاف معنادارتری نسبت به بقیه جهات بودند.

منابع

1. Cote K.P, Brunet M.E, Gansneder B.M, Shultz S.J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of Athletic Training*. 40(1):41-46.
2. Frigg A, Frigg R, Hintermann B, Barg A, Valderrabano V. (2007). the biomechanical influence of tibio-talar containment on stability of the ankle joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*.
3. Beynnon B.D, Murphy D.F, Alosa D.M. (2002). Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains:A Literature Review. *Journal of Athletic Training*. 37(4):376-380.
4. Harmer P. A .(2005). Basketball injuries. *Med Sport Sci*. Basel, 49: 31-61.
5. Damore D.T, Metzl J.D, Ramundo M, Pan S, Van Amerongen, R. (2003). Patterns in childhood sports injury. *Pediatr Emerg Care*. 19:65-67.
6. Millet G.Y, Lepers R. (2004). Alterations of neuromuscular function after prolonged running, cycling and skiing exercises. *Sports Med*. 34: 105-116.
7. Pappas E, Sheikhzadeh A, Hagins M, Nordin M. (2007). The effect of gender and fatigue on the biomechanics of bilateral landings from a jump Peak values. *Journal of Sports Sci and Med*. 6:77-84.
8. Amico JM. (2002). Dynamic balance decreases following functional fatigue in subjects with healthy and functionally unstable ankle. *Journal of Athletic Training*. 37: 22.
9. Gribble P.A, Hertel J, Denegar C.R, Buckley W.E. (2004). The effects of fatigue and chronic Ankle instability on Dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*. 39 (4): 321-329.
10. Sadeghi H, Sarshin A, Abbasi A. (1387). Effect of functional fatigue on dynamic postural control, *Research in Sports Science*, 20: 94-79.
11. Sedaghat M. (1387). The Effects of soccer especially fatigue on dynamic postural control in soccer players with functional instability of the ankle. Master's thesis. 72-79.
12. Hosseinimehr H, Daneshmandi H, Norasteh A. (2010). The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control. *Physics International 1 (1)*: 22-26.
13. Plisky P.J, Rauh M.J, Kaminski, T.W, Underwood FB (2006). Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthop Sports Phys Ther*. 36: 911-919.
14. Gribble P, Hertel J .(2003). Considerations for the normalizing measures of the star excursion balance test. *Measurments Phys Educ Exer Sci*. 7:89-100.
15. Smith M. (2004). Basketball skill test for the big men. *FIBA Assist Magazine*. 07: 59-60.
16. Seliga R, Bhattacharya A, Succop P, Wixhstrom R, Smith D, Willeke K.(1991). Effect of work load and respirator wear on postural stability, heart rate, and perceived exertion. *Am Ind Hyg Assoc J*. 52:417-422.
17. Timothy A, Kulpa B.S (2006). The Effects of Activity related fatigue on Dynamic postural control as measured by SEBT. 24:245-256.

18. Olmsted L.C, Carcia C.R, Hertel J, Shultz, S.J. (2003). Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*. 37: 501-506.
19. Earl J.E, Hertel J. (2001). Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. *Journal of sport Rehabil*. 10: 93-104.
20. Rahnama, N. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of sport science*. 21:11, 933-942.
21. Nyland J.A., Shapiro R., Caborn D.N, Nitz A.J, Malone T.R. (1997). The effect of quadriceps femoris, hamstring, and placebo eccentric fatigue on knee and ankle dynamics during crossover cutting. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 25 (3): 171-184.
22. Mercer T.H, Gleeson N.P, Wren K. (2003). Influence of prolonged intermittent high-intensity exercise on knee flexor strength in male and female soccer players. *European Journal of Applied Physiology* 89 (5):506-508.
23. Skinner H.B, Wyatt M.P, Hodgdon J.A, Conard D.W, Barrack R.L. (1986). Effect of fatigue on joint position sense of the knee. *Journal of Orthopaedic Research*. 4 (1): 112-118.
24. 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.
25. Gleeson N.P, Reilly T, Mercer T.H, Rakowski S, Rees D. (1998). Influence of acute endurance activity on leg neuromuscular and musculoskeletal performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 30 (4): 596-608.
26. Vuillerme N, Nougier V, Prier J. (2001). Can vision compensate for a lower limbs muscular fatigue for controlling posture in humans. *Neuroscience Letters*. 308:103-1.
27. Gribble, P (2003). The star excursion balance test as a measurement tool. *Athl Ther Today*. 8(2):46-47.