
مقایسه تعادل ایستا و پویا و ارتباط آن با ویژگی‌های آنترپومتریک در ورزشکاران رشته‌های ورزشی منتخب

حسین برنجیان تبریزی^{۱*}، دکتر علی عباسی، هاجر جهادیان

ص ص: ۴۶-۳۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۵

تاریخ تصویب: ۹۳/۲/۱۰

چکیده

هدف از انجام پژوهش مقایسه تعادل ایستا و پویا و ارتباط آن با ویژگی‌های آنترپومتریک در ورزشکاران رشته‌های ورزشی منتخب و برگزیده بود. در این پژوهش، ۵۰ نفر دانشجوی سالم ورزشکار (۱۶ نفر بازیکن هندبال، ۹ نفر بازیکن بسکتبال، ۱۵ بازیکن فوتسال و ۱۰ بازیکن والیبال) که در مسابقه‌های ورزشی منطقه یک دانشگاه آزاد شرکت کرده بودند، داوطلب آزمون شدند. با استفاده از دستگاه کالیپر، متر و ترازوی دیجیتالی، شاخص‌های آنترپومتری شامل، قد، وزن، طول پا، طول ران، طول ساق، محیط ران، محیط ساق، محیط کمر، محیط لگن، شاخص ترکیب بدنی و درصد چربی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. تعادل ایستا با استفاده تست لک لک و تعادل پویا با استفاده از YBT در سه جهت اندازه‌گیری شدند. نتایج پژوهش نشان داد که تعادل ایستا بین گروه‌های هندبال و والیبال دارای اختلاف معنی داری است ($P = 0/018$). همچنین تعادل پویا بین هندبال و والیبال ($P = 0/010$) و بسکتبال و والیبال ($P = 0/017$) اختلاف معنی داری را مشخص کرد. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که تنها بین متغیرهای قد، وزن، محیط لگن، محیط ران و ساق با تعادل ایستای ورزشکاران ارتباط معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$). نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که تنها بین متغیرهای وزن، محیط لگن و ران، محیط ساق، چربی بدن و BMI با تعادل پویای ورزشکاران ارتباط معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$). از روش‌های آماری رگرسیون چند متغیره (همزمان) برای پیش بینی میزان تعادل ایستا و پویا (متغیر ملاک) از روی ویژگی‌های آنترپومتریک (متغیرهای پیش بین) استفاده شد. متغیرها در یک بلوک آورده شده اند که این مدل از نظر آماری معنی دار نبود. به طور کلی نتایج مطالعه حاضر وجود همبستگی بین شاخص‌های آنترپومتریک با پارامترهای تعادل ایستا و تعادل پویا را نشان داد. همچنین تفاوت معنی داری را در تعادل ایستا و پویای ورزشکاران رشته‌های منتخب آشکار کرد.

واژه‌های کلیدی: تعادل ایستا، تعادل پویا، آنترپومتری

۱ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون، دانشکده علوم انسانی، گروه تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی
نویسنده مسئول: hberenjeian@gmail.com

مقدمه

استواری (پایداری) قامت به عنوان یک شاخص مهم سلامت دستگاه عضلانی - اسکلتی محسوب می‌شود و از دیدگاه بالینی حائز اهمیت است. اهمیت تعادل در عملکرد (اجرای) ورزشی و جلوگیری از آسیب دیدگی نیز آشکار شده است (۸).

تعادل عبارت است از توانایی حفظ مرکز ثقل بدن در سطح اتکای خودش با کمترین نوسان یا بیشترین ثبات (۵). حفظ تعادل نیازمند هماهنگی دستگاه‌های حسی، عصبی و عضلانی اسکلتی است (۱۲). کنترل وضعیت قامت یا 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) دسته بندی کرد (۱۵).

در میدان‌های ورزشی، ورزشکاران با موقعیت‌هایی رو به رو می‌شوند که تعادلشان با هر گامی که برمی‌دارند، می‌دوند و یا می‌پرند دستخوش تغییر می‌شود (۹). ورزشکاران معمولاً توانایی تعادل بهتری نسبت به غیر ورزشکاران دارند. همچنین ورزشکاران سطوح بالاتر، نسبت به ورزشکاران سطوح پایین‌تر از تعادل بهتری برخوردار هستند (۶). برخی شواهد در پژوهش‌ها بیان می‌کند که تعادل برتر در میان ورزشکاران با تجربه عمدتاً نتیجه تجربه تمرین‌های تکراری است که بر پاسخ‌های حرکتی تاثیر می‌گذارد و مربوط به حساسیت بهتر دستگاه بینایی نیست (۳). پژوهشگران دیگر معتقدند که تعادل برتر، نتیجه تجارب تمرینی است که بر توانایی شخص در دستیابی به نشانه‌های بینایی و حسی - عمقی مرتبط تاثیر می‌گذارد. اگرچه متخصصان ممکن است با این ساخت و کار موافق نباشند، اما بر اساس مطالعات مشخص شده که تغییرات در هر دو دستگاه حسی و حرکتی بر اجرای تعادل تاثیر گذار است (۳).

هر رشته ورزشی نیازمند سطوح مختلفی از فرایندهای حسی - حرکتی به منظور اجرای مهارت و حمایت دستگاه عضلانی در مقابل آسیب دیدگی است؛ به عنوان مثال؛ بازیکنان بسکتبال بیشتر 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 به هنگام پرش و فرود و مانورهای ناگهانی و سریع نیاز دارد. بازیکنان فوتبال بیشتر 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(۳). نیازهای مهارتی و شرایط محیطی رشته‌های فوق احتمالاً چالش‌های متفاوتی را برای دستگاه‌های حسی-حرکتی ایجاد می‌کند که سرانجام بر توانایی تعادل ورزشکاران تمرین کرده تاثیر می‌گذارد(۳).

به طور کلی مشخص شده که ویژگی‌های آنتروپومتریک و عملکردی برای نیل به موفقیت در رشته‌های ورزشی مختلف ضروری است. در نتیجه، پژوهش‌های جدید به شناسایی ویژگی‌های مورد نیاز برای شرکت در رشته‌های ورزشی پرداخته‌اند. در طول سه دهه اخیر، انبوهی از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتري و فیزیولوژیک انجام شده است. انواع گوناگونی از اندازه‌گیری‌ها مانند؛ سن، سابقه ورزشی، قد، وزن، وزن توده بدون چربی، وزن چربی، سوماتوتیپ، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، چربی بدن، پرش عمودی و... در این مطالعات انجام شده است(۱۰).

عوامل گوناگون نوروفیزیولوژیک و مکانیکی می‌توانند تعادل را تحت تاثیر قرار دهند. ویژگی‌هایی مانند؛ قد، وزن، ترکیب بدنی، سطح اتکا، فاصله مرکز ثقل تا زمین، طول و وزن هریک از اندام‌ها، طول بازوی گشتاور عضلات و توزیع جرم در نقاط مختلف بدن می‌توانند از نظر مکانیکی بر تعادل افراد تاثیر بگذارند(۱۳). شناسایی عواملی که عملکرد را در یک رشته خاص افزایش می‌دهند، هدف هر مربی، تمرین دهنده و ورزشکاری است تا به کمک آنها بتواند برنامه تمرینی صحیح و کاملی را برای آن رشته ورزشی طراحی کند(۳).

اگرچه برخی مطالعات به مقایسه تعادل در میان ورزشکاران رشته‌های ورزشی مختلف پرداخته‌اند، اما بنا بر اطلاعات ما، بررسی ارتباط ویژگی‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن با تعادل در رشته‌های ورزشی مختلف موضوعی است که کمتر به آن پرداخته شده است.

بنابراین هدف از این مطالعه ساخت و ایجاد یک مدل رگرسیون چند گانه برای تعیین میزان

تاثیر شاخص‌های آنتروپومتری شامل؛ وزن، قد، شاخص توده بدن^۱، اسکین فولد، محیط کمر، لگن، طول پا، طول ساق و ران در تغییر عملکرد تعادل ایستا و پویا بود. امید است که نتایج این مطالعه در شناسایی تاثیر ویژگی‌های آنتروپومتری و نیز در بحث استعدادیابی برای انتخاب مبتدیان با ویژگی‌های بدنی متفاوت و یا حتی انتخاب رشته‌های ورزشی مختلف اطلاعات سودمندی را در اختیار ورزشکاران، مربیان و متخصصان ورزشی قرار دهد.

روش شناسی پژوهش

برای تحقق اهداف این پژوهش، ۵۰ نفر (هندبال ۱۶ نفر، بسکتبال ۹ نفر، فوتسال ۱۵ نفر و والیبال ۱۰ نفر) از ورزشکاران که در مسابقه‌های دانشگاهی شرکت کردند به عنوان آزمودنی و به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. پیش از اجرای آزمون و بر اساس پرسشنامه آسیب، از سلامت آزمودنی‌ها اطمینان حاصل شد. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، شرح کاملی از اهداف و روش پژوهش به آنها دادند و از آنها خواستند رضایتنامه کتبی شرکت در پژوهش را مطالعه و تایید کنند. در جدول ۱ اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها را به تفکیک رشته‌های ورزشی آورده شده است.

جدول ۱- اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها

رشته ورزشی	تعداد	میانگین سن	میانگین قد	میانگین جرم کمر	میانگین دور لگن	میانگین دور کمر	میانگین درصد چربی بدن	میانگین BMI	میانگین تعادل ایستا	میانگین تعادل پویا
هندبال	۱۶	۲۲/۳۱	۰۵/۰±۸۲/۱	۱۴/۱±۸۴/۸۰	۲۲/۸±۸۴/۸۵	۰۵/۷±۶۲/۹۹	۲۸/۵±۵۹/۱۵	۰۰/۰±۷۲/۲۴	۶۸/۸±۶۸/۲۰	۸۶/۴±۹۹/۸۸
بسکتبال	۹	۲۰/۸۹	۰۵/۰±۸۱/۱	۰۰/۱±۷۲/۷۰	۷۹/۵±۱۱/۷۷	۳۹/۶±۲۲/۹۵	۶۹/۶±۶۳/۱۰	۸۳/۲±۴۹/۲۱	۲۶/۱±۶۶/۳۷	۰۴/۴±۴۲/۸۸
فوتسال	۱۵	۲۱/۹۳	۰۷/۰±۸۱/۱	۱۰/۷±۲۶/۶۹	۱۲/۵±۴۰/۷۶	۰۵/۵±۴۰/۹۴	۰۶/۴±۱۸/۱۰	۲۶/۲±۰۷/۲۱	۴۱/۱±۷۲/۲۶	۲۵/۸±۶۷/۹۳
والیبال	۱۰	۲۳/۵۰	۰۷/۰±۸۱/۱	۲۸/۹±۰۰/۷۳	۳۴/۶±۷۰/۷۹	۷۳/۵±۰۰/۹۵	۹۹/۵±۷۴/۱۱	۴۹/۲±۱۰/۲۲	۵۷/۱±۴۰/۳۶	۰۴/۵±۰۱/۹۷

1- Body mass index (BMI)

برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها از ترازو با دقت ۱۰۰ گرم و برای اندازه‌گیری قد، دور کمر، دور لگن، طول پا، طول ساق و طول ران از متر با دقت ۰/۱ سانتیمتر استفاده شد. پس از اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها، شاخص توده بدن آنان به دست آمد. اندازه‌های اسکین فولد با استفاده از کالیپر لافایت (Lafayette) در نواحی سه سر بازویی، ران، فوق خاصره‌ای و شکم صورت گرفت و درصد چربی بدن به کمک فرمول جکسون-پولاک (Jackson/Pollock) محاسبه شد.

نمونه‌ای از آزمون عملکردی پویا نیز آزمون تعادلی وای^۱ (Y) است که آن را پلیسکی^۲ و هرتل^۳ به عنوان اصلاح شده آزمون تعادلی گردش روی ستاره^۴ (SEBT) معرفی کردند. پژوهشگران پایایی درون آزمونی عالی (($ICC=0.88-0.99, p \leq 0.01$) را گزارش نمودند (۱۴). برای سنجش تعادل ایستا از آزمون تعادل ایستا لک^۵ استفاده شد.

ترتیب آزمون‌های تعادل ایستا و پویا به صورت تصادفی انجام گرفت. برخی آزمودنی‌ها ابتدا آزمون تعادل ایستا و سپس آزمون تعادل پویا را انجام دادند، در حالی که برخی دیگر واژگونه عمل کردند. بین دو آزمون ایستا و پویا ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد.

ابتدا با استفاده از آزمون اسمیرنوف - کولموگروف تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها صورت گرفت. به منظور بررسی اختلاف تعادل ایستا و پویا بین رشته‌های ورزشی گوناگون از آزمون تحلیل واریانس یک متغیره و در صورت مشاهده تفاوت معنی دار، جهت تعیین محل تفاوت از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. همچنین با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، همبستگی پارامترها، اندازه‌گیری شد و تعیین تعادل ایستا و پویا انجام گرفت. برای تعیین پیشگویی (تاثیر گذاری) پارامترها بر تعادل ایستا و پویا از روش آماری رگرسیون چند متغیری (همزمان) استفاده شد. سطح معنی داری برای تمام محاسبات $0.05 \leq P$ را در نظر گرفتند. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (version 16.0, SPSS Inc) انجام شد.

1 - Y balance test

2 - Plisky

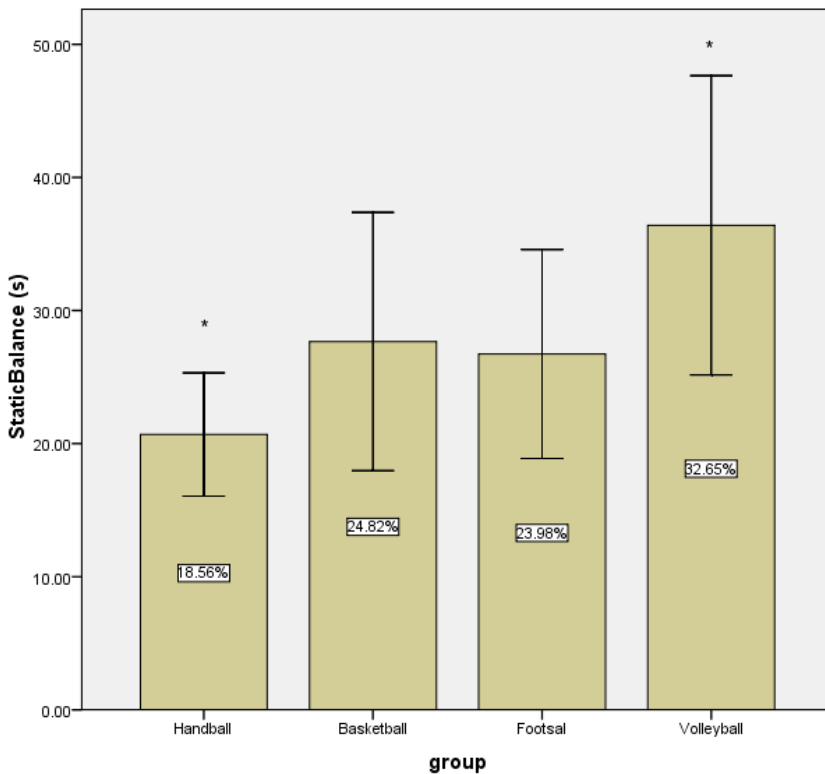
3 - Hertel

4 - Star excursion balance test

5 - Stork Stand Static Test

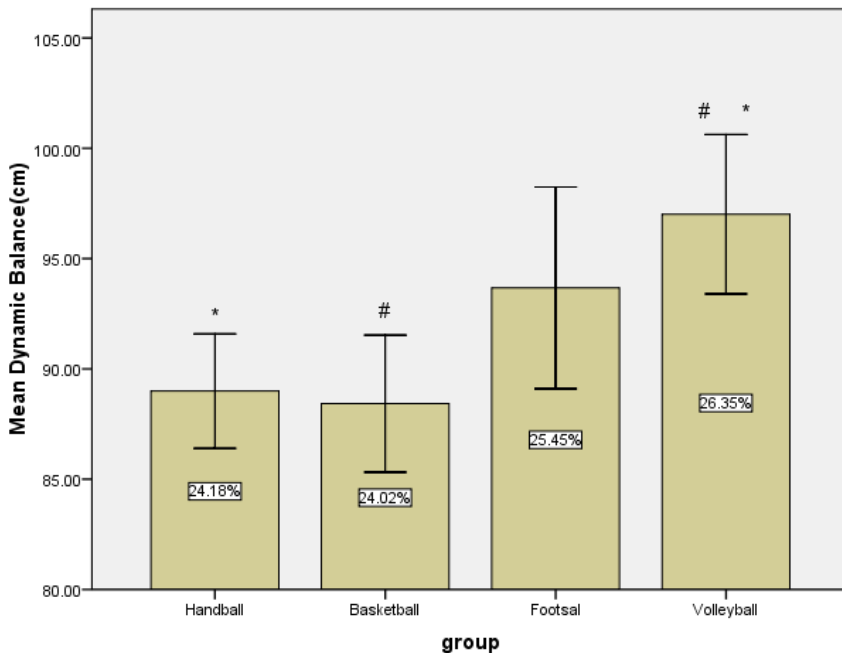
یافته‌های پژوهش

نتایج تحلیل واریانس یک متغیره نشان داد که تعادل ایستا بین گروه‌های مختلف دارای تفاوت معنی داری است ($P = ۰/۰۳۴$ و $F_{۳,۴۶} = ۳/۱۴۲$). به منظور بررسی بیشتر و مشاهده اینکه اختلاف بین گروه‌ها دقیقاً ناشی از اختلاف کدام گروه‌ها با یکدیگر بود؟ از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که تعادل ایستا بین گروه‌های هندبال و والیبال دارای اختلاف معنی داری است ($P = ۰/۰۱۸$)، ولی تعادل ایستا بین گروه‌های هندبال و فوتسال ($P = ۰/۵۵۴$)، هندبال و بسکتبال ($P = ۰/۵۵۷$)، بسکتبال و فوتسال ($P = ۰/۹۹۸$)، بسکتبال و والیبال ($P = ۰/۴۴۹$) و فوتسال و والیبال ($P = ۰/۲۵۹$) اختلاف معنی داری ندارد.



*: اختلاف معنی دار در سطح $P \leq ۰/۰۵$

برای بررسی اختلاف تعادل پویا بین گروه‌های مختلف هندبال، بسکتبال، والیبال و فوتسال از آزمون تحلیل واریانس یک متغیره (ANOVA) در سطح معنی داری $\alpha = 0/05$ استفاده گردید. نتایج تحلیل واریانس یک متغیره نشان داد که تعادل پویا بین گروه‌های مختلف دارای تفاوت معنی داری است ($P = 0/004$ و $F_{3,46} = 5/072$). به منظور بررسی بیشتر و مشاهده این که اختلاف بین گروه‌ها دقیقا ناشی از اختلاف کدام گروه‌ها با یکدیگر بود از آزمون تعقیبی توکی استفاده کردیم. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که تعادل پویا بین گروه‌های هندبال و والیبال ($P = 0/010$) و بسکتبال و والیبال ($P = 0/017$) دارای اختلاف معنی داری است، ولی تعادل پویا بین گروه‌های هندبال و فوتسال ($P = 0/150$)، هندبال و بسکتبال ($P = 0/996$)، بسکتبال و فوتسال ($P = 0/180$) و فوتسال و والیبال ($P = 0/532$) دارای اختلاف معنی دار نمی باشد.



*#: اختلاف معنی دار در سطح $P \leq 0/05$

برای نشان دادن ارتباط و همبستگی بین پارامترهای اندازه گیری شده و تعادل ایستا و تعادل پویا از روش آماری ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. سپس برای نشان دادن این که کدام یک از پارامترهای اندازه گیری شده پیشگویی کننده بهتری برای متغیرهای تعادل ایستا و تعادل پویاست، روش آماری رگرسیون چند متغیری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین متغیرهای قد ($r = -0.38, P = 0.023$)، وزن ($r = 0.48, P = 0.004$)، محیط لگن ($r = 0.51, P = 0.033$)، محیط ران ($r = 0.03, P = 0.003$)، محیط ساق ($r = 0.45, P = 0.002$) و BMI ($r = 0.43, P = 0.023$) با تعادل ایستای ورزشکاران ارتباط معنی داری وجود دارد؛ در حالی که بین متغیرهای دیگر با متغیر تعادل ایستای ورزشکاران ارتباط معنی درای مشاهده نشد ($P > 0.05$). نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین متغیرهای وزن ($r = -0.42, P = 0.013$)، محیط لگن ($r = 0.23, P = 0.023$)، محیط ران ($r = 0.43, P = 0.001$)، محیط ساق ($r = 0.39, P = 0.002$)، چربی بدن ($r = -0.44, P = 0.004$) و BMI ($r = 0.45, P = 0.022$) با تعادل پویای ورزشکاران ارتباط معنی داری وجود دارد. در حالیکه بین متغیرهای دیگر با متغیر تعادل پویای ورزشکاران ارتباط معنی درای مشاهده نشد ($P > 0.05$).

برای پیش بینی میزان تعادل ایستا (ملاک) از روی متغیرهای پیش بین همچون؛ قد، وزن، محیط کمر، محیط لگن، محیط ران، محیط ساق پا، طول ران، طول ساق پا، طول پا، چربی بدن و BMI، از روش آماری رگرسیون چند متغیره (همزمان) مورد استفاده قرار گرفت. متغیرها در یک بلوک آورده شده اند که این مدل از نظر آماری معنی دار نیست ($P > 0.05$) و $R2_{adjusted} = 0.31$ و $F_{11,38} = 1.143$. پیش بینی متغیر ملاک تعادل پویا از روی متغیرهای پیش بین همچون؛ طول قد، وزن، محیط کمر، محیط لگن، محیط ران، محیط ساق پا، طول ران، طول ساق پا، طول پا، چربی بدن و BMI از روش آماری رگرسیون چند متغیره (همزمان) استفاده شد. متغیرها در یک بلوک آورده شده اند که این مدل از نظر آماری

معنی دار نیست ($P > 0.05$ و $R2_{adjusted} = 0.22$ و $F_{11,38} = 1/1.01$).

بحث و نتیجه گیری

هدف اصلی از انجام دادن این مطالعه، بررسی امکان ارائه مدل رگرسیون به منظور تعیین میزان تاثیر شاخص‌های آنتروپومتري شامل؛ وزن، قد، BMI، اسکین فولد، محیط کمر، محیط لگن، محیط ساق پا، طول ران، طول پا، چربی بدن و BMI در عملکرد تعادل ایستا و پویا بود. مقایسه عملکرد ایستا و پویا بین رشته‌های مختلف ورزشی موضوعی است که در مطالعات، بررسی شده است. به عنوان مثال نتایج یک مطالعه بر روی ورزشکاران زن نشان داد که بازیکنان ژیمناستیک و فوتبال تعادل ایستا و پویای مشابهی دارند. در مقابل بازیکنان بسکتبال، تعادل ایستای پایین تری نسبت به بازیکنان ژیمناستیک و تعادل پویای پایین تری نسبت به بازیکنان فوتبال دارند (۳). بنا بر اطلاعات ما، بخشی از تفاوت‌های آماری مشاهده شده بین رشته‌های ورزشی به چالش‌های پیش روی هر رشته ورزشی مرتبط است. به عنوان مثال، بازیکنان ژیمناستیک اغلب مهارت‌های تعادلی بدون حرکت را بر روی چوب موازنه مشابه تست تعادل ایستا BESS انجام می‌دهند؛ بنابراین بازیکنان ژیمناستیک ممکن است با توجه بیشتری به نشانه‌هایی مانند؛ تغییرات کوچک در موقعیت مفصل و شتاب تمرکز کنند که عملکرد تعادل را تغییر می‌دهند. در مقابل، بازیکنان بسکتبال به ندرت مجبور به حفظ تعادل روی یک پا می‌شوند و اغلب به نشانه‌های مربوط به توپ و موقعیت بازیکنان توجه دارند. در نتیجه ممکن است تعادل ایستا در میان آنها بهبود بیشتری را نشان دهد. همین طور در مورد تعادل پویای بازیکنان فوتبال باید گفت که آنان اغلب حرکات با یک پا را خارج از سطح اتکاشان انجام می‌دهند مانند؛ پاس دادن، دریافت کردن و شوت کردن و ممکن است این نشانه بهتر بودن تعادل پویا آنان نسبت به بازیکنان بسکتبال باشد؛ اگر چه هیچ مدرک مستقیمی در مورد این ارتباط وجود ندارد. تجارب تمرینی که هماهنگی عصبی عضلانی، قدرت مفصل و دامنه حرکتی را گسترش

می‌بخشند ممکن است ساخت و کارهایی باشد که باعث بهبود تعادل شوند(۳). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تعادل ایستا تنها بین گروه‌های هندبال و والیبال تفاوت معنی داری دارد، همچنین تعادل پویا بین گروه‌های هندبال و والیبال و بسکتبال و والیبال اختلاف معنی داری را نشان داد.

نتایج مطالعه حاضر وجود همبستگی معنی داری را بین شاخص‌های آنتروپومتریک قد، وزن، محیط لگن، محیط ران، محیط ساق و BMI با تعادل ایستا نشان داد، بدین معنی که هرچه طول قد فرد بیشتر باشد، تعادل ایستا کمتر است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج چپاری و همکاران (۲۰۰۲) همسو بود. آنها نیز نشان دادند که قد رابطه معنی‌دار و مثبتی با میزان جابه جایی مرکز ثقل در هر دو راستای قدامی- خلفی و داخلی- خارجی دارد (۴). اما این نتایج با پژوهش برگر و همکارانش (۱۹۹۲) همسو نبود. آنها ارتباط قد را با میزان حرکات تنظیم کننده نوسان بدن در مفصل مچ پا به هنگام حفظ تعادل با سطح اتکای محدود شده بررسی کردند. یافته‌های آنها نشان داد که هرچه فرد کوتاه تر باشد هم انقباضی‌ها و میزان فعالیت الکتریکی عضلات پلاتنارفلکسور و دورسی فلکسور مچ پا بیشتر است و میزان حرکات مچ پا نیز بیشتر است؛ بدین معنی که حرکات بیشتر انجام می‌گیرد تا بتوانند حرکات مرکز فشار را در سطح اتکا کنترل کنند. اما مهم آن است که آنها سطح اتکا را دقیقاً به اندازه کف پا در نظر گرفتند. نتیجه مهم دیگر آنها این بود که میزان گشتاورهای تولید شده افراد قد بلند در مفصل مچ پا بیشتر از افراد کوتاه قد بود، این مسأله نشان می‌دهد که چون افراد بلند قد طول بازوی گشتاور بیشتری دارند در نتیجه با توجه به فرمول محاسباتی گشتاور، نیازی نیست که عضلات آنها تنش عضلانی زیادی را تولید کند تا گشتاور عضلانی یکسانی (برابر با افراد کوتاه قد) به وجود آورند، از این زاویه دید می‌توان گفت که نتایج پژوهش حاضر با آنها همسو بوده است؛ زیرا آنها نشان دادند که افراد بلند قد با اینکه حرکات تنظیم کننده‌ی کمتری در مفصل مچ پا دارند، اما آنها به دلیل برتری در طول بازوی گشتاور می‌توانند کنترل مناسبی بر نوسان قامت داشته

باشند(۲). این امر احتمالاً به این دلیل است که هرچه طول قد بیشتر است، ارتفاع مرکز ثقل نیز بالاتر است و با توجه به رابطه ارتفاع مرکز ثقل از سطح اتکا و تعادل (۱۱،۱) منطقی به نظر می‌رسد که هرچه قد، بلندتر باشد؛ تعادل کمتر است. نتایج، ارتباط مثبت و معنی داری را بین وزن و تعادل ایستا نشان داد. نتیجه فوق احتمالاً به این دلیل است که هر چه وزن بیشتر باشد، میزان نیروی بیشتری برای بر هم زدن تعادل ایستا و ثبات فرد مورد نیاز است و در نتیجه فرد از ثبات و تعادل ایستای بیشتری برخوردار است. همان طور که پیش از این نیز اشاره شد محیط بیشتر اندام، شاخصی از درصد بیشتر عضلات موجود در اندام است. درصد عضلات بیشتر و BMI بالاتر همراه با درصد چربی کمتر باعث تولید نیروی بیشتر و ثبات دینامیکی بیشتر در مفاصل اندام تحتانی می‌شود و این امر به تعادل ایستای بیشتر در ورزشکار می‌انجامد(۱۱،۱).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان فاصله دستیابی در تعادل پویا که با YBT ارزیابی شد، با قد ارتباط مثبتی دارد؛ اما این میزان ارتباط، از نظر آماری معنی دار نبود. همان طور که گریبل و همکارانش (۲۰۰۳) نشان دادند، درست است که قد با میزان فاصله دستیابی ارتباط مثبتی دارد؛ اما این رابطه معنی دار نبوده و اگر معنی دار بوده در مقایسه با دیگر شاخص‌های آنتروپومتریک از قدرت پیش بینی کنندگی کمتری برخوردار بوده و شدت ارتباط آن کمتر است(۷). البته باید به این نکته توجه کرد که گریبل و همکارانش پژوهشی منحصر به SEBT انجام دادند و روی دیگر آزمون‌های تعادل پویا مطالعه نکردند. در این پژوهش از آزمون YBT استفاده شد که تعدیل شده SEBT است؛ بنابراین احتمال دارد که اصلاً این آزمون‌ها یعنی SEBT و YBT به طول قد حساس نباشند و گرنه شاید اگر تعادل پویا را با دیگر آزمون‌ها ارزیابی کنیم، احتمال دارد که قد متغیری مهم در تعادل پویا باشد. همچنین نتایج ارتباط منفی و معنی داری بین وزن و تعادل پویا و ارتباط مثبت و معنی داری بین تعادل پویا با محیط لگن، محیط ران، محیط ساق، چربی بدن و BMI را نشان داد. مشابه با توضیح ارائه شده در مورد تعادل ایستا با شاخص‌های ذکر شده به نظر می‌رسد که افزایش محیط اندام‌های تحتانی

همراه با کاهش درصد چربی بدن و همچنین میزان BMI بالاتر (که شاخصی از عضلانی پیکر بودن ورزشکار و آمادگی جسمانی بالاتر اوست) می‌توان چنین استدلال کرد که با افزایش شاخص‌های ذکر شده، ورزشکار از میزان آمادگی بیشتری برای تغییر مرکز فشار موجود در کف پا (به منظور بر هم زدن فعال تعادل خود) برخوردار باشد و این موضوع باعث افزایش تعادل پویا در این ورزشکاران شده است (۱۱،۱).

References

1. Ackland, T.R., B. Elliott, and J. Bloomfield. 2009. *Applied anatomy and biomechanics in sport*: Human Kinetics Publishers.
2. Berger, W., et al. (1992). Influence of subjects' height on the stabilization of posture. *Acta oto-laryngologica*. 112(1): p. 22-30
3. Bressel, E., et al. 2007. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of athletic training*. 42(1): p. 42.3.
4. Chiari, L., L. Rocchi, and A. Cappello. 2002. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clinical Biomechanics*. 17(9-10): p. 666-677.
5. Emery, C. 2003. Is there a clinical standing balance measurement appropriate for use in sports medicine? A review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 6(4): p. 492-504.
6. Erkmen, N., et al. Relationships between Balance and Functional Performance in Football Players. *Journal of Human Kinetics*. 26(-1): p. 21-29
7. Gribble, P.A. and J. Hertel, 2003. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 7(2): p. 89-100
8. Hrysomallis, C. 2008. Preseason and midseason balance ability of professional Australian footballers. *J Strength Cond Res*. 22(1): p. 210-1
9. Hrysomallis, C., P. McLaughlin, and C. Goodman. 2006. Relationship between static and dynamic balance tests among elite Australian Footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 9(4): p. 288-291

10.Hobbs, M.L..2008. Dynamic Balance and Basketball Playing Ability. Dept. of Health, Physical Education & Recreation.

11.Kundson, D..2003. Fundamentals of biomechanics.Kluwer Academic/Plenum Publishers.

12.Langley, F. and S.F.H.2007. Mackintosh, Functional balance assessment of older community dwelling adults: a systematic review of the literature. The internet journal of allied health sciences and practice. 5(4): p. 1-11.

13.Palmieri, R.M., et al..2003. The effect of a simulated knee joint effusion on postural control in healthy subjects I. Archives of physical medicine and rehabilitation. 84(7): p. 1076-1079.

14.Plisky, P.J.et al..2006. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 36(12): p. 911.

15.Yaggie, J.A. and B.M.2006. Campbell, Effects of balance training on selected skills. Journal of Strength and Conditioning Research. 20(2): p. 422.