

Comparison of static and dynamic balance in amateur male athletes

Foad Feizolahi¹, Mohammad-Ali Azarbayjani^{2*}

1. Phd Student of Exercise Physiology, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran,
2. Exercise Physiology Department, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.
(Corresponding author) ali.azarbayjani@gmail.com

Article received on: 2014.2.24

Article accepted on: 2014.8.28

ABSTRACT

Background and Aim: Since training adaptations follows specificity principle, balance may be different in various sports. The aim of this study was to investigate the balance specificity.

Materials and Methods: The participants were 72 male collegiate that competed in Iranian Students Sport Olympiad. Subjects were selected from football, wrestling, gymnastics, martial arts and weightlifting sports. All subjects were ready for testing at 2 pm in various sports groups in six consecutive days. After 5-minute warm-up and doing stretching exercises, static and dynamic balance tests were done by 'Balance Error Scoring System' (SEBT) and 'Y Balance test' (YBT), respectively.

Results: The results of one-way ANOVA and Tukey TEST analyses showed that Gymnastics topped the groups in static balance scoring 7.87 ± 3.11 , followed by martial arts (10.12 ± 1.62); soccer (14.16 ± 4.79); Wrestling (18.12 ± 6.20); Basketball (19.12 ± 2.34), and Weight lifting (20.25 ± 2.03). The differences between Basketball-Weight lifting; basketball-Wrestling; Soccer-Wrestling; Soccer-martial arts; Weight lifting-Wrestling; and martial arts-Gymnastics were not significant. The same analyses results for the dynamic balance ranked martial arts (352.10 ± 20.82); Wrestling (342.81 ± 15.28); Soccer (338.75 ± 19.55); Gymnastics (333.46 ± 18.45); Weight lifting (309.84 ± 4.89), and basketball (289.27 ± 10.76). The differences between Soccer-Wrestling; Soccer- martial arts; Soccer-Gymnastics; Wrestling- martial arts; Wrestling-Gymnastics, and martial arts-Gymnastics were not significant ($\alpha = 0/05$).

Conclusion: The present study showed that balance performance similar to lots of other exercise performances is specific to the sport type.

Key Words: balance, sport specificity, neuromuscular adaptation, proprioception.

Cite this article as: Foad Feizolahi, Mohammad-Ali Azarbayjani. Comparison of static and dynamic balance in amateur male athletes. J Rehab Med. 2015; 3(4): 89-98.

مقایسه تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران مرد آماتور

فواد فیض‌الهی^۱، دکتر محمدعلی آذربایجانی^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
۲. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

چکیده

مقدمه و اهداف

از آنجا که سازگاری‌های تمرینی از اصل ویژگی پیروی می‌کنند؛ ممکن است تعادل در رشته‌های مختلف ورزشی تفاوت داشته باشد. لذا هدف از این مطالعه بررسی ویژگی تعادل بود.

مواد و روش‌ها

۷۲ دانشجوی مرد شرکت کننده در المپیک دانشجویان کشور آزمودنی‌های این مطالعه را تشکیل دادند. این آزمودنی‌ها از رشته‌های فوتبال، بسکتبال، کشتی، ژیمناستیک، هنرهای رزمی و وزنه برداری انتخاب شدند. همه آزمودنی‌ها در ساعت ۱۴ و به صورت گروه‌های ورزشی مختلف در ۶ روز متوالی، در محل برگزاری آزمون آماده شدند. پس از ۵ دقیقه گرم کردن و انجام حرکات کششی، آزمون‌های تعادل ایستا با استفاده از سیستم امتیازدهی خطای تعادل و تعادل پویا به وسیله دستگاه تعادلی وای انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون‌های تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون توکی نشان داد که از نظر تعادل ایستا رشته ژیمناستیک از همه رشته‌ها بهتر بود و پس از ژیمناستیک، ورزشکاران رشته‌های ورزشی رزمی، فوتبال، کشتی، وزنه برداری و بسکتبال، به ترتیب نمرات بهتری را کسب کردند؛ با این وضع، اختلاف بین رشته‌های بسکتبال- وزنه برداری، بسکتبال- کشتی، فوتبال- کشتی، فوتبال- رزمی، وزنه برداری- کشتی و رزمی- ژیمناستیک معنی‌دار نبود و از نظر تعادل پویا به ترتیب رزمی، کشتی، فوتبال، ژیمناستیک، وزنه برداری و بسکتبال قرار داشتند؛ اگرچه این اختلاف بین گروه‌های ورزشی فوتبال- کشتی، فوتبال- رزمی، فوتبال- ژیمناستیک، کشتی- رزمی، کشتی- ژیمناستیک و گنگ- ژیمناستیک معنی‌دار نبود.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد تعادل نیز همانند بسیاری از عملکردهای ورزشی اختصاصی بوده و تابعی از نوع رشته ورزشی می‌باشد.

واژگان کلیدی

تعادل، اصل ویژگی، سازگاری‌های عصبی- عضلانی، گیرنده‌های عمقی.

پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۶/۵ *

* دریافت مقاله ۱۳۹۲/۱۲/۵

نویسنده مسئول: دکتر محمدعلی آذربایجانی. تهران، میدان صنعت، خیابان ایران زمین، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

آدرس الکترونیکی: m_azarbayjani@iauctb.ac.ir

مقدمه و اهداف

یکی از اجزاء جداناپذیر و کلید بسیاری از فعالیت‌های روزانه و مهارت‌های ورزشی، تعادل می‌باشد^[۱،۲]. تعادل را می‌توان به صورت ایستا (توانایی ماندن در یک حالت پایه با کمترین حرکت) و پویا (توانایی اجرای یک کار در حالتی که وضعیت پایدار بماند) تعریف نمود^[۳]؛ که عوامل مختلفی شامل اطلاعات حسی دریافت شده از گیرنده‌های عمقی، بینایی، سیستم دهلیزی^[۴] و پاسخ‌های حرکتی که از هماهنگی^[۵]، دامنه حرکتی^[۶] و قدرت تاثیر می‌پذیرند؛ بر آن اثر می‌گذارند^[۷-۴]. به عبارتی یک کار تعادلی به یک پارچگی دروندادهای حاصل از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و گیرنده‌های عمقی و توانایی خلق ترکیب درستی از پاسخ‌های حرکتی به منظور کنترل مرکز ثقل^[۴] نیاز دارد^[۸] و مطالعات نشان داده‌است که تغییرات در هردو سیستم حسی و حرکتی بر اجرای تعادل تاثیر می‌گذارند^[۹].

این نظریه که تمرین باعث افزایش تعادل می‌شود، به امری بدیهی مبدل شده است و همانطور که دیده می‌شود گستردگی نوع تمرینات ورزشی مانند ویریشن، تای چی، هاکی و ... که ادعا می‌کند بر افزایش تعادل تاثیر دارد؛ بسیار زیادند^[۹]. از این رو اغلب مربیان تمریناتی برای افزایش کنترل قامت^[۵] یا تعادل، به منظور بهبود عملکرد و شاید کاهش خطر آسیب دیدگی تجویز می‌کنند^[۱۰]. از این گذشته تکلیف‌های تعادلی روی یک پا به شکلی که به تدریج درگیر شدن سیستم تعادل را از طریق تغییر سطح اتکا^[۶] افزایش می‌دهند، نمونه‌هایی از تمریناتی هستند که پس از اسپرین مچ پا در ورزشکاران، تعادل را بهبود می‌بخشند^[۱۱،۱۲].

اگرچه نوع تارهای عضلانی به شکل خیلی زیادی از طریق وراثت تعیین می‌شود، اما همانطور که انتظار می‌رود تمرین باعث به وجود آمدن تغییراتی در ظرفیت و ساختار سلول‌ها و همچنین سازگاری‌هایی در ساختارهای عصبی-عضلانی ورزشکاران می‌شود که فعالیت‌های بازتابی و اختیاری آن‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد^[۱۳،۱۴]. تحقیقات نشان داده‌اند تفاوت‌هایی بین گیرنده‌های عمقی^[۷] مچ پا و زانوی ورزشکاران و گروه کنترل وجود دارد و احتمالاً شرکت در فعالیت‌های ورزشی ممکن است از طریق درگیر کردن سیستم حسی- حرکتی، تعادل را بهبود بخشد^[۱۵،۱۶]. در مورد نوع تمرین و شدت و مدت آن، نظریات مختلفی وجود دارد. بعضی شواهد در ادبیات موجود بیان می‌کنند که ممکن است تمرین در شدت بالا اثرات بیشتری بر تعادل نسبت به شدت‌های پایین داشته باشد و حجم و قدرت عضلانی را بیشتر از شدت‌های پایین افزایش دهد^[۱۷] اما برخی مطالعات دیگر بیان می‌کنند که شدت‌های پایین‌تر تأثیر بیشتری بر تعادل دارند^[۱۸]. به هرحال تمرین می‌تواند بر عوامل عصبی-عضلانی، مکانیکی و بر تولید نیروی عضلانی و عملکردهای ورزشکاران تاثیر گذار باشد^[۱۴].

ژیمناست‌ها اغلب اجزای جهشی و مانورهای زمینی را به خوبی و با پای برهنه بر روی سطوح با درجات سختی مختلف اجرا می‌کنند. برخی از مهارت‌های آن‌ها به قدرت زیاد و گاهی اوقات دامنه حرکتی بسیار زیاد مفصل نیاز دارد^[۱۹]. در مقابل، بسکتبالیست‌ها اغلب مهارت‌هایی مانند پاس، شوت و دریبل را با اندام فوقانی انجام می‌دهند در حالی که بر روی سطوح صاف و سخت کفش پوشیده‌اند. مهارت‌های آن‌ها به شتاب زیاد مفصل هنگام پرش و فرود و مانورهای ناگهانی و سریع نیاز دارد^[۲۰]. فوتبالیست‌ها اغلب مهارت‌هایی مانند پاس، شوت و دریبل را با اندام تحتانی اجرا می‌کنند در حالی که کفش‌های میخ دار یا بدون میخ را در شرایط مختلف زمین چمن می‌پوشند^[۲۱]. رزمی کاران در دو وضعیت مبارزه با حریف یا اجرای حرکات نمایشی و تمرین مهارت‌های مربوطه، هم زمان مهارت‌هایی را با اندام‌های فوقانی و تحتانی با پای برهنه و بر روی سطوح سخت اجرا می‌نمایند. آنها اغلب باید به گونه‌ای مناسب، تعادل خود را حین اجرای سریع و پرشتاب مهارت‌ها حفظ نمایند^[۲۲]. وزنه برداران به بلند کردن وزنه‌های سنگین و حرکات انفجاری و کوتاه مدت با پوشیدن کفش و بر روی سکو می‌پردازند. انجام اینگونه مهارت‌ها به تمرکز زیاد و سازگاری عصبی-عضلانی مناسب جهت حفظ فعال مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا در راستای عمودی و افقی نیاز دارد^[۲۳]. در ورزش کشتی، ورزشکاران درحالی که بدن را از مفاصل مختلف مانند زانو، ران و تنه خم کرده‌اند؛ مرکز ثقل خود را پایین آورده و سعی در حفظ هرچه بیشتر تعادل، انجام حرکات سریع و انفجاری و جابجا کردن وزن حریف دارند. ورزش کشتی با پوشیدن کفش مخصوص و بر روی تشک کشتی انجام می‌شود^[۲۴]. همانطور که دیده می‌شود شرایط تمرین در رشته‌های ورزشی مختلف، متفاوت است که ممکن است منجر به سازگاری‌های متفاوتی در اثر تمرینات شود. در برخی از تحقیقات گذشته تفاوت‌های عملکردی و درگیری‌های عصبی-عضلانی متفاوت بین رشته‌های مختلف ورزشی بیان شده است. آن‌ها بیان می‌کنند که در مقایسه با بسکتبالیست‌ها؛ فوتبالیست‌ها و ژیمناست‌ها نیروهای بیشتری را در برخی از

41 Vestibular system

42 coordination

43 Range of motion

44 Center of mass

45 Control posture

46 Base of support

47 proprioception

فعالیت‌ها و مهارت‌ها تجربه می‌کنند [۲۵،۲۰]. بنابراین ممکن است به علت تفاوت موجود در قدرت و به کارگیری‌های مختلف اندام‌ها و فشارهای مختلف وارده بر مفصل، ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی در آزمون‌های تعادلی، نمرات مختلفی کسب کنند [۱۰]. مطالعات انجام شده در مورد بررسی اختصاصی بودن یا عدم اختصاصی بودن تعادل بسیار کم و انگشت شمار می‌باشند [۱۰]. عملکردهای ورزشی که تعادل را تحت تاثیر قرار می‌دهند [۴-۷]، در رشته‌های مختلف ورزشی تغییر می‌کنند [۱۴] و با توجه به اختلافات موجود بین مهارت‌ها و شرایط انجام آن‌ها در رشته‌های مختلف ورزشی و اثر آن‌ها بر نحوه کنترل تعادل، به نظر می‌رسد هنوز پاسخی برای اختصاصی بودن یا عدم اختصاصی بودن تعادل وجود نداشته باشد [۱۰]. در بیشتر مطالعات انجام شده، اثر یک رشته ورزشی در شرایط مختلف بررسی شده است یا تعادل را در دو یا سه رشته مورد مقایسه قرار داده‌اند و به نظر می‌رسد به منظور بررسی فرضیه ویژه بودن تعادل به صورت مشخص‌تر، به بررسی تعادل در میان رشته‌های ورزشی بیشتری نیاز باشد. لذا این تحقیق با هدف مقایسه تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران مرد آماتور انجام شد، با امید آنکه نتایج حاصل بتواند ورزشکاران، مربیان و درمانگرانی را که به ارزیابی و تجویز تمرینات تعادلی در رشته‌های مختلف ورزشی می‌پردازند، یاری رساند و جهت انجام دقیق برنامه‌های تمرینی درک روشن‌تری به آنها ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: آزمودنی‌های این مطالعه را دانشجویان مرد (۱۸ تا ۲۵ سال) شرکت کننده در المپیاد ورزشی دانشجویان کشور تشکیل دادند. پس از توضیح در مورد جنبه‌های مختلف تحقیق، ۱۲ آزمودنی از هر رشته ورزشی (مجموعاً ۷۲ نفر) برای شرکت در این مطالعه داوطلب شدند که اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن و طول اندام تحتانی هر یک از گروه‌های ورزشی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: اطلاعات مربوط به میانگین سن و طول اندام تحتانی گروه‌های ورزشی (n=۷۲)

| رشته ورزشی* | میانگین سن بر حسب سال | میانگین قد بر حسب سانتی متر | میانگین وزن بر حسب کیلوگرم | میانگین طول دو اندام تحتانی بر حسب سانتی متر |
|-------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|--|
| فوتبال | ۲۰/۶۶ ± ۱/۶۷ | ۱۷۸/۸۳ ± ۶/۸۴ | ۶۵/۸۳ ± ۱/۶۷ | ۹۱/۱۶ ± ۵/۲۵ |
| بسکتبال | ۲۴/۰۰ ± ۱/۲۸ | ۱۹۲/۲۵ ± ۵/۴۴ | ۹۰/۵۰ ± ۷/۹۷ | ۱۰۶/۹۲ ± ۲/۶۴ |
| ژیمناستیک | ۱۹/۷۵ ± ۱/۵۴ | ۱۷۴/۰۰ ± ۷/۱۲ | ۶۱/۷۵ ± ۴/۲۶ | ۹۰/۵۰ ± ۳/۲۰ |
| کشتی | ۱۹/۵۰ ± ۱/۷۳ | ۱۷۰/۲۵ ± ۵/۲۹ | ۶۱/۲۵ ± ۴/۷۵ | ۸۷/۰۰ ± ۳/۰۴ |
| رزمی | ۲۱/۵۰ ± ۲/۱۵ | ۱۷۷/۰۰ ± ۶/۱۳ | ۶۷/۶۶ ± ۷/۴۹ | ۹۲/۹۱ ± ۴/۸۸ |
| وزنه برداری | ۲۳/۰۰ ± ۱/۶۵ | ۱۷۴/۵۰ ± ۴/۹۸ | ۸۷/۷۵ ± ۸/۹۶ | ۹۱/۷۵ ± ۴/۶۳ |

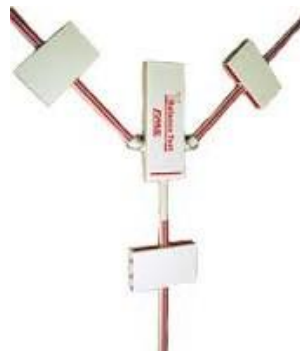
* اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

هیچ کدام از شرکت کنندگان سابقه آسیبی که بر تعادل تاثیر داشته باشد مانند آسیب شدید اندام تحتانی، سیستم دهلیزی، بینایی و سر در طول ۱۲ هفته گذشته نداشتند. آزمودنی‌های شرکت کننده در این آزمون در طول سه سال گذشته فقط در یک رشته ورزشی فعالیت داشتند و یا در برنامه‌های تمرین تعادل غیر از رشته ورزشی خود شرکت نکرده بودند. این اطلاعات با استفاده از پرسشنامه محقق ساخته اطلاعات فردی و سابقه آسیب جمع‌آوری شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که شب قبل از آزمون خواب کاملی داشته باشند و تا دو ساعت قبل از آزمون از خوردن، آشامیدن و انجام فعالیت بدنی بپرهیزند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها شرح کاملی از اهداف و روش تحقیق به آن‌ها داده شد و از آن‌ها خواسته شد رضایت‌نامه کتبی شرکت در پژوهش را تکمیل نمایند.

روش کار: از شرکت کنندگان خواسته شد به صورت گروه‌های ورزشی مختلف و در روزهای مشخص شده برای انجام آزمون‌های تعادل ایستا، پویا و اندازه‌گیری طول اندام تحتانی در محل جمع‌آوری داده‌ها حضور یابند. از آنجا که ممکن است تعادل در زمان‌های مختلف روز تغییر کند [۸]، از شرکت کنندگان خواسته شد در ساعت ۱۴/۰۰ حاضر شوند و تا ۲ ساعت قبل از آزمون از خوردن، آشامیدن و انجام فعالیت بدنی بپرهیزند. برای اندازه‌گیری طول اندام تحتانی از متر نواری (در حد میلی‌متر) استفاده شد که این طول شامل فاصله خار خاصه فوقانی - قدامی تا قوزک داخلی پا می‌شد [۱۰]. طول هردو پا اندازه‌گیری شد و پای برتر با استفاده از این اطلاعات که آزمودنی با کدام پا تمایل بیشتری برای زدن شوت فوتبال دارد، تعیین شد [۱۰].

وسایل اندازه گیری: نمونه‌ای از آزمون‌های عملکردی ایستا، آزمون سیستم امتیاز دهی خطای تعادل (BESS) است که اولین بار به وسیله Riemann مورد استفاده قرار گرفت^[۲۶]! محققان پایایی درون آزمونی بالا (ضریب همبستگی درون گروهی = $0/78-0/96$) و اعتبار متوسط به بالایی ($r = 0/49-0/79$) را برای آزمون BESS گزارش کردند^[۱۰]. برای این آزمون از یک سطح نا پایدار با اندازه‌های $6 \times 41 \times 50$ سانتی متر که از جنس فوم تشکیل می‌شود، و یک سطح پایدار که از یک لایه نازک فرش تشکیل می‌شود، استفاده می‌گردد^[۱۰].

نمونه‌ای از آزمون عملکردی پویا نیز آزمون تعادلی وای^{۴۸} (Y) می‌باشد که توسط Plisky و Hertel به عنوان اصلاح شده آزمون تعادلی گردش روی ستاره^{۴۹} (SEBT) معرفی شد^[۲۷،۲۸]. محققان پایایی درون آزمونی عالی ($p \leq 0/01$ و $ICC = 0/88-0/99$) را گزارش کردند^[۲۷]. دستگاه به کار گرفته برای این آزمون از یک صفحه و سه میله متصل به آن تشکیل شده است که سه جهت شامل قدمی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی را تشکیل می‌دهند. زاویه بین جهت قدمی با هریک از دو جهت دیگر مساوی 135° درجه و زاویه بین دو جهت خلفی-داخلی و خلفی-خارجی مساوی 90° درجه می‌باشد. هر یک از میله‌ها به اندازه 120 سانتی‌متر مدرج شده و بر روی هر میله یک نشانگر قرار می‌گیرد (شکل ۱).



تصویر ۱. دستگاه تعادلی Y.

شیوه اجرای کار: در آزمون BESS، تعادل ایستای هر آزمودنی بر روی دو سطح پایدار و نا پایدار، در سه وضعیت مختلف و بر روی دو پای برتر و غیر برتر اجرا می‌شود. سه وضعیت بدنی شامل حالت ایستاده روی دو پا به صورت جفت شده، ایستاده روی یک پا با فلکشن 90° درجه زانوی پای دیگر (یک بار روی پای برتر یک بار روی پای غیر برتر می‌ایستد) و قرارگیری دو پا پشت سر هم در یک خط (یک بار پای برتر جلو و یک بار پای غیر برتر جلو) می‌باشد. بطور کلی آزمودنی در پنج وضعیت روی سطح ناپایدار و پنج وضعیت روی سطح پایدار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که مجموعاً 10 حالت مختلف را تشکیل می‌دهد و حالت ایستاده بر روی دو پا به صورت جفت برای پای برتر و غیر برتر تکرار نمی‌شود. آزمودنی در وضعیت چشم‌های بسته و دست‌ها روی کمر هر وضعیت را 20 ثانیه حفظ می‌کند و آزمونگر خطای او را ثبت می‌کند. در صورت وقوع هریک از رویدادهای زیر هنگام حفظ تعادل برای آزمودنی یک امتیاز منفی ثبت می‌گردد^[۱۰]. ۱- باز کردن چشم‌ها. ۲- برداشتن دست‌ها از روی کمر. ۳- زمین گذاشتن پای که در زمان ایستادن روی یک پا از زمین بلند شده است. ۴- گام برداشتن، لی زدن یا هرگونه حرکت پا یا پاهای اتکا. ۵- بلند کردن پنجه یا پاشنه‌ی پا. ۶- فلکشن یا آبداکشن بیشتر از 30° درجه در لگن (ران). ۷- ماندن بیش از 5 ثانیه در حالت خارج از وضعیت استاندارد.

برای آزمون تعادلی وای، آزمودنی هم با پای برتر و هم با پای غیر برتر (بصورت تک پا) در صفحه تلاقی سه جهت می‌ایستد و تا آنجا که مرتکب خطا نشود (پا از صفحه تلاقی سه جهت حرکت نکند، روی پای که عمل دستیابی انجام می‌دهد تکیه نکند یا شخص نیفتد) با پای دیگر در جهتی که آزمونگر بصورت تصادفی تعیین می‌کند، عمل دستیابی را از طریق حرکت نشانگرها انجام می‌دهد و به حالت طبیعی روی دو پا باز می‌گردد و فاصله‌ای را که آزمودنی نشانگر را جابجا کرده است به عنوان فاصله دستیابی او ثبت می‌شود. پس از گرم کردن و اجرای حرکات کششی، 180 ثانیه به آزمودنی‌ها اجازه داده می‌شود که بر روی دستگاه جهت‌های دسترسی را تمرین کنند. سپس هر آزمودنی هر یک از جهت‌ها را سه بار انجام می‌دهد و بین هر کدام از تلاش‌ها 120 ثانیه فرصت برای استراحت داده می‌شود و در نهایت فاصله‌های دسترسی در هر سه جهت ثبت می‌گردد^[۲۷].

⁴⁸ Y balance test

⁴⁹ Star excursion balance test

تحلیل داده‌ها: تمامی نمرات به وسیله یک آزمونگر ثبت شد. نمرات خطا در سیستم امتیاز دهی خطای تعادل (BESS) برای هر عضو جمع شدند. در آزمون تعادلی وای نیز میانگین مسافت دسترسی در هر جهت برای پای برتر و پای غیر برتر محاسبه شد و بر حسب طول پا نرمالایز شدند (درصد مسافت دسترسی بر حسب طول پا = $100 \times \text{طول پا} / \text{مسافت دسترسی}$)^{۱۰}. در نهایت برای کاهش تعداد آزمون‌های آماری و به حداقل رساندن خطای نوع اول، میانگین تعداد خطا و مسافت دسترسی برای هر دو عضو محاسبه شد^{۱۰}.

طرح آماری: ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. داده‌ها به صورت جداگانه برای تعادل ایستا و پویا با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس یک طرفه^{۵۰} برای گروه‌های مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار، جهت تعیین محل تفاوت از آزمون تعقیبی توکی^{۵۱} استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام محاسبات $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (version 16.0, SPSS Inc) انجام شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد بین نمرات تعادل ایستای گروه‌های مختلف ورزشی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F(5,66) = 22/328$ $p \leq 0.01$) (جدول ۲).

جدول ۲: میانگین خطاهای بدست آمده از سیستم امتیاز دهی خطای تعادل برای گروه‌های مختلف ورزشی (n=۷۲)

| رشته ورزشی* | میانگین خطا برای پای برتر | میانگین خطا برای پای غیر برتر | میانگین خطا برای هر دو عضو |
|-------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| بسکتبال | ۱۸/۰۰ ± ۲/۶۶ | ۲۰/۲۵ ± ۲/۵۹ | ۱۹/۱۲ ± ۲/۳۴ |
| فوتبال | ۱۳/۶۶ ± ۶/۳۷ | ۱۴/۶۶ ± ۴/۲۰ | ۱۴/۱۶ ± ۴/۷۹ |
| وزنه برداری | ۲۰/۵۰ ± ۳/۵۰ | ۲۰/۰۰ ± ۱/۲۷ | ۲۰/۲۵ ± ۲/۰۳ |
| کشتی | ۲۰/۲۵ ± ۸/۱۳ | ۱۶/۰۰ ± ۵/۶۲ | ۱۸/۱۲ ± ۶/۲۰ |
| رزمی | ۱۱/۰۰ ± ۱/۲۷ | ۹/۲۵ ± ۲/۱۳ | ۱۰/۱۲ ± ۱/۶۲ |
| ژیمناستیک | ۷/۵۰ ± ۲/۷۱ | ۸/۲۵ ± ۳/۵۷ | ۷/۸۷ ± ۳/۱۱ |

* اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

آزمون تعقیبی توکی نشان داد اختلاف میانگین بین گروه‌های بسکتبال و فوتبال، بسکتبال و رزمی، بسکتبال و ژیمناستیک، فوتبال و وزنه برداری، فوتبال و ژیمناستیک، وزنه برداری و رزمی، وزنه برداری و ژیمناستیک، کشتی و رزمی و همچنین رزمی و ژیمناستیک در سطح 0.05 معنی‌دار بود. در حالی که در میانگین بین دیگر جفت‌های گروه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه میانگین خطاهای گروه‌های مختلف ورزشی با استفاده از آزمون تعقیبی توکی (n=۷۲)

| P | M ± SD | رشته ورزشی | M ± SD | رشته ورزشی* |
|-------|----------------|-------------|--------------|-------------|
| ۰/۰۲۱ | ۱۴/۱۶ ± ۴/۷۹ † | فوتبال | ۱۹/۱۲ ± ۲/۳۴ | بسکتبال |
| ۰/۹۷۶ | ۲۰/۲۵ ± ۲/۰۳ | وزنه برداری | | |
| ۰/۹۸۶ | ۱۸/۱۲ ± ۶/۲۰ | کشتی | | |
| ۰/۰۰۰ | ۱۰/۱۲ ± ۱/۶۲ † | رزمی | | |
| ۰/۰۰۰ | ۷/۸۷ ± ۳/۱۱ † | ژیمناستیک | ۱۴/۱۶ ± ۴/۷۹ | فوتبال |
| ۰/۰۰۲ | ۲۰/۲۵ ± ۲/۰۳ † | وزنه برداری | | |
| ۰/۱۱۲ | ۱۸/۱۲ ± ۶/۲۰ | کشتی | | |
| ۰/۰۹۹ | ۱۰/۱۲ ± ۱/۶۲ | رزمی | | |
| ۰/۰۰۱ | ۷/۸۷ ± ۳/۱۱ † | ژیمناستیک | ۲۰/۲۵ ± ۲/۰۳ | وزنه برداری |
| ۰/۷۳۰ | ۱۸/۱۲ ± ۶/۲۰ | کشتی | | |
| ۰/۰۰۰ | ۱۰/۱۲ ± ۱/۶۲ † | رزمی | | |

⁵⁰ One-way ANOVA

⁵¹ Tukey

| | | | | |
|-------|----------------|-----------|--------------|------|
| ۰/۰۰۰ | ۷/۸۷ ± ۳/۱۱ † | ژیمناستیک | | |
| ۰/۰۰۰ | ۱۰/۱۲ ± ۱/۶۲ † | رزمی | ۱۸/۱۲ ± ۶/۲۰ | کشتی |
| ۰/۰۰۰ | ۷/۸۷ ± ۳/۱۱ † | ژیمناستیک | | |
| ۰/۶۸۰ | ۷/۸۷ ± ۳/۱۱ | ژیمناستیک | ۱۰/۱۲ ± ۱/۶۲ | رزمی |

* اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.
 † نشان دهنده اختلاف معنی دار بین جفت گروه های مورد مقایسه در سطح آلفای ۰/۰۵ می باشد.

برای آزمون تعادلی پویا، مجموع فاصله دسترسی برای هر کدام از پاها محاسبه شده و سپس میانگین آنها محاسبه شد (جدول ۴).

جدول ۴: میانگین مسافت دسترسی به وسیله پای برتر و غیر برتر با استفاده از آزمون تعادلی وای (n=۷۲)^{۵۲}

| M ± SD | رشته ورزشی* |
|----------------|-------------|
| ۲۸۹/۲۷ ± ۱۰/۷۶ | بسکتبال |
| ۳۳۸/۷۵ ± ۱۹/۵۵ | فوتبال |
| ۳۰۹/۸۴ ± ۴/۸۹ | وزنه برداری |
| ۳۴۲/۸۱ ± ۱۵/۲۸ | کشتی |
| ۳۵۲/۱۰ ± ۲۰/۸۲ | رزمی |
| ۳۳۳/۴۶ ± ۱۸/۴۵ | ژیمناستیک |

* اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

نتایج نشان داد بین نمرات تعادل پویای گروه های مختلف ورزشی اختلاف معنی داری وجود دارد ($F(5,66)=۲۶/۱۰۷, p \leq ۰/۰۰۱$) (آزمون توکی نشان داد اختلاف میانگین بین گروه های فوتبال و کشتی، فوتبال و رزمی، فوتبال و ژیمناستیک، کشتی و رزمی، کشتی و ژیمناستیک و همچنین رزمی و ژیمناستیک در سطح ۰/۰۵ معنی دار نمی باشد. در حالی که در میانگین بین دیگر جفت های گروه اختلاف معنی دار مشاهده می شود (جدول ۵).

جدول ۵: مقایسه مسافت دسترسی گروه های مختلف ورزشی با استفاده از آزمون تعقیبی توکی (n=۷۲)

| P | M ± SD | رشته ورزشی | M ± SD | رشته ورزشی* |
|-------|------------------|-------------|----------------|-------------|
| ۰/۰۰۰ | ۳۳۸/۷۵ ± ۱۹/۵۵ † | فوتبال | ۲۸۹/۲۷ ± ۱۰/۷۶ | بسکتبال |
| ۰/۰۲۸ | ۳۰۹/۸۴ ± ۴/۸۹ † | وزنه برداری | | |
| ۰/۰۰۰ | ۳۴۲/۸۱ ± ۱۵/۲۸ † | کشتی | | |
| ۰/۰۰۰ | ۳۵۲/۱۰ ± ۲۰/۸۲ † | رزمی | | |
| ۰/۰۰۰ | ۳۳۳/۴۶ ± ۱۸/۴۵ † | ژیمناستیک | ۳۳۸/۷۵ ± ۱۹/۵۵ | فوتبال |
| ۰/۰۰۰ | ۳۰۹/۸۴ ± ۴/۸۹ † | وزنه برداری | | |
| ۰/۹۸۹ | ۳۴۲/۸۱ ± ۱۵/۲۸ | کشتی | | |
| ۰/۳۲۷ | ۳۵۲/۱۰ ± ۲۰/۸۲ | رزمی | | |
| ۰/۹۶۵ | ۳۳۳/۴۶ ± ۱۸/۴۵ | ژیمناستیک | ۳۰۹/۸۴ ± ۴/۸۹ | وزنه برداری |
| ۰/۰۰۰ | ۳۴۲/۸۱ ± ۱۵/۲۸ † | کشتی | | |
| ۰/۰۰۰ | ۳۵۲/۱۰ ± ۲۰/۸۲ † | رزمی | | |
| ۰/۰۰۷ | ۳۳۳/۴۶ ± ۱۸/۴۵ † | ژیمناستیک | | |
| ۰/۷۱۲ | ۳۵۲/۱۰ ± ۲۰/۸۲ | رزمی | ۳۴۲/۸۱ ± ۱۵/۲۸ | کشتی |
| ۰/۷۰۶ | ۳۳۳/۴۶ ± ۱۸/۴۵ | ژیمناستیک | | |
| ۰/۰۶۱ | ۳۳۳/۴۶ ± ۱۸/۴۵ | ژیمناستیک | ۳۵۲/۱۰ ± ۲۰/۸۲ | رزمی |

⁵² Y balance test

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه فرض شد که ممکن است تعادل ایستا و پویا در میان ورزشکاران دانشگاهی رقابت کرده در رشته های ورزشی مختلف متفاوت باشد. نتایج نشان داد که تعادل ایستای ژیمناستیک کارها بهتر از سایر رشته ها بود اگرچه این اختلاف بین رشته ژیمناستیک و رزمی معنی دار نبود. بدترین عملکرد در تعادل ایستا و در میان رشته های ورزشی انتخاب شده مربوط به گروه وزنه برداری می شد. با این وجود، اختلاف تعادل ایستا بین گروه های وزنه برداری و کشتی و ژیمناستیک معنی دار نبود. از نظر تعادل ایستا، رشته های ژیمناستیک، رزمی، فوتبال، کشتی، بسکتبال و وزنه برداری به ترتیب از تعادل بیشتر به سمت تعادل کمتر قرار گرفتند. در تعادل پویا نیز بدترین عملکرد مربوط به گروه بسکتبال و بهترین عملکرد مربوط به گروه رزمی بود اگرچه با گروه های ژیمناستیک، کشتی و فوتبال اختلاف معنی داری نداشت. ترتیب قرار گیری تعادل پویا نیز به صورت رزمی، کشتی، فوتبال، ژیمناستیک، وزنه برداری و بسکتبال بود.

اگرچه این عقیده که ورزش باعث بهبود تعادل می شود؛ جدید نیست^[۱۶،۱۵]. اما مطالعه انجام شده این دانش را که تعادل مانند سایر عملکردهای ورزشی در هر رشته ویژگی دارد را توسعه می دهد^[۱۰] و پیشنهاد می کند که هر رشته ورزشی به شکل خاص خود سیستم حسی-حرکتی را درگیر می کند که باعث به وجود آمدن سازگاری های خاص عصبی-عضلانی آن رشته شده و تعادل را به صورت ویژه در برابر بحث عمومیت تعادل در رشته های ورزشی توسعه می دهد.

مطالعات انجام شده در این زمینه بسیار کم و انگشت شمار می باشند و تنها مطالعه ای که با این مطالعه قابل مقایسه بود، مطالعه ای بود که توسط Bressel و همکاران انجام شد. نمرات تعادل ایستای به دست آمده تا حدود زیادی با نتایج کسب شده توسط آن ها که بیان کردند تعادل ایستای رشته های ژیمناستیک و فوتبال از رشته بسکتبال بهتر است^[۱۰] در یک راستا قرار دارد. آنها در مطالعه خودشان تفاوتی بین رشته های فوتبال و ژیمناستیک مشاهده نکردند که از این لحاظ با این مطالعه همسو نبود. علت احتمالی این تفاوت ممکن است به تفاوت های جنسی آزمودنی های به کار رفته در این دو مطالعه مربوط باشد. همانطور که قبلاً ذکر شد، عوامل حسی و حرکتی بر تعادل تأثیر می گذارند که از عوامل حرکتی می توان به قدرت و دامنه حرکتی مفصل اشاره کرد^[۷-۴]. مطالعات گذشته تفاوت های جنسی بین قدرت و دامنه حرکتی را بیان کرده-اند^[۲۹].

در مورد تعادل پویا، به علت وسایل اندازه گیری متفاوت استفاده شده برای تعادل پویا و همچنین تکنیک های مختلف در تحلیل داده ها^[۱۰]، مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعات دیگر سخت تر می باشد. نتایج مشاهده شده در مطالعه براسل و همکارانش بیان کرد تعادل پویای فوتبالیست ها به صورت معنی داری بهتر از بسکتبالیست ها می باشد و بین گروه فوتبال و ژیمناستیک اختلاف معنی داری وجود ندارد^[۱۰] که از این لحاظ کاملاً با مطالعه انجام شده همسو بود. اما باز در مطالعه حاضر، تفاوت بین گروه ژیمناستیک و بسکتبال معنی دار بود که با مطالعه آن ها مبنی بر عدم اختلاف معنی دار بین این گروه ها متفاوت بود. دلیل احتمالی این تفاوت نیز می تواند به تفاوت های جنسی آزمودنی های شرکت کننده در آزمون و وسیله اندازه گیری تعادل پویا مربوط باشد. در مطالعه ادریک براسل و همکاران از SEBT استفاده شد که ۸ جهت را مورد ارزیابی قرار می دهد اما در این مطالعه از نوع اصلاح شده تست SEBT یعنی آزمون تعادلی Y استفاده شد که ۳ جهت را بررسی می کند.

علل احتمالی تفاوت در بین رشته های ورزشی مختلف را می توان به نحوه تمرین آنها مربوط دانست که خاص رشته ورزشی خودشان می باشد و باعث سازگاری های خاص عصبی-عضلانی می شود. تغییرات ویژه که در سیستم حسی-حرکتی به وجود می آید، چند جانبه می باشد. برخی شواهد به صورت غیر مستقیم پیشنهاد می کنند که ممکن است تغییراتی در شرایط مفصل (گیرنده های عمقی) به وجود آید که تمرین مهارت-های مختلف ورزشی باعث بهبود فعالیت آنها می گردد^[۳۰]. ممکن است توجه به عوامل بیومکانیکی (مانند شتاب مفصل) از عوامل و مکانیزم های به وجود آمدن این درگیری های حسی-حرکتی باشد^[۹]. همچنین تمرین مهارت هایی که هماهنگی عصبی-عضلانی، قدرت مفصل و دامنه حرکتی را بهبود می بخشد، شبیه عواملی است که تعادل را بهبود می بخشد^[۳۱،۳۲،۱۶]. چنانکه Heikki و Paavo در بررسی اجرای عصبی-عضلانی اندام تحتانی ورزشکاران رشته های توانی و استقامتی در زمان فعالیت های اختیاری و بازتابی بیان کردند که سرعت انقباض در ورزشکاران توانی بیشتر است اما در فعالیت بازتابی گروه استقامتی تحریک پذیری بیشتری نسبت به تحریکات مکانیکی نشان می دهند^[۱۴]. همچنین Matti، Jaan و Helena بیان کردند در مقایسه با تمرینات استقامتی، تمرینات توانی شواهد بیشتری در ظرفیت تولید نیروی عضلات، سرعت انقباض و شل شدن پس از انقباض دارد^[۱۳]. Gregory و همکاران نیز اجرای پرش عمودی بیشتری در ورزشکاران توانی نسبت به افراد تمرین نکرده و ورزشکاران استقامتی مشاهده کردند^[۳۳]. Mati و همکاران نیز عضلات بازکننده زانو در زنان ورزشکار توانی و

استقامتی را مورد بررسی قرار دادند که تقریباً از لحاظ سنی (۲۰ تا ۲۴ سال) نیز با آزمودنی‌های استفاده شده در این مطالعه در یک رده قرار داشتند. آنها بیان کردند که در دوباره‌سازی انرژی در اندام تحتانی، افراد تمرین کرده استقامتی بهتر از افراد توانی و افراد تمرین نکرده عمل می‌کنند و در مقابل، نیروی عضلانی در باز کننده‌های زانو در افراد توانی افزایش می‌یابد اما در افراد استقامتی و تمرین نکرده اینگونه نیست [۳۴]. همانطور که مشاهده می‌شود نحوه تمرین می‌تواند بر نحوه عملکردهای عصبی-عضلانی اثر گذار باشد و ورزشکاران تمرین کرده در یک نوع رشته ورزشی در آزمون‌های مختلف، عملکردهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند که این نیز به سازگاری‌های تمرینی آنها بر می‌گردد. نتایج به دست آمده از این مطالعه نیز تا حدودی از نتایج تحقیقات گذشته حمایت می‌کند. از آنجاکه ژیمناست‌ها و رزمی‌کاران در زمان تمرین، فعالیت‌هایی مانند ایستادن بر روی یک پا با حفظ تعادل و با تمرکز کم بر بینایی انجام می‌دهند؛ بیشتر اطلاعات مربوط به کنترل قامت آنها از گیرنده‌های عمقی به دست می‌آید که بسیار به مهارت لازم برای BESS شبیه است. در مقابل وزنه برداران و بسکتبالیست‌ها در تمرینات و هنگام مسابقه کمتر بر روی یک پا می‌ایستند و وزنه برداران بیشتر بر تمرکز بر خود حرکت و وزنه و بسکتبالیست‌ها به توپ و موقعیت بازیکنان توجه دارند. همچنین برای آزمون پویا رزمی‌کاران، کشتی‌گیران، فوتبالیست‌ها و ژیمناست‌ها، کارهای تعادلی که در آنها با تکیه بر روی یک پا، پای دیگر را در بیرون از محدوده سطح اتکا حرکت می‌دهند انجام می‌دهند. بنابراین، به نظر می‌رسد در آزمون تعادلی وای نیز بهتر عمل می‌کنند. با دانستن این موضوع که کدام رشته ورزشی بهتر تعادل را افزایش می‌دهد؛ می‌توان ورزشکاران، مربیان و درمانگرانی را که به ارزیابی و تجویز تمرینات تعادلی در رشته‌های مختلف ورزشی می‌پردازند، یاری رساند و بنابراین، جهت انجام دقیق برنامه‌های تمرینی آنها مورد توجه قرار داد. ورزشکاران، مربیان و درمانگران می‌توانند حین اجرای تمرینات تعادلی این جنبه از اختصاصی بودن تعادل را مورد توجه قرار دهند و تمرینات تعادلی اختصاصی ویژه همان رشته ورزشی خود را انجام دهند تا به نتایج بهتری دست یابند.

اگرچه BESS و آزمون تعادلی Y آزمون‌های معتبری برای مقایسه و ارزیابی تعادل می‌باشند اما از آنجا که آزمون‌های عملکردی هستند که مشابهت زیادی با برخی مهارت‌های ورزشی در رشته خاصی دارند و همچنین ممکن است حتی با جمع‌آوری داده‌ها، نظر فرد آزمونگر در ثبت خطاها دخیل باشد یا به دلیل تجربیات تمرینی در رشته‌های ورزشی که با این آزمون‌ها مشابهت دارد این نتایج به دست آمده باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود که محققین آینده این مطالعه را به وسیله دستگاه‌های دیگری که خود به ثبت داده‌ها می‌پردازد؛ انجام دهند. همچنین می‌توان جهت افزایش دقت بررسی اثر تمرین، از ورزشکاران نخبه رشته‌های ورزشی مختلف استفاده کرد. به‌هرحال، نتایج به دست آمده به وسیله BESS بیان می‌کند که از نظر تعادل ایستا، رشته‌های ژیمناستیک، رزمی، فوتبال، کشتی، بسکتبال و وزنه‌برداری به ترتیب از بیشترین تعادل به کمترین تعادل قرار می‌گیرند و نتایج به دست آمده به وسیله آزمون تعادلی Y بیان می‌کند که از نظر تعادل پویا به ترتیب رزمی، کشتی، فوتبال، ژیمناستیک، وزنه‌برداری و بسکتبال قرار می‌گیرند. نتایج مطالعه حاضر بیان می‌کند که ممکن است تعادل نیز همانند بسیاری از عملکردهای ورزشی اختصاصی بوده و تابعی از نوع رشته ورزشی باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بر اساس پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد فواد فیض الهی، به راهنمایی دکتر محمدعلی آذربایجانی و مشاوره دکتر فرشاد تجاری می‌باشد. بدینوسیله از تمامی افرادی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند مخصوصاً دکتر امیر سرشین تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Punakallio A. Balance abilities of workers in physically demanding jobs: With special reference to firefighters of different ages. *J Sports Sci & Med* 2005; 4(8): 7-14.
2. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 86-92.
3. Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. *Med Prog Technol* 1990; 16: 31-51.
4. Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. *J Sport Rehabil*. 1994; 3:2-17.
5. Nashner LM, Black FO, Wall C 3rd. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J Neurosci* 1982; 2:536-544.
6. Palmieri RM, Ingersoll CD, Cordova ML, Kinzey SJ, Stone MB, Krause BA. The effect of a simulated knee joint effusion on postural control in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84:1076-1079.
7. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil* 2002; 11:51-66.
8. Phillip AG, W Steven T, Paul AW. Time-of-Day Influences on Static and Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training* 2007; 42(1):35-41.

9. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9: 128-136.
10. Eadric B, Joshua CY, John K, Edward M. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training* 2007; 42(1):42-46.
11. Gauffin H, Tropp H, Odenrick P. Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med* 1988; 9:141-144.
12. Rozzi SL, Lephart SM, Sterner R, Kuligowski L. Balance training for persons with functionally unstable ankles. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 29: 478-486.
13. Mati P, Jaan E, Helena G. Twitch contractile properties of plantar flexor muscles in power and endurance trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80: 448-451.
14. Heikki K, Paavo VK. Neuromuscular performance of lower limbs during voluntary and reflex activity in power- and endurance-trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 1994; 69: 233-239.
15. Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, Atesalp S, Kalyon TA. Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot Ankle Int* 2002; 23:123-129.
16. Lephart SM, Giraldo JL, Borsa PA, Fu FH. Knee joint proprioception: a comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996; 4:121-124.
17. E Rosendahl, H Littbrand, N Lindelof, L Lundin-Olsson, Y Gustafson, L Nyberg. A high-intensity functional exercise program is applicable for older people with cognitive impairment. *Research and Practice in Alzheimer's Disease* 2007; 12: 212-215.
18. Jun I, Yohei O, Kazuhiko K, Tsuyoshi T, Mitsuyoshi U, Kiyoshi H. Efficacy of training program for ambulatory competence in elderly women. *Keio J Med* 2004; 53 (2): 85-89.
19. Hay JG.. *The Biomechanics of Sports Techniques*. 4th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall 1993; 528.
20. McClay IS, Robinson JR, Andriacchi TP. A kinematic profile of skills in professional basketball players. *J Appl Biomech* 1994; 10:205- 221.
21. Orchard J. Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? *Sports Med* 2002; 32:419-432.
22. Timothy CH, Lyn F, Linda W, John K. Effects of T'ai Chi on Balance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125:1191-1195.
23. Elizabeth JD, Deborah JO-K, Eric DB, Kent MO, Ilona BMcD-W, Robert AN. Running Versus Weight Lifting in the Treatment of Depression. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 1987; 55(5): 748-754.
24. Utter AC, Lambeth PG. Evaluation of Multi-Frequency BIA in Assessing Body Composition of Wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2009 Nov 13.
25. McNitt-Gray JL. Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *Int J Sport Biomech* 1991; 7:201-224.
26. Riemann BL, Guskiewicz KM, Shields EW. Relationship between clinical and forceplate measures of postural stability. *J Sport Rehabil* 1999; 8:71-82.
27. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006; 36(12):911-919.
28. Hertel J, Braham RA, Hale SA, Olmsted LC. Simplifying the Star Excursion Balance Test: analyses of subjects with and without ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006; 36:131-137.
29. Scott ML, David HP, Freddie HFu, Kimberly M. Functional Performance Tests for the Anterior Cruciate Ligament Insufficient Athlete. *Athletic Training* 1991; 26, 44-50.
30. Fry-Welch D. Improvement in Proprioceptive Acuity with Training [dissertation]. Ann Arbor, MI: University of Michigan; 1998.
31. Balter SGT, Stokroos RJ, Akkermans E, Kingma H. Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neurosci Lett* 2004; 366:71-75.
32. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004; 34:305-316.
33. Gregory L, Guillaume YM, Nicola AM, Nicolas B, Romuald L. Neuromuscular Differences Between Endurance-Trained, Power-Trained, and Sedentary Subjects. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(3), 514-521.
34. Mati P, Lea S, Jaan E, Helena G, Bernardo R, Vahur O. Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power- and endurance-trained, and untrained women. *Eur J Appl Physiol* 2007; 101:577-585.