Tabari Journal of Preventive Medicine

26

Volume 2, Issue 2, Summer 2016

Original article

Comparing the Effect of Functional Fatigue on Dynamic Balance in Males with Different Somatotypes

Omid Amini[1*], Nader Samami[2]

1. MSc, Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Corresponding Author:
Omid Amini, MSc, Department of Corrective Exercises and Sports Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Email: Aminiomid706@yahoo.com

Received: 20 April 2016
Revised: 2 August 2016
Accepted: 4 September 2016

ABSTRACT

Background & Objectives: Postural control is a complex function that maintains the vertical center of gravity (COG) and requires the cooperation of three sources of proprioceptive, visual, and vestibular systems. However, somatotype, an anthropometric factor, and fatigue disturb postural control, which leads to sports injuries. The purpose of this study was to compare the effect of functional fatigue on dynamic balance of 18-25 year-old males with different somatotypes.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, the research population corresponded to a group of 45 male students of Guilan University who were chosen out of 120 volunteers using non-random sampling method. All tests were administered at the gym and the measurements were performed in the Corrective Exercises laboratory of Guilan University in 2015. For the purpose of determining the type of somatotype and the amount of fatigue, Heath-Carter method and rated perceived exertion scale (REP) were employed, respectively. In addition, the balance of the subjects was assessed by Y-balance test before and after the functional fatigue protocol. Data analysis was performed using dependent t-test, ANOVA, and Bonferroni post hoc test with a P-value of <0.05.

Results: According to the results of the study, the effect of functional fatigue on dynamic balance of males with an average age of 22.88±2.23 years, height of 177.05±5.26 cm, and weight of 73.76±12.60 kg and with mesomorph($p=0.01$), endomorph ($P=0/001$), and ectomorph ($P=0/001$) somatotypes was found to be significant ($P<0.05$). Moreover, the results demonstrated a significant difference in the Y-balance between mesomorph and endomorph ($P<0.001$), mesomorph and ectomorph ($P<0.022$), and endomorph and ectomorph somatotypes ($p<0.044$).

Conclusion: Taking in account the significant decrease in the dynamic balance of subjects with different somatotypes, it is recommended to use balance training exercises before taking part in any physical activities and perform appropriate exercises in order to promote fitness.

Keywords: Dynamic balance, Functional fatigue, Somatotype

▶ **Citation**: Amini O, Samami N. Comparing the Effect of Functional Fatigue on Dynamic Balance in Males with Different Somatotypes. Tabari J Prev Med. Summer 2016;2(2):26-35.

مقاله پژوهشی

مقایسه تأثیر خستگی عملکردی بر تعادل پویای پسران ۱۸ تا ۲۵ سال با تیپ بدنی مختلف

امید امینی[۱*]، نادر سمامی[۲]

چکیده

سابقه و هدف: کنترل پاسچر عملکرد پیچیده‌ای است که حفظ مسیر عمودی مرکز گرانش درون سطح اتکاء را در برمی‌گیرد و نیازمند همکاری سه منبع حس عمقی، بینایی و سیستم دهلیزی است. خستگی و تیپ بدنی یکی از عوامل آنتروپومتریکی برهم زننده‌ی کنترل پاسچر می‌باشد که منجر به آسیب‌های ورزشی می‌گردد؛ بنابراین هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر خستگی عملکردی بر تعادل پویای افراد با تیپ بدنی مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه‌ی دانشجویان پسر دانشگاه گیلان بود که از بین ۱۲۰ نفر افراد داوطلب، ۴۵ نفر براساس نمونه‌گیری غیرتصادفی و هدف‌دار انتخاب شدند و تمامی آزمون‌ها در سالن ورزشی و اندازه گیری ها در آزمایشگاه حرکت اصلاحی دانشگاه گیلان درسال ۱۳۹۴ صورت گرفت. جهت تعیین تیپ بدنی از روش هیث کارتر (Heath-Carter method) و برای برآورد میزان خستگی از مقیاس درک فشار (Rated Perceived Exertion: RPE) استفاده شد و آزمون تعادل Y قبل و بعد از اجرای دستور کار خستگی عملکردی اجرا گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک آزمون t همبسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی (Bonferroni) در سطح معناداری ($P< ۰/۰۵$) انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر خستگی عملکردی بر تعادل پویای پسران با میانگین سن: ۲/۲۳ ± ۲۲/۸۸، قد: ۵/۲۶ ± ۱۷۷/۰۵ و وزن: ۱۲/۶۰±۷۳/۷۶ در تیپ بدنی مزومورف ($P = ۰/۰۱$)، اندومورف ($P=۰/۰۰۱$) و اکتومورف ($P=۰/۰۰۱$)، معنادار بوده است. همچنین در میزان تعادل Y بین تیپ‌های بدنی مزومورف و اندومروف ($P <۰/۰۰۱$)؛ تیپ‌های مزومروف و اکتومروف ($P<۰/۰۲۲$) و تیپ های اندومروف و اکتومروف ($P<۰/۰۴۴$) تفاوت معناداری مشاهده شد.

نتیجه گیری: با توجه به کاهش معنادار تعادل در آزمودنی ها با تیپ‌های بدنی مختلف، استفاده از تمرینات تعادلی قبل از شرکت در هر گونه فعالیت بدنی و تمرینات مناسب به‌منظور ارتقای آمادگی جسمانی این افراد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعادل پویا، تیپ بدنی، خستگی عملکردی

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت‌بدنی (گرایش آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی)، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استادیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکت اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

نویسنده مسئول: امید امینی، دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت‌بدنی (گرایش آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی)، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

پست الکترونیک:
Aminiomid706@yahoo.Com

دریافت: ۱۳۹۵/۲/۱
اصلاحیه: ۱۳۹۵/۵/۱۲
ویراستاری: ۱۳۹۵/۶/۱۴

◀ **استناد:** امینی، امید؛ سمامی، نادر. مقایسه تأثیر خستگی عملکردی بر تعادل پویای پسران ۱۸ تا ۲۵ سال با تیپ بدنی مختلف. مجله طب پیشگیری طبری، تابستان ۱۳۹۵؛۲(۲):۳۵-۲۶.

مقدمه

پاسچر یک وضعیت متداول در زندگی روزانه بوده که برای سازماندهی ارتباط انسان با محیط نقش اساسی دارد. کنترل پاسچر یک فرآیند فعال برای حفظ تعادل می باشد (۱). حفظ تعادل در حین اجرای بسیاری از فعالیت‌های روزمره شرط اساسی و یکی از عوامل آمادگی جسمانی بوده که می تواند به‌وسیله‌ی تمرینات خاص آن را توسعه داد. اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا و پویا در حین فعالیت، نیازمند تولید نیروی کافی توسط عضلات و اعمال آن به اهرم‌های بدن (استخوان) می‌باشد که مستلزم تعامل پیچیده دستگاه‌های عضلانی- اسکلتی و سیستم عصبی است (۲). حفظ تعادل به کنترل خوب وضعیت و اندازه حرکت مرکز ثقل بر روی یک سطح اتکاء محدود نیاز دارد. انسان از طریق ترکیب اطلاعات بینایی، حسی، پیکری و دهلیزی تعادل خود را حفظ می کند از این رو می توان میزان ثبات فرد را با اندازه‌گیری نوسان مرکز فشار (Center of Pressure:COP) ارزیابی کرد. بر طبق تئوری سیستم‌ها که نخستین بار توسط Brestin و همکاران (۱۹۹۶) مطرح گردیده، در سال‌های اخیر اساس کار محققان در زمینه بررسی تعادل، توانایی کنترل پاسچر در فضا ناشی از اثر متقابل و پیچیده سیستم عصبی و سیستم عضلانی اسکلتی می باشد. سیستم کنترل پاسچر جهت حفظ تعادل و متعاقب آن ایجاد حرکت، مستلزم تلفیق و یکپارچه‌سازی داده‌های حسی، برای تشخیص موقعیت بدن در فضا و همچنین توانایی سیستم عضلانی اسکلتی برای اعمال نیروی مناسب، می‌باشد. اهمیت هر سیستم با توجه به هدف انجام حرکت و شرایط محیطی متغیر است (۳). از سوی دیگر، عوامل متعددی از قبیل سن، جنس (۳۰)، ناهنجاری های اسکلتی-عضلانی و در رأس آن‌ها خستگی و تیپ های بدنی بر کنترل پاسچر تأثیر می گذارند (۴،۵). براساس نتایج مطالعات انجام‌شده، خستگی به‌عنوان یکی از عوامل اثرگذار منفی بر عملکرد ورزشی و فعالیت‌های روزمره و کاهش کنترل پاسچر، می تواند زمینه‌ساز آسیب اسکلتی-عضلانی باشد؛ از این رو استفاده از خستگی و روش های ارزیابی در کنترل پاسچر که با شرایط حرکات ورزشی انطباق دارند؛ می توانند در شناسایی عوامل تأثیرگذار بر کنترل پاسچر و یا پیشگیری از بروز آسیب‌های مرتبط با خستگی نقش بسزایی داشته باشند (۶،۷)؛ بنابراین خستگی بر کنترل و هماهنگی عصبی-عضلانی در حرکات تعادلی که نیاز به کنترل وضعیتی مناسب دارند، تأثیر می‌گذارد. ممکن است خستگی، ناشی از تغییر در استراتژی تعادل باشد؛ چنین استراتژی‌های جبرانی ممکن است خطر آسیب در هر دو ساختار لیگامانتی و عضلانی را به‌ویژه در حرکات نیمه‌پویا و پویا در پی داشته باشد (۸). همان‌طور که در بالا ذکر گردید، عامل تیپ بدنی از عوامل تأثیرگذار بر تعادل است (۹). تیپ بدنی مزومورف رشد نسبی عضلات اسکلتی بدن را نشان می‌دهد، تیپ بدنی اکتومورف لاغری نسبی بدن را وصف کرده و بیانگر متغیرهای فیزیکی چون باریک و خطی بودن ظاهری بدن است. تیپ بدنی اندومورف، میزان چاقی نسبی بدن را صرف نظر از محل و چگونگی توزیع آن بیان می‌کند. Lee و Lin (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای تأثیر جنسیت و تیپ بدنی را بر تعادل ایستای دختران و پسران در ایستادن روی یک‌پا بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که با در نظر گرفتن تفاوت‌های جنسیتی، پسران به‌طور معناداری تعادل ایستای ضعیف‌تری نسبت به دختران در ایستادن روی یک‌پا دارند. این مسئله ممکن است به‌دلیل وزن بدنی و گشتاور اینرسی بیشتر در پسران باشد. همچنین گزارش کردند که افراد مزومورف تعادل بهتری نسبت به افراد با تیپ بدنی اکتومورف و اندومورف دارند که این اختلاف را می‌توان به ارتفاع کمتر پایین تنه و سهم بیشتر پروفایل عضلانی در افراد مزومورف نسبت داد (۱۰). بیشتر مطالعات نشان می‌دهند که خستگی ناشی از تمرین سبب افزایش دامنه‌ی نوسانات پاسچر، کاهش توانایی حفظ تعادل و اختلال حس عمقی می‌شود. در نتیجه به‌نظر می‌رسد که افراد خسته در معرض خطر ضایعات مفصلی به‌علت کاهش تعادل قرار دارند (۱۱،۱۲). از این رو استفاده از خستگی و روش‌های ارزیابی در کنترل پاسچر می‌تواند در شناسایی عوامل تأثیرگذار بر کنترل پاسچر و یا پیشگیری از بروز آسیب‌ها و پیامدهای مرتبط با آن نقش بسزائی داشته باشد (۱)؛ بنابراین بررسی عواملی مؤثر بر کنترل پاسچر از قبیل: خستگی و تیپ‌های بدنی حائز اهمیت می باشد. تا هنگام انجام پژوهش حاضر، در هیچ مطالعه‌ای اثر خستگی عملکردی بر روی کنترل پاسچر پویای تیپ‌های بدنی

بررسی نشده است. از این رو انجام تحقیقات بیشتر درباره تأثیر نوع تیپ بدنی و نوع دستور کار خستگی بر تعادل، در راستای ارتقا عملکرد افراد و سطح سلامت جامعه، استعدادیابی و همچنین کاهش آسیب‌ها و هزینه‌های درمانی ضروری به‌نظر می‌رسد؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر خستگی عملکردی بر تعادل پویای پسران ۱۸ تا ۲۵ سال با تیپ‌های بدنی مختلف انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع نیمه‌تجربی و جامعه‌ی آماری آن شامل کلیه‌ی دانشجویان پسر ۱۸ تا ۲۵ سال دانشگاه گیلان می‌باشد. از بین ۱۲۰ نفر افراد داوطلب، ۴۵ نفر به‌صورت غیر تصادفی و هدف‌دار انتخاب شدند. تعداد نمونه‌ها طبق مقالات مرتبط (۲،۲۶،۳۱) و نیز با توجه به متناسب بودن با نوع تیپ بدنی مورد نظر تعیین شده است. تمامی آزمون‌ها در سالن ورزشی و اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه حرکت اصلاحی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۴ صورت گرفت. شرکت در طرح، داوطلبانه بوده و رعایت اصول اخلاقی در اندازه‌گیری پارامترها با ارائه نتایج به شرکت‌کنندگان و مشاوره جهت بهبود معیارهای آنتروپومتریک (تن سنجی) و انجام تمرینات اصولی تعادلی انجام شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل: برخورداری از سلامت کامل، نداشتن بیماری و داشتن دو سال سابقه ورزشی بود. پیش از اجرای پژوهش و پس از آشنایی کتبی با روند پژوهش، آزمودنی‌ها رضایت‌نامه را تکمیل کردند. معیارهای خروج از تحقیق شامل: نداشتن هیچ‌گونه سابقه نقص‌های شنوایی، دهلیزی، بینایی، شکستگی و جراحی در اندام تحتانی (در یک سال اخیر)، مشکلات عصبی و تکان مغزی، ناهنجاری اسکلتی-عضلانی نداشتند.

ابتدا برای تعیین تیپ بدنی شرکت‌کنندگان از روش هیث کارتر (Heath-Carter method) استفاده شد. این روش دربرگیرنده ۱۰ مقیاس آنتروپومتریکی، اطلاعات مربوط به قد، وزن، پهنای بازو (عرض استخوان بازو در ناحیه‌ی آرنج)، پهنای ران (عرض استخوان ران در ناحیه‌ی زانو)، محیط بازو، محیط ساق پا، چربی زیر پوستی در نواحی سه سربازویی، تحت کتفی، فوق خاصره و ناحیه‌ی داخلی ساق پا که برای هر فردی سه نمره به‌دست می‌دهد، نمره‌ای که ۱/۵ واحد بیشتر از نمره‌های دیگر باشد، به‌عنوان تیپ بدنی فرد در نظر گرفته می‌شود، چربی زیرپوستی از نقاط سه سر، تحت کتفی، فوق خاصره‌ای و ساق پا توسط کالیپر، محیط بالای بازو و ساق پا با متر نواری و پهنای استخوان بازویی و رانی توسط کولیس در سمت راست بدن اندازه‌گیری شدند. اعداد تعیین‌کننده تیپ بدنی از فرمول زیر محاسبه شد (۱۳،۱۴).

اندومورف = ۰/۲۸۱۷ + (X) ۰/۱۴۵۱ – (2X) ۰/۰۰۰۶۸ + (3X) ۰/۰۰۰۰۰۱۴

X-قد (سانتی‌متر)÷۰/۷۱۸۱(ضخامت چربی زیرپوستی نواحی بازو، فوق خاصره، تحت کتف)

مزومورف= (۰/۸۵۸ BH + ۰/۶۰۱ BF +۰/۸۸۱ GAC + ۰/۱۶۱GCC) - (۰ H) + ۴/۵

BH- فاصلهٔ بین دو اپی کندیل خارجی و داخل استخوان بازو (سانتی متر)

BF- فاصلهٔ بین دو اپی کندیل خارجی و داخلی استخوان ران (سانتی‌متر)

H- قد (سانتی‌متر)

GAC- محیط حداکثر بازو (سانتی متر) GCC- (محیط حداکثر ساق (سانتی‌متر)

برای به‌دست آوردن عدد اکتومورفی از نسبت قد به وزن (RWH) استفاده شد:

اگر اکتومورف= RWH بزرگتر یا مساوی ۴۰/۷۵

اکتومورف =۷۳۲ درصد RWH-۲۸/۲۵

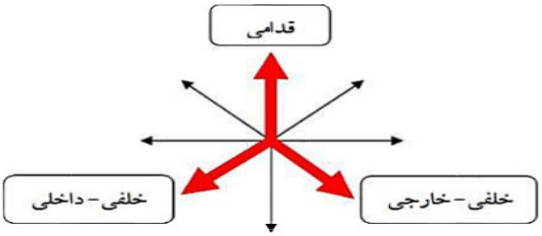
اگر RWH کوچک‌تر۴۰/۷۵ بزرگتر ۳۸/۲۵؛ اکتومورف =۴۶۳ درصد RWH -۱۷/۶۳

اگر RWH کوچک‌تر یا مساوی۳۸/۲۵ ؛ اکتومورف=۱ درصد

RWH= قد تقسیم بر ریشه‌ی سوم وزن

نحوی اجرای آزمون تعادلی Y

آزمون تعادل (Y Balance Test:Y)، (شکل ۱) جهت ارزیابی تعادل پویا با پایایی (۹۱ درصد) استفاده شد. این آزمون دارای سه



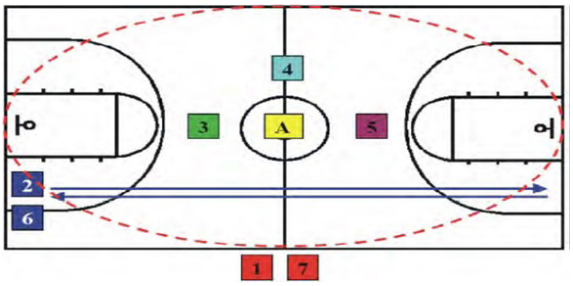
شکل ۱: نمای شماتیک آزمون تعادلی Y

جهت (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی خارجی) به‌صورت Y و با زاویه ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می‌گیرند. آزمودنی سه بار آزمون را تمرین می‌کند تا روش اجرای آن را یاد بگیرید (آزمودنی با پای برتر راست، آزمون را در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام می‌داد و آزمودنی با پای برتر چپ آزمون را در جهت عقربه‌های ساعت انجام می‌داد). آزمودنی در مرکز محل آزمون روی یک پا ایستاده و با پای دیگر در جهتی که آزمونگر انتخاب می‌کند عمل دست‌یابی حداکثری را بدون خطا انجام می‌داد و به حالت اولیه برمی‌گشت. آزمودنی آزمون را در جهتی که آزمونگر به‌صورت تصادفی انتخاب می‌نمود، شروع می‌کرد. محل تماس پا تا مرکز تست بر حسب سانتی‌متر توسط آزمونگر اندازه‌گیری می‌شد. آزمون برای هر آزمودنی سه بار تکرار شد و میانگین سه بار در هر جهت تقسیم بر طول پا شد؛ سپس در عدد ۱۰۰ ضرب شد تا فاصله دست‌یابی بر حسب درصد طول پا به‌دست آید. در صورت بروز خطا به شکلی که پایی در مرکز قرار داشت، حرکت می‌کرد یا تعادل فرد دچار اختلال می‌شد، از آزمودنی خواسته می‌شد آزمون را دوباره تکرار کند (۱۵).

نحوه اجرای پروتکل خستگی

در این تحقیق برای وارد کردن شاخص خستگی از پروتکل خستگی عملکردی هفت مرحله‌ای (شکل ۲) تعریف شده توسط ساسکو (۲۰۰۴) و ویکینیز استفاده شد. A در شکل ۲ محل اجرای آزمون Y است.

ایستگاه اول، پنج دقیقه نرم و آهسته دویدن در فضایی که آزمودنی انتخاب می‌کند، ایستگاه دوم، سه دقیقه دوی سرعت در طول زمین بسکتبال، ایستگاه سوم، دو دقیقه شنای سوئدی،



شکل ۲: نمایی از پروتکل خستگی عملکردی

ایستگاه چهارم، دو دقیقه دراز و نشست، ایستگاه پنجم، سه دقیقه بالا و پایین رفتن از پله به ارتفاع cm ۳۰، ایستگاه ششم، سه دقیقه دوی رفت و برگشت در طول زمین بسکتبال، ایستگاه هفتم، دو دقیقه دویدن با آهنگ یکنواخت، طوری که آزمودنی بتواند تا اتمام کار با همین سرعت بدوند. برای تعیین میزان خستگی از مقیاس درک فشار (Rated Perceived Exertion: RPE) استفاده شد. از آزمودنی‌ها پس از گرم کردن مختصر (۱۰-۵ دقیقه نرم و آهسته دویدن و کشش اندام تحتانی)، پیش از آزمون Y به‌عمل آمد. قبل از اولین ایستگاه پروتکل خستگی، نخستین اندازه‌گیری RPE انجام گرفت. دومین اندازه‌گیری RPE بعد از ایستگاه سوم یعنی در نیمه‌راه و سومین اندازه‌گیری RPE دقیقاً بعد از ایستگاه هفتم انجام گرفت (۱۴). آزمودنی ها مجدد، تست Y را انجام دادند. با توجه به طبیعی بودن توزیع متغیرها که با آزمون کالموگراف اسمیرنوف بررسی شد؛ از آمار توصیفی برای ارزیابی میانگین و انحراف داده‌ها و برای تعیین معنادار بودن اختلاف فاصله دستیابی در هرگروه قبل و پس از اعمال خستگی از آزمون t همبسته استفاده شد؛ ارزیابی مقایسه اثر خستگی بر تیپ های بدنی با کمک آزمون ANOVA صورت گرفت. همچنین برای مشخص شدن اختلاف معنادار بین میانگین تفاضل نمره های تعادل پویا پیش آزمون، پس آزمون از آزمون تعقیبی Bonferroni استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده ها با کمک نرم‌افزار آماری ۲۰ SPSS در سطح معنی‌داری ۰/۰۵انجام شد (۲).

نتایج

اطلاعات توصیفی آزمودنی ها شامل (سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی) در جدول شماره ۱ ارائه شد.

جدول ۱: اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها

تیپ بدنی	سن(سال)	قد(متر)	وزن(کیلوگرم)	BMI
مزومورف	۲۳/۳۰±۱/۸۵	۱/۷۸ ± ۴/۴۷	۷۸/۸۹ ±۸/۱۴	۲۴/۷۸ ± ۲/۱۸
اندومورف	۲۲/۲۸± ۲/۷۰	۱/۷۵±۶/۴۳	۸۲/۴۱± ۹/۷۰	۲۶/۷۷ ±۲/۶۷
اکتومورف	۲۳/۰۷± ۲/۱۲	۱/۷۷±۴/۵۵	۵۹/۹۸ ±۵/۱۷	۱۹/۰۱ ±۰/۸۹

با توجه به جدول ۲ از آزمون t وابسته چنین استنباط می‌شود که بین تعادل پویای تیپ مزومورف قبل و بعد از خستگی عملکردی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P= ۰/۰۱؛ t= ۴/۳۶). اختلاف معنی‌داری بین تعادل پویای تیپ بدنی اندومورف قبل و بعد از خستگی عملکردی وجود دارد (P= ۰/۰۰۱؛ t= ۹/۵۳)؛ همچنین اختلاف معنی‌داری بین تعادل پویای تی‌پ بدنی اکتومورف قبل و بعد از خستگی عملکردی مشاهده شد (P= ۰/۰۰۱؛ t= ۱۱/۹۶).

با توجه به جدول ۳، از آزمون ANOVA چنین استنباط می‌شود که اختلاف معنی‌داری بین نمره‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل پویای آزمودنی‌ها در سه گروه وجود دارد (F=۱۴/۶۳؛ P= ۰/۰۰۱). برای مشخص شدن اختلاف معنادار بین میانگین تفاضل نمره‌های تعادل پویا پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از آزمون تعقیبی Bonferroni استفاده شد. آزمون تعقیبی Bonferroni نشان داد که بین میانگین تفاضل نمره‌های تعادل پویا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه مزومورف و اندمورف اختلاف معناداری وجود دارد (P= ۰/۰۰۱). همچنین بین میانگین تفاضل نمره‌های تعادل پویا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه مزومورف و اکتومورف اختلاف معناداری مشاهده شد (P= ۰/۰۲۲). اختلاف معناداری نیز بین میانگین تفاضل نمره‌های تعادل پویا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه اندومورف و اکتومورف وجود دارد (P= ۰/۰۴۴).

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این تحقیق، مقایسه تأثیر خستگی عملکردی بر تعادل پویای تیپ‌های بدنی مختلف بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده، خستگی عملکردی باعث کاهش معنی‌داری در تعادل Y تیپ‌های بدنی شد. Gribble و همکاران عواملی همچون قدرت، انعطاف‌پذیری، کنترل عصبی-عضلانی، ثبات مرکزی، دامنه حرکتی مفاصل و حس عمقی را در اجرای موفق آزمون تعادل ستاره مؤثر می‌دانند و آن را آزمون مناسب جهت بررسی اثرات خستگی بر تعادل پویا معرفی می‌کند. با در نظر گرفتن تأثیرات منفی خستگی بر عملکرد عضلات و عوامل مؤثر در اجرای آزمون تعادل ستاره، کاهش نمره آزمون تعادل ستاره بر اثر خستگی امری منطقی به‌نظر می‌آید (۶). لازم به یادآوری است که آزمون تعادل Y برگرفته از آزمون تعادل ستاره است؛ در این راستا، McMullen و همکاران متوجه شدند، خستگی عضلات موجب کاهش نمرات آزمون های ایستادن تک پا، تعادل ستاره و همچنین کیفیت حرکت در مردان و زنان غیر ورزشکار می شود، کاهش نمرات آزمون تعادل ستاره را ناشی از اثر منفی خستگی بر

جدول ۲: نتایج آزمون t وابسته بین نمره‌های تعادل پویای پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمودنی‌ها بعد از اجرای خستگی عملکردی

تیپ بدنی	پیش آزمون	پس آزمون	مقدار t	سطح معناداری P
مزومورف	۹۶/۵۵±۳/۶۷	۹۲/۳۲ ±۵/۶۴	۴/۳۶	۰/۰۱*
اندمورف	۸۶/۹۹±۴/۱۳	۷۵/۱۸±۷/۳۴	۹/۵۳	۰/۰۰۱*
اکتومورف	۹۱/۸۶±۵/۰۷	۸۵/۶۲±۵/۷۲	۱۱/۹۶	۰/۰۰۱*

***: سطح معنی‌داری (P≤ ۰/۰۵)**

جدول۳: نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) بین میانگین تفاضل نمره‌های تعادل پویای پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌ها

متغییر	تیپ بدنی	میانگین تفاضل پیش آزمون پس‌آزمون	انحراف استاندارد	مقدار F	مقدار P
تعادل پویا	مزومورف	۴/۲۳۱	۳/۷۵	۱۴/۶۳	۰/۰۰۱*
	اندومورف	۱۱/۸۰۵	۴/۷۹		
	اکتومورف	۸/۱۸۶	۲/۶۴		

***: سطح معنی‌داری (P≤ ۰/۰۵)**

عملکرد عضلات در تولید شتاب رو به جلو و ایجاد ثبات در طول عمل ایستادن روی یک پا عنوان کرده است (۱۶). نتایج تحقیقات صادقی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که کنترل وضعیت قامت پویا بعد از خستگی عملکردی کاهش می یابد. از این رو می‌توان گفت که با نتایج تحقیق حاضر در نوع دستور کار خستگی همسو بوده است. از سوی دیگر باغبانی نقدهی (۱۳۸۹) گزارش نمود که خستگی عملکردی بر تعادل پویای تأثیری ندارد (۱۷) که با نتایج مطالعه حاضر همسو نبود؛ احتمالاً نوع آزمودنی‌ها، سن، جنس و سطح فعالیت بدنی و سابقه ورزشی آزمودنی، باعث نتایج ناهمسو با این مطالعه شده است. براساس نتایج مطالعات، خستگی باعث کاهش توانایی تولید نیرو، هماهنگی عصبی-عضلانی، 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 (۱۸). از سوی دیگر دستگاه عصبی مرکزی، مسؤل کنترل، تعادل است؛ بنابراین می توان گفت که خستگی دستگاه عصبی مرکزی می‌تواند به کاهش تعادل نیز منجر شود. در زمان خستگی، وقوع اختلال موضعی همراه با خستگی‌های درون عضله، علائمی را از طریق رشته‌های عصبی آوران به دستگاه عصبی مرکزی بازپس می فرستد. مغز نیز به نوبه خود علائم بازدارنده ای را به یاخته‌های عصبی در دستگاه حرکتی ارسال می‌دارد که در نتیجه سبب کاهش بازده کار عضلانی می شود (۱۹). همچنین به‌دلیل اینکه بخشی از کار عضلانی را دوک های عضلانی و اندام وتری گلژی انجام می‌دهند و این اندام ها در حفظ تعادل مؤثرند؛ بنابراین خستگی می‌تواند از این طریق سبب کاهش عملکرد تعادل شود.

مبحثی از کنترل پاسچر که تاکنون بررسی نشده، خستگی و نوع تیپ بدنی است که وجود ساختار متفاوت تیپ بدنی که توصیف فیزیک انسان درباره‌ی تعدادی از خصیصه‌ها به شکل و وضعیت بدن مرتبط هستند، می باشد (۱۹). Carter عقیده دارد عامل تیپ بدنی نقش تعیین‌کننده در عملکرد انسان بازی می‌کند (۲۰). براساس نتایج مطالعات، علاوه بر سازوکارهای فیزیولوژیکی حفظ تعادل، عوامل بیومکانیکی و آنتروپومتریکی در حفظ تعادل و موفقیت افراد مؤثر بوده (۲۱،۲۲) و در پیشگیری از آسیب در طول فعالیت‌های بدنی از زندگی روزانه حیاتی می‌باشد (۲۳).

اگرچه مطالعات مختلفی اثر تیپ بدنی بر عملکرد بدنی را بررسی نموده‌اند (۲۴،۲۵)، اما توجه کمی به اثر تیپ بدنی بر ثبات پاسچر پرداخته شده است. بر اساس یافته‌های این تحقیق، بعد از اجرای دستور کار خستگی عملکردی، تفاوت معنی‌داری بین تیپ‌های بدنی وجود داشت. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که افراد تیپ مزومورف از تعادل بهتری برخوردار بود و افراد اندومورف از تعادل پویای ضعیف‌تری نسبت به اکتومورف و مزومورف برخوردار بودند. با توجه به نتایج سمایی و همکاران (۲۰۱۴)، افراد اندومورف تعادل پویای ضعیف‌تری نسبت به گروه‌های دیگر دارند که با نتایج این مطالعه همسو می‌باشد؛ در حالی که نتایج Farenc و همکاران (۲۰۰۳) و Allard و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که افراد اندمورف تعادل بهتری نسبت به اکتومورف دارند و با نتایج ما در تناقض می‌باشد. محققان دلیل این تفاوت را مربوط به نسبت قد/وزن اکتومورف‌ها و بالاتر قرار گرفتن Center of Gravity: COG دانسته اند. این درحالی است که میانگین قد آزمودنی‌های اندومورف این تحقیق با میانگین قد اکتومورف ها تفاوت معناداری نداشت؛ اما تفاوت میانگین وزن دو گروه معنادار بود؛ بنابراین ارتفاع مرکز ثقل تا سطح اتکاء که از عوامل اصلی پایداری محسوب می شود، افزایش

نیافته است (۱۹،۲۶). بلکه احتمالا علت تفاوت در توزیع جرمی بین کنترل قامتی تیپ‌های اکتومورف و اندو مورف بوده است و همچنین نتایج این تحقیق با نتایج کیوان و همکاران همسو نمی‌باشد. آن‌ها در تحقیق خود نشان دادند که افراد اکتومورف در هر سه جهت تست Y از تعادل بهتری بر خوردارند (۲۷،۲۸). احتمالاً دلیل مغایرت با تحقیق حاضر، در سن، جنس، و متغیر مداخله گر دیگری چون خستگی باشد.

اکتومورف ها شاخص توده عضلانی نسبی کم و قد و وزن بالایی دارند. این افزایش ارتفاع مرکز جرم باعث دشوارتر شدن حفظ پایداری قامتی می‌گردد. از سوی دیگر افراد اندمورف به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای تعادل ضعیف‌تری نسبت به افراد مزومورف دارند. مطالعات نشان داده‌اند، افراد چاقی که توزیع نامتقارن چربی به‌ویژه در ناحیه شکم دارند بیشتر مستعد سقوط هستند (۳۱-۲۷،۲۹). پایداری قامتی بهتر افراد مزومورف ممکن است ناشی‌ از بیشتر بودن سهم عضلانی بدن در مقایسه با افراد اکتومورف و اندومورف باشد، احتمالاً جزء عضلانی غالب با کنترل پاسچر پویا ارتباط دارد و انقباضات تونیک عضلات برای حفظ قامت، نقش تعیین‌کننده‌ای دارند؛ بنابراین نتایج این تحقیق نشان داد جزء عضلانی با کنترل پاسچر ارتباط دارد و جزء اندومورفی بیشتر از اکتومورف و مزومورف دچار نقص کنترل قامتی می‌شود. هرچند که این بررسی محدودیت‌هایی از جمله عدم طراحی دستور کارهای مجزا برای هر کدام از تیپ های بدنی و عدم کنترل میزان فعالیت بدنی افراد داشت، پیشنهاد می شود در پژوهش های آینده مورد توجه پژوهشگران واقع شود.

در کل نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که تعادل پویا تحت تأثیر خستگی عملکردی و تیپ بدنی قرارگرفته و این ممکن است که افراد اندومورف در معرض خطر بالاتری از آسیب در جریان ورزش و فعالیت‌های روزمره به‌دلیل تعادل ضعیف‌تر قرار گیرند، از این رو تجویز تمرینات ویژه تعادل برای هر سه گروه تیپ‌های بدنی که تحت تاثیر خستگی قرا گرفته‌اند و تمرینات بیشتر برای افراد اندومورف قبل از شرکت در هر نوع فعالیتی بدنی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی دانشجویان شرکت کننده در این پژوهش و عزیزان که موجبات اجرای این پژوهش را فراهم آوردند صمیمانه تشکر وقدردانی می شود.

حمایت مالی

نویسندگان هیچ‌گونه حمایت مالی برای اجرای این پژوهش دریافت نکرده اند.

ملاحظات اخلاقی

همه قوانین و ملاحظات اخلاقی در اجرای پژوهش حاضر مورد توجه قرار گرفته است.

تضاد منافع

در این مقاله نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی ندارند.

References

1. Mohammadi H, Sahebozamani M, Seyfaddini MR. Effect of functional fatigue on dynamic and static balance indexes in athletes with ankle instability. Sci J Rehabil Med 2015; 4(1):63-71 (Persian).
2. Sadeghi H, Sarshin A, Abbasi A. Effect of functional fatigue on dynamic postural control. Res Sports Sci 2008; 5(1):79-94 (Persian).
3. Farsi A, Abdoli B, Baraz P. Effect of balance, strength, and combined training on the balance of the elderly women. Salmand Iran J Age 2015; 10(3):54-61 (Persian).
4. Nakano W, Fukaya T, Kobayashi S, Ohashi Y. Age effects on the control of dynamic balance during step adjustments under temporal constraints. Hum Mov Sci 2016; 47:29-37.
5. Greve JM, Cuğ M, Dülgeroğlu D, Brech GC, Alonso AC. Relationship between anthropometric factors, gender, and balance under unstable

conditions in young adults. BioMed Res Int 2013; 2013:850424.
6. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. J Athl Train 2012; 47(3):339-57.
7. Barbieri FA, dos Santos PC, Vitório R, van Dieën JH, Gobbi LT. Effect of muscle fatigue and physical activity level in motor control of the gait of young adults. Gait Posture 2013; 38(4):702-7.
8. Shojadin S, Johari K, Sadaghi H. The effect of the fatigue in lower extremity proximal and distal muscles on dynamic balance in male soccer players. Sport Med 2012; 2(2):65-80 (Persian).
9. Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. Gait Posture 1997; 6(1):76-84.
10. Lee AJ, Lin WH. The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. J Appl Biomech 2007; 23(3):173-9.
11. Steib S, Hentschke C, Welsch G, Pfeifer K, Zech A. Effects of fatiguing treadmill running on sensorimotor control in athletes with and without functional ankle instability. Clin Biomech 2013; 28(7):790-5.
12. Letafatkar K, Alizade MH, Kordi MR. Effect of muscle fatigue caused by an exhaustive activity on static and dynamic balance in male athletes in the eyes open and closed. Sports Sci Res 2010; 26:33-48 (Persian).
13. Silva CA, dos Santos Mendes D, Oliveira E, Almeida HA, Ascenso RM. BodyShifter–Software to determine and optimize an individual's somatotype. Proc Technol 2014; 16:1456-61.
14. Samaei A, Bakhtiary AH, Hajihasani A. Endomorphs show higher postural sway than other somatotypes subjects. Middle East J Rehabil Health 2014; 1(2):e23470.
15. Ahmadi R, Daneshmandi H. The relationship between intelligent quotient with dynamic balance in intellectual disability children. Except Educ 2015; 2(130):31-6 (Persian).
16. McMullen KL, Cosby NL, Hertel J, Ingersoll CD, Hart JM. Lower extremity neuromuscular control immediately after fatiguing hip-abduction exercise. J Athl Train 20011; 46(6):607-14.
17. Baghbani Naghdehi F. The effect of fatigue on dynamic balance of functional and comparing both groups of athletes and nonathletic. [Master Thesis]. Tehran, Iran: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran; 2010.
18. Negahban H, Etemadi M, Naghibi S, Emrani A, Shaterzadeh Yazdi MJ, Salehi R, et al. The effects of muscle fatigue on dynamic standing balance in people with and without patellofemoral pain syndrome. Gait Posture 2013; 37(3):336-9.
19. Wilmore JH, Costill DL, Gleim GW. Physiology of sport and exercise. Med Sci Sports Exerc 1995; 27(5):792.
20. Carter JE. The Heath-Carter anthropometric somatotype instruction manual. San Diego, USA: Department of Exercise and Nutritional Sciences; 2002.
21. Thacker SB, Stroup DF, Branche CM, Gilchrist J. Prevention of knee injuries in sports: a systemic review of the literature. J Sports Med Phys Fitness 2003; 43(2):165.
22. Oliveira CC, Lee A, Granger CL, Miller KJ, Irving LB, Denehy L. Postural control and fear of falling assessment in people with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review of instruments, international classification of functioning, disability and health linkage, and measurement properties. Arch Phys Med Rehabil 2013; 94(9):1784-99.
23. Owen JL, Campbell S, Falkner SJ, Bialkowski C, Ward AT. Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes without previous ACL injury? Phys Ther 2006; 86(10):1436-40.
24. Berg K, Latin RW, Coffey C. Relationship of somatotype and physical characteristics to distance running performance in middle age runners. J Sports Med Phys Fitness 1998; 38(3):253-7.
25. van Someren KA, Palmer GS. Prediction of 200-m sprint kayaking performance. Can J Appl Physiol 2003; 28(4):505-17.
26. Farenc I, Rougier P, Berger L. The influence of gender and body characteristics on upright stance. Ann Hum Biol 2003; 30(3):279-94.
27. Ortiz A, Olson SL, Etnyre B, Trudelle-Jackson EE, Bartlett W, Venegas-Rios HL. Fatigue effects on knee joint stability during two jump tasks in women. J Strength Cond Res 2010; 24(4):1019-27.
28. Kaivan M. Relationship between body type with active and passive postural control women and adolescents, young and middle-aged. [Master Thesis]. Isfahan, Iran: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan; 2012. P. 120-3 (Persian).
29. Allard P, Nault ML, Hinse S, LeBlanc R, Labelle H. Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. Ann Hum Biol

2001; 28(6):624-33.
30. Arazi H, Hosseini R, Akhlaghi S, Mohammadi F. The status of body mass index and physical fitness in staff of relief and rescue organization in Guilan Province, Iran. Tabari J Prev Med 2016; 2(1):59-67.
31. Hosseini R. The effect of survival core stabilization training on static and dynamic balance among adolescent girls with respect to morphology. [Master Thesis]. Mashhad, Iran: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad; 2011.