Comparison of static and dynamic balance in amateur male athletes

Foad Feizolahi [1], **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 toped 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 روش ها

۷۲ دانشجوی مرد شرکت کننده در المپیاد 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.

یافته ها

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، وزنه‌برداری و بسکتبال، به ترتیب نمرات بهتری را کسب کردند؛ با این وضع، اختلاف بین رشته‌های بسکتبال- وزنه‌برداری، بسکتبال- کشتی، فوتبال- کشتی، فوتبال- رزمی، وزنه‌برداری- کشتی و رزمی- ژیمناستیک معنی‌دار نبود و از نظر تعادل پویا به ترتیب رزمی، کشتی، فوتبال، ژیمناستیک، وزنه‌برداری و بسکتبال قرار داشتند؛ اگرچه این اختلاف بین گروه‌های ورزشی فوتبال- کشتی، فوتبال- رزمی، فوتبال- ژیمناستیک، کشتی- رزمی، کشتی- ژیمناستیک و گنگ فو- 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.

*** دریافت مقاله ۱۳۹۲/۱۲/۵ پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۶/۵ ***

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[۴۱] و پاسخ‌های حرکتی که از هماهنگی[۴۲]، دامنه حرکتی[۴۳] و قدرت تاثیر می‌پذیرند؛ بر آن اثر می گذارند[۴-۷]. به عبارتی یک کار تعادلی به یک‌پارچگی دروندادهای حاصل از سیستم‌های بینایی، دهلیزی و گیرنده‌های عمقی و توانایی خلق ترکیب درستی از پاسخ‌های حرکتی به منظور کنترل مرکز ثقل[۴۴] 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 ویبریشن، 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[۴۵] 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[۴۶] 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 تأثیر قرار می‌دهد[۱۳،۱۴]. تحقیقات نشان داده‌اند تفاوت‌هایی بین گیرنده‌های عمقی[۴۷] مچ پا و زانوی ورزشکاران و گروه کنترل وجود دارد و احتمالا شرکت در فعالیت‌های ورزشی ممکن است از طریق درگیرکردن 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 نسب 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 گذارباشد[۱۴].

ژیمناست‌ها اغلب اجراهای 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 حالیکه 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 حالیکه 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 مربوط، 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، ورشکاران 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[۷-۴]، در رشته های 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 درمیان 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 برحسب سانتی متر	میانگین وزن برحسب 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

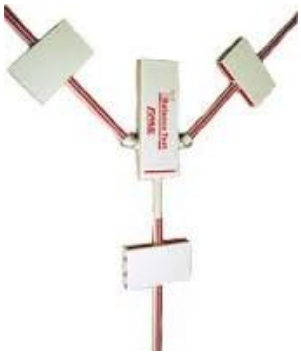
* اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

هیچ کدام از شرکت کنندگان سابقه آسیبی که بر تعادل تأثیر 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 خاصره 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 = ۰/۹۶–۰/۷۸) و اعتبار متوسط به بالایی (۰/۷۹–۰/۴۹ = r) را برای آزمون BESS گزارش کردند[۱۰]. برای این آزمون از یک سطح نا پایدار با اندازه‌های ۶ × ۴۱ × ۵۰ 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 ≤۰/۰۱ و ICC =۰/۹۹–۰/۸۸) 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 قدامی، خلفی–داخلی و خلفی– خارجی را تشکیل می‌دهند. زاویه بین جهت قدامی با هریک از دو جهت دیگر مساوی ۱۳۵ درجه و زاویه بین دو جهت خلفی–داخلی و خلفی– خارجی مساوی ۹۰ درجه می‌باشد. هر یک از میله‌ها به اندازه ۱۲۰ سانتی‌متر مدرج شده و بر روی هر میله یک نشانگر قرار می-گیرد(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 ۹۰ درجه زانوی پای دیگر(یک بار روی پای برتر یک بار روی پای غیر برتر می ایستد) 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 می-گیرد که مجموعاً ۱۰ 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 ودست‌ها روی کمر هر وضعیت را ۲۰ 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 پایی 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 ۳۰ درجه در لگن(ران). ۷– ماندن بیش از ۵ 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 پایی 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، ۱۸۰ 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 هرکدام از تلاش‌ها ۱۲۰ 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 = ۱۰۰ × طول پا / مسافت دسترسی) [۱۰]. در نهایت برای کاهش تعداد آزمون‌های آماری و به حداقل رساندن خطای نوع اول، میانگین تعداد خطا و مسافت دسترسی برای هردو 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 ازروش 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 معنی داری برای تمام محاسبات $P\leq$ ۰/۰۵ 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 ($F_{(5,66)}$=۲۲/۳۲۸ p ≤۰/۰۰۱) (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 هردو 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 ۰/۰۵ معنی‌دار بود. در حالی‌که 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)

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

[50] One –way ANOVA
[51] Tukey

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

* 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 هرکدام از پاها محاسبه شده و سپس میانگین آنها محاسبه شد(جدول ۴).

جدول ٤: میانگین مسافت دسترسی به وسیله پای برتر و غیر برتر با استفاده از آزمون تعادلی وای[52] (n=۷۲)

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

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

نتایج نشان داد بین نمرات تعادل پویای گروه‌های مختلف ورزشی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F_{(5,66)}$=۲۶/۱۰۷ ,p ≤۰/۰۰۱) آزمون توکی نشان داد اختلاف میانگین بین گروه‌های فوتبال و کشتی، فوتبال و رزمی، فوتبال و ژیمناستیک، کشتی و رزمی، کشتی و ژیمناستیک و همچنین رزمی و ژیمناستیک در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نمی‌باشد. در حالی‌که در میانگین بین دیگر جفت‌های گروه اختلاف معنی‌دار مشاهده می-شود(جدول ۵).

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

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

[52] Y balance test

* 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.

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه فرض شد که ممکن است تعادل ایستا و پویا در میان ورزشکاران دانشگاهی رقابت کرده در رشته‌های ورزشی مختلف متفاوت باشد. نتایج نشان داد که تعادل ایستای ژیمناستیک کارها بهتر از سایر رشته‌ها بود اگرچه این اختلاف بین رشته ژیمناستیک و رزمی معنی‌دار نبود. بدترین عملکرد در تعادل ایستا و در میان رشته‌های ورزشی انتخاب شده مربوط به گروه وزنه برداری می‌شد. با این وجود، اختلاف تعادل ایستا بین گروه‌های وزنه برداری و کشتی و ژیمناستیک معنی‌دار 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 گروه‌های ژیمناستیک، کشتی و فوتبال اختلاف معنی‌داری 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 می‌شود؛ جدید نیست[۱۶،۱۵]. اما مطالعه انجام شده این دانش را که تعادل مانند سایر عملکردهای ورزشی در هر رشته ویژگی دارد را توسعه می‌دهد[۱۰] و پیشنهاد می‌کند که هر رشته ورزشی به شکل خاص خود سیستم حسی–حرکتی را درگیر می‌کند که باعث به وجود آمدن سازگاری‌های خاص عصبی– عضلانی آن رشته شده و تعادل را به صورت ویژه در برابر بحث عمومیت تعادل در رشته‌های ورزشی توسعه می‌دهد.

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

در مورد تعادل پویا، به علت وسایل اندازه گیری متفاوت استفاده شده برای تعادل پویا و همچنین تکنیک‌های مختلف در تحلیل داده‌ها[۱۰]، مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعات دیگر سخت‌تر می‌باشد. نتایج مشاهده شده در مطالعه براسل و همکارانش بیان کرد تعادل پویای فوتبالیست‌ها به صورت معنی‌داری بهتر از بسکتبالیست‌ها می‌باشد و بین گروه فوتبال و ژیمناستیک اختلاف معنی‌داری 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 معنی‌دار بود که با مطالعه آن‌ها مبنی بر عدم اختلاف معنی‌دار بین این گروه‌ها متفاوت بود. دلیل احتمالی این تفاوت نیز می‌تواند به تفاوت‌های جنسی آزمودنی‌های 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 می‌دهد اما در این مطالعه از نوع اصلاح شده تست SEBT یعنی آزمون تعادلی Y استفاده شد که ۳ جهت را بررسی می‌کند.

علل احتمالی تفاوت در بین رشته‌های ورزشی مختلف را می‌توان به نحوه تمرین آنها مربوط دانست که خاص رشته ورزشی خودشان می‌باشد و باعث سازگاری‌های خاص عصبی– عضلانی می‌شود. تغییرات ویژه که در سیستم حسی– حرکتی به وجود می‌آید، چند جانبه می‌باشد. برخی شواهد به صورت غیر مستقیم پیشنهاد می‌کنند که ممکن است تغییراتی در شرایط مفصل (گیرنده‌های عمقی) به وجود آید که تمرین مهارت-های مختلف ورزشی باعث بهبود فعالیت آنها می‌گردد[۳۰]. ممکن است توجه به عوامل بیومکانیکی(مانند شتاب مفصل) از عوامل و مکانیزم‌های به وجود آمدن این درگیری‌های حسی– حرکتی باشد[۹]. همچنین تمرین مهارت‌هایی که هماهنگی عصبی– عضلانی، قدرت مفصل و دامنه حرکتی را بهبود می‌بخشد، شبیه عواملی است که تعادل را بهبود می‌بخشند[۳۱،۳۲،۱۶]. چنانکه Heikki و Paavo در بررسی اجرای عصبی– عضلانی اندام تحتانی ورزشکاران رشته‌های توانی و استقامتی در زمان فعالیت‌های 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 می‌دهند[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 تقریبا 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 می-کنند 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، فعالیت-هایی 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 آن با تکیه بر روی یک پا، پای دیگر را در بیرون از محدوده سطح اتکا حرکت می‌دهند انجام می‌دهند. بنابراین، به‌نظرمی‌رسد 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 آنرا 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 جمع آوری 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، وزنه برداری 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 می باشد. بدینوسیله از تمامی افرادی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند مخصوصاً دکتر امیر سرشین تشکر و قدردانی می گردد.

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.