

بررسی ارتباط بین سازوکارهای عصبی عضلانی با تعادل ایستا و پویای بازیکنان فوتبال

چکیده

مرتضی ساجدی نیا^{*}

علی اصغر نورسته^۲، زهرا صلاح‌زاده^۳

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲. گروه تربیت‌بدنی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۳

هدف: عوامل مؤثر در حفظ تعادل شامل اطلاعات حسی است که از سیستم‌های حسی-پیکری، وستیبولار و بینایی به دست می‌آید و تحت تأثیر هماهنگی، دامنه حرکتی مفصل و قدرت عضلانی قرار دارند. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی ارتباط بین سازوکارهای عصبی-عضلانی با تعادل ایستا و پویای بازیکنان فوتبال بود.

روش‌ها: در یک مطالعه مشاهده‌ای تحلیلی، از میان بازیکنان فوتبال باشگاه شهرداری تبریز، تعداد ۴۵ نفر برای بررسی ارتباط بین قدرت، حس نیروی مفصل، حس عمقی و دامنه حرکتی با تعادل انتخاب شدند. میزان تعادل ایستا با استفاده از آزمون ارزیابی خطاهای تعادل (Bess)، تعادل پویا به وسیله آزمون Y، میزان دامنه حرکتی زانو و حس عمقی با استفاده از دستگاه الکتروگونیاومتر و قدرت عضلات چهارسر و همسترینگ و حس نیروی مفصل با استفاده از دستگاه دینامومتر ایزوکتیک مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و آزمون ضریب همبستگی پیرسون ارتباط بین متغیرها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین قدرت عضلات بازکننده و خم‌کننده زانو، حس نیروی مفصل، حس عمقی و دامنه حرکتی زانو با تعادل ایستا و پویا ارتباط معنی‌داری وجود دارد ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این مطالعه، بهبود قدرت عضلات مفصل زانو در ورزشکاران فوتبال، ممکن هست منجر به بهبود تعادل ایستا و پویای ورزشکاران گردد.

کلیدواژگان: قدرت عضلانی، حس عمقی، دامنه حرکتی، تعادل ایستا، تعادل پویا

* نویسنده مسئول: گروه آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران.

تلفن: ۰۹۰۲۶۳۳۴۴۵۹

E-mail:

sajediniya.morteza1369@gmail.com

مقدمه

تعادل هم به صورت ایستا و هم به صورت پویا است. تعادل ایستا توانایی فرد در حفظ سطح اتکا با انجام کوچک‌ترین جنبش و حرکت است در صورتی که تعادل دینامیک توانایی فرد در انجام یک فعالیت است در حالی که یک وضعیت با ثبات را حفظ می‌کند. این توانایی تحت تأثیر سه عامل مهم قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از اطلاعات حسی (سیستم بینایی، دهلیزی و حس پیکری)، دامنه حرکتی مفاصل و قدرت عضلانی است (۱). این توانایی مسئول اجرای صحیح و منظم مهارت‌های

تعادل عبارت است از توانایی حفظ مرکز فشار بدن (COP) در محدوده سطح اتکا و حفظ باز یافت آن طی فعالیت که با کنترل پاسچر و با راهبردهای واکنشی و پیش‌بینی‌کننده ارتباط دارد. تعادل پدیده‌ای پویا شامل ترکیب ثبات و حرکت است و برای نگهداری یک وضعیت در فضا یا حرکت در وضعیت هماهنگ و کنترل شده ضروری است (۱).

راه رفتن کارآمد و ایمن و عملکرد تعادلی خوب می‌باشد (۱۱). عقیده بر این است که توانایی حفظ تعادل با تعاملی از متغیرهای سیستم بینایی، حواس، اسپاستیسیته و قدرت عضلانی در ارتباط می‌باشد (۱۲). در مطالعات Paus و همکاران گزارش شده است که افرادی که دقت حسی (بینایی و حسی عمقی) پایین تری دارند در تشخیص نوسان ضعیف‌تر عمل می‌کنند، در نتیجه نمی‌توانند پاسخ‌دهی عضلانی مناسبی برای کنترل نوسان بدن تولید کنند و تعادل ضعیف‌تری نشان می‌دهند (۱۲). در مقابل مطالعات Baudry و همکاران نشان داد که افراد با عضلات اندام تحتانی ضعیف، پایداری و ثبات پاسچرال نامناسب، اگرچه قادرند نوسان را به درستی تشخیص دهند، اما نمی‌توانند گشتاور عضلانی تثبیت‌کننده مناسبی را برای کنترل عدم تعادل ایجاد کنند (۲).

حفظ دامنه حرکتی کامل و بدون محدودیت در زندگی عادی روزانه، ضرورتی شناخته شده است؛ عدم انعطاف‌پذیری در نتیجه کنترل عصبی عضلانی سبب الگوهای حرکتی ناهماهنگ می‌شود (۸). برای ثبات و جهت‌یابی در کنترل پاسچر، به تأثیر متقابل و پیچیده‌ی سیستم عضلانی-اسکلتی و سیستم عصبی نیاز است، اجزای سیستم عضلانی-اسکلتی شامل دامنه حرکتی، انعطاف‌پذیری ستون فقرات و ارتباط بیومکانیکی بین اتصالات بخشی‌های مختلف بدن است (۱۳). در حالی که نتایج تحقیق Gribble و همکاران نشان داد ارتباط معنی‌داری بین چرخش داخلی و خارجی ران و دورسی فلکشن مچ پا با تعادل پویا در زنان و مردان جوان وجود ندارد (۱۴). با توجه به اینکه در بیشتر پژوهش‌های انجام گرفته، رابطه تعادل با یکی از عواملی همچون قدرت عضلات، حس عمقی و دامنه حرکتی در سالمندان و غیر ورزشکاران فوتبالی بررسی شده و خلأ تحقیقاتی که در آن تعادل را در ارتباط با چند عامل به صورت هم‌زمان به‌خصوص در فوتبالیست‌های حرفه‌ای هم بررسی کرده باشند، همچنان وجود دارد و از این رو با توجه به ناهمخوانی یافته‌ها و اندک بودن پژوهش‌ها در این راستا، هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین قدرت، حس نیرو، حس عمقی و دامنه حرکتی زنان با تعادل بازیکنان فوتبال شهرداری تبریز می‌باشد.

روش شناسی

پژوهش حاضر از نوع مشاهده‌ای -تحلیلی می‌باشد، که در آن ارتباط بین قدرت، حس نیروی مفصل زانو، حس عمقی و دامنه حرکتی با تعادل این بازیکنان مورد بررسی قرار گرفت. جامعه آماری تحقیق حاضر،

ورزشی و جلوگیری از بروز آسیب به ورزشکاران است (۱). صدمات زانو و مچ پا یکی از شایع‌ترین صدمات ورزشی در ورزشکاران می‌باشد، این صدمات در ورزش‌هایی که همراه با حرکات برشی و پرشی و شروع ناگهانی هستند شایع‌تر است. مکانیسم‌های غیر تماسی از قبیل فرود آمدن از حالت پرش که منجر به صدمات لیگامانی و مفصلی می‌شود احتمالاً ناشی از قدرت ناکافی عضلات یا نقص در تعادل می‌باشد (۱). نوع ورزش و شرایط تمرینی بر روی اهمیت سیستم بینایی، وستیبولار و حسی پیکری برای حفظ تعادل اثرگذار است و در هر شرایط سیستم حسی کارآمد، سیستمی است که اطلاعات دقیق‌تری از شرایط موجود جهت حفظ تعادل فراهم آورد (۲). بازیکنان فوتبال برای اجرای بهتر فونونی مانند شوت و تکل یار مقابل، بیشتر از اندام تحتانی در حفظ تعادل استفاده می‌کنند که به نظر می‌رسد دو سیستم بینایی و حسی پیکری در حفظ تعادل فوتبالیست‌ها تأثیر بیشتری داشته باشد (۳). محققان نشان داده‌اند ضعف تعادل خطر بروز آسیب در میان ورزشکاران را افزایش می‌دهد (۴ و ۵). Willson و همکاران نیز دریافتند احتمال ابتلا به آسیب‌های اندام تحتانی در ورزشکاران زنی که امتیاز مجموع آزمون تعادل ستاره آن‌ها کمتر از ۹۴ درصد طول پایشان است، ۶/۵ برابر بیش از سایر بازیکنان است (۶).

مسئله ارتباط بین قدرت عضلانی و تعادل و نقش تمرینات قدرتی در بهبود تعادل به‌طور برجسته‌ای بررسی شده است. در این زمینه Blackburn و همکاران گزارش کردند که قدرت به‌واسطه ایجاد مقاومت در برابر طویل شدن با تعادل در تعامل است و می‌تواند از طریق افزایش حساسیت گیرنده‌های عضلانی نسبت به تغییرات طول عضلانی و کاهش تأخیر الکترومکانیکی (از بازتاب کشیدگی دوک عضلانی)، کنترل عصبی-عضلانی را افزایش دهد (۷). کاهش دامنه حرکتی و قدرت، توانایی بازیافت سریع تعادل را پس از به هم خوردن آن، کاهش می‌دهد (۸). با وجود اینکه تحقیقات زیادی برای بررسی ارتباط بین قدرت و تعادل صورت گرفته، اما نتایج حاصل از این مطالعات گاه متناقض است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات قدرتی تعادل را بهبود می‌بخشد (۹ و ۱۰). Hrysomallis نیز بیان می‌کند که افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی می‌تواند سبب افزایش تعادل پویای ورزشکاران شود (۹). در حالی که Thorpe و همکاران ارتباط بین قدرت و تعادل را در زنان و مردان بررسی و عدم ارتباط تعادل و قدرت را گزارش کردند (۱۰). حفظ عملکرد جسمانی مستقل در سرتاسر زندگی بسیار مهم است. عوامل مؤثر بر عملکرد مستقل شامل قدرت عضلانی کافی اندام تحتانی،

بازیکنان ۵ ثانیه انقباض برای هر عضله انجام داده، سپس ۵ ثانیه بعد از هر انقباض استراحت به آزمودنی داده شد. بین انجام انقباض در زوایای متفاوت ۲۰ ثانیه استراحت انجام شد. قدرت عضلات با توجه به گزارش حداکثر گشتاور ایجاد شده بر حسب نیوتن متر (Nm) شد. در هر زاویه ۳ تکرار برای هر عضله انجام گردید، که بیشترین مقدار آن گزارش شد (۱۵).

اندازه‌گیری حس عمقی زانو: حس وضعیت مفصل زانوی پای غالب این بازیکنان از طریق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه با چشم بسته برای جلوگیری از ارسال پیام‌های بینایی به سیستم عصبی مرکزی در زنجیره حرکتی بسته به‌طور فعال ارزیابی شد. در تحقیق حاضر، حس وضعیت مفصل زانو در حالت ایستاده و تحمل وزن ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری این زوایا از یک دستگاه الکتروگوئیومتر بایومتریکس ساخت کشور انگلستان با دقت ۰/۱ درجه استفاده شد (۱۶). دستگاه الکتروگوئیومتر توسط چسب‌های مخصوص دو طرفه در قسمت خارجی ران و ساق به موازات خطی نصب می‌شد که تروکانتر بزرگ مفصل ران در بالا، اپی‌کندیل خارجی ران در وسط و قوزک خارجی در پایین را به هم وصل می‌کند (۱۶). پس از قرار دادن دستگاه الکتروگوئیومتر، فرد در وضعیت ایستاده (اکستنشن کامل مفصل زانو) قرار می‌گرفت و از وی خواسته می‌شد تا در شروع آزمون پای غیر غالب خود را در حدی با زمین تماس دهد که فقط بتواند تعادل خود را به راحتی حفظ نماید. همچنین از آزمودنی خواسته می‌شد سر خود را صاف نگه دارد برای جلوگیری از تحریک (سیستم وستیبولار) و تنه را به سمت عقب یا جلو متمایل نکند (برای یکسان بودن گشتاورهای ایجاد شده در مفاصل اندام تحتانی در همه افراد). سپس، در حالی که چشمان فرد مورد آزمایش بسته بود از وی خواسته می‌شد مفصل زانوی خود را خم کند. وقتی زانو به زاویه ۳۰ درجه فلکشن می‌رسید دستور توقف داده می‌شد و سپس از او خواسته می‌شد تا آن زاویه را به مدت ۵ ثانیه حفظ نماید و بعد از هفت ثانیه، زاویه را مجدداً بازسازی کند (۱۶). در وضعیت ایستاده، پای برتر هر فرد در وضعیتی ثابت قرار می‌گرفت که در آن پنجه‌های مختصری به سمت خارج متمایل باشند. همچنین برای کنترل چرخش‌های ساق و ران و یکسان بودن حرکت برای همه افراد، از هر فرد درخواست می‌شد تا هنگام خم کردن زانو، با حفظ زاویه پا، سعی کند کشکک را در وضعیت مستقیم رو به جلو نگه دارد (۳). برای هر حرکت سه بار آزمایش تکرار و در نهایت میانگین سه زاویه به دست آمده به عنوان عدد اصلی برای هر حرکت، ثبت می‌گردد. اختلاف بین زوایای برده شده توسط آزمودنی

شامل ۶۰ نفر از بازیکنان فوتبال باشگاه شهرداری تبریز بود. بر اساس معیارهای ورود به تحقیق یک گروه شامل ۴۵ نفر ورزشکار با میانگین و انحراف استاندارد سنی $21/14 \pm 2/7$ سال، قد $176/80 \pm 9/7$ سانتی متر، وزن $72/75 \pm 6/3$ کیلوگرم، شاخص توده بدنی $23/60 \pm 2/5$ کیلوگرم بر متر مربع، داشتن دامنه سنی ۱۸ الی ۲۵ سال، داشتن حداقل ۳ سال سابقه ورزشی که سه جلسه در هفته به تمرینات فوتبال در تیم شهرداری تبریز می‌پرداختند، داوطلبانه به عنوان آزمودنی در تحقیق شرکت کردند. در یک روند کلی، در ۲ روز متوالی (صبح و عصر) آزمون، پس از اندازه‌گیری قد، وزن و طول پای آزمودنی‌ها به ترتیب، میزان تعادل ایستا به وسیله آزمون ارزیابی خطاهای تعادل، تعادل پویا به وسیله آزمون ۷، میزان دامنه حرکتی زانو و حس عمقی با استفاده از دستگاه الکتروگوئیومتر و قدرت عضلات چهار سر و همسترینگ با استفاده از دستگاه دینامومتر ایزوکتینیک مورد ارزیابی قرار گرفت.

اندازه‌گیری قدرت عضلات اکستنشن و فلکشن زانو: ابزار گردآوری تحقیق دستگاه ایزوکتینیک سایکس ساخت کشور آمریکا بود. اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک مفصل زانو از زاویه ۰ تا ۹۰ درجه در پای برتر مورد ارزیابی قرار گرفت. دینامومتر در زاویه ۹۰ درجه ثابت شد. زاویه شیب پشتی صندلی، ۷۰ تا ۸۵ درجه در نظر گرفته شد. از نوارهای مخصوص برای فیکس کردن ران و بالاتنه استفاده شد، تا فقط قدرت عضلات فلکسور و اکسنسور زانو محاسبه شود. اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات زانو در ۳ زاویه ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ درجه انجام شد. در هر زاویه



شکل ۱. روش اندازه‌گیری قدرت عضلات با دستگاه ایزوکتینیک

اندازه‌گیری حس نیروی مفصل: اندازه‌گیری حس نیرو از طریق بازسازی نیروی هدف انجام شد. ابتدا حداکثر انقباض ایزومتریک (اکستنشن و فلکشن) زانو طی ۳ بار در وضعیت اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک همان مفصل با دستگاه دینامومتر ایزوکیتیک اندازه‌گیری شد. پس از آزمون حداکثر قدرت ایزومتریک زانو، برای جلوگیری از خستگی استراحت به آزمودنی داده شد. ۵۰٪ حداکثر قدرت ایزومتریک به عنوان نیروی هدف در نظر گرفته شد. مطالعات قبلی پیشنهاد کردند که حداکثر قدرت ایزومتریک ۵۰٪ خطای کمتری در بازسازی ایجاد می‌کند (۱۹ و ۱۸). سپس از آن آزمودنی با چشم بسته با همان اندام نیروی هدف را برای ۳ بار بازسازی کرد. سپس بیشترین مقدار نیروی هدف گزارش شد (۱۹ و ۱۸).

اندازه‌گیری دامنه حرکتی زانو: برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی خم شدن زانو، از آزمودنی خواسته شد به پشت روی میز معاینه دراز بکشد. پاها را در وضعیت آناتومیکی قرار دهد و به صورت فعال با حرکت دادن پاشنه به طرف باسن، حرکت خم شدن زانو را انجام دهد. مرکز گونیامتر بر روی اپی‌کندیل خارجی ران بازوی ثابت موازی محور طولی ران به طرف تروکانتر بزرگ و بازوی متحرک موازی محور طولی نازک نئی به طرف قوزک خارجی قرار می‌گرفت (۲۰).

به منظور تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده شد. سطح معنی‌داری در سراسر تحقیق در سطح ۹۵ درصد با آلفای کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ در نظر گرفته شد با توجه به نرمال بودن داده‌ها که توسط آزمون شاپیروویلک مشخص شد، جهت بررسی ارتباط بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

میانگین سن، وزن و قد کلیه آزمودنی‌ها به ترتیب $21/14 \pm 2/7$ سال، $6/3$ و $72/75 \pm 9/7$ کیلوگرم، $176/80 \pm 9/7$ سانتیمتر بود. در جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱.

میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، جرم و ترکیب بدن آزمودنی‌ها				
BMI	جرم (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	تعداد
۲۳/۶۰±۹/۷	۷۲/۷۵±۶/۳	۱۷۶/۸۰±۹/۷	۲۱/۱۴±۲/۷	۴۵

با زاویه‌ای که آزمونگر برای فرد برده است، به عنوان زاویه خطا مورد بررسی آماری قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از خطا، تمام حرکات توسط یک معاینه‌گر آموزش دیده و با یک سرعت به فرد آزمایش شونده داده می‌شود (۱۶).

اندازه‌گیری تعادل ایستا: تعادل ایستا به وسیله آزمون ارزیابی خطاهای تعادل (BESS) ارزیابی شد. در این آزمون، شش وضعیت مختلف که شامل سه وضعیت ایستادن (ایستادن روی دو پا، ایستادن به صورتی که یک پا در جلو و پای دیگر در عقب قرار دارد و ایستادن روی یک پا (بر روی دو سطح نرم و سخت بود در نظر گرفته شد. در هر وضعیت چشم‌های آزمودنی‌ها بسته بود و دست‌های آن‌ها بر روی کمر قرار داشت. آزمودنی هر وضعیت را به مدت ۲۰ ثانیه انجام می‌داد و تعداد کل خطاهایی که در این شش وضعیت مرتکب می‌شد به عنوان نمره آزمودنی محاسبه شد. خطاها عبارت بودند از: دست‌ها از کمر جدا شوند، چشم‌ها باز شوند، پنجه و پاشنه از زمین جدا شود یا تعادل به هر دلیل به هم بخورد، قبل از اجرای آزمون، آزمودنی ۳ بار آزمون را انجام دادند تا با نحوه‌ی اجرای آزمون آشنا شوند (۴).

اندازه‌گیری تعادل پویا: به لحاظ اینکه این آزمون با طول پا رابطه معنی‌داری دارد به منظور اجرای این آزمون و نرمال کردن اطلاعات، قبل از شروع فرایند اندازه‌گیری، با استفاده از متر نواری طول واقعی پا از خار خاصه قدامی فوقانی تا قوزک داخلی در حالت طاق‌باز در حالت خوابیده بر روی زمین اندازه‌گیری شد. این آزمون در سه جهت قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی انجام شد و آزمودنی روی یک پا (غیربرتر) در مرکز ۷ قرار گرفت و سعی می‌کرد با حفظ تعادل روی پای تکیه‌گاه، با پای دیگر عمل دستیابی را انجام دهد. آزمودنی با پنجه پا دورترین نقطه ممکن را در هر یک از جهات تعیین شده بدون خطا لمس می‌کرد. فاصله محل تماس تا مرکز، فاصله دستیابی می‌باشد که به سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به منظور به حداقل رساندن اثرات یادگیری هر آزمودنی ۶ بار با فاصله ۱۵ ثانیه استراحت، این آزمون را در هر یک از جهت‌های سه‌گانه تمرین می‌کرد. بعد از اینکه آزمودنی آزمون اصلی را در جهت‌های اصلی انجام داد. در صورت بروز خطا، اگر پای که در مرکز قرار داشت حرکت می‌کرد یا تعادل فرد دچار اختلال می‌شد، از آزمودنی خواسته می‌شد آزمون را دوباره تکرار کند. جهت به دست آوردن نمره تعادل در ۳ جهت از فرمول زیر استفاده شد (۱۷).

$$100 \times \frac{\text{قدای} + \text{خلفی خارجی} + \text{خلفی داخلی}}{3 \times \text{طول اندام}} = \text{امتیاز}$$

جدول ۲.

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد اندازه‌گیری و نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه‌ی بین متغیرها با تعادل ایستا و پویا

تعادل ایستا (میزان خطا)		تعادل پویا (سانتی‌متر)		(میانگین \pm انحراف استاندارد)	متغیر
r	p	r	p		
۰/۷۶	*./۰۰۱	-۰/۷۲	*./۰۰۱	۳/۸۰ \pm ۲/۳۵	حس عمقی (میزان خطا)
-۰/۰۸۳	*./۰۳۹	۰/۳۳	*./۰۰۱	۱۳۵/۷۰ \pm ۸/۳۵	دامنه حرکتی (درجه)
-۰/۵۶	*./۰۰۱	۰/۴۲	*./۰۰۳	۹۰/۸۰ \pm ۱۸/۳۵	قدرت عضلات اکستنسور زانو ۳۰ درجه
-۰/۵۳	*./۰۰۴	۰/۴۵	**./۰۰۱	۱۹۰/۱۰ \pm ۲۶/۳۵	قدرت عضلات اکستنسور زانو ۶۰ درجه
-۰/۴۹	**./۰۰۷	۰/۵۹	*./۰۰۱	۲۴۰/۵۰ \pm ۴۲/۱۹	قدرت عضلات اکستنسور زانو ۹۰ درجه
-۰/۵۱	*./۰۰۱	۰/۳۸	*./۰۰۶	۱۷۰/۰۰ \pm ۳۲/۲۱	قدرت عضلات فلکسور زانو ۳۰ درجه
-۰/۴۸	*./۰۰۳	۰/۴۲	**./۰۰۴	۱۳۰/۳۰ \pm ۳۶/۱۲	قدرت عضلات فلکسور زانو ۶۰ درجه
-۰/۴۵	**./۰۰۱	۰/۴۴	*./۰۰۱	۸۰/۶۰ \pm ۱۹/۷۲	قدرت عضلات فلکسور زانو ۹۰ درجه
۰/۵۶	*./۰۰۱	-۰/۴۸۲	*./۰۰۱	۱۴/۸۰ \pm ۸/۳۵	خطای حس نیروی مفصل (نیوتن مترمربع)

** $P \leq 0/01$ $P \leq 0/05$

بحث

دلایل متضاد بودن نتایج تحقیقی را می‌توان به نوع آزمون تعادلی، تفاوت آزمودنی‌ها و سطح آمادگی آن‌ها نسبت داد.

نظریه‌ای که اساس کار محققین در مطالعه حرکت و تعادل واقع شده هست «تئوری سیستم‌ها» است. طبق تئوری سیستم‌ها توانایی کنترل وضعیت بدن در فضا، ناشی از اثر متقابل، هم‌زمان و پیچیده سه سیستم عصبی، عضلانی و اسکلتی می‌باشد، که در مجموع سیستم کنترل پاسچر نامیده می‌شود (۲۲). این سیستم، کنترل پوسچر جهت حفظ تعادل و متعاقب آن ایجاد حرکت را مستلزم تلفیق ۴ داده‌های حسی، جهت تشخیص موقعیت بدن در فضا و همین‌طور توانایی سیستم عضلانی اسکلتی برای اعمال نیرو مناسب می‌داند. طبق این تئوری عوامل عضلانی اسکلتی مؤثر در تنظیم تعادل، شامل مواردی مانند خصوصیات و ویژگی‌های عضله، دامنه‌ی حرکت مفصل، حس عمقی و ارتباط بیومکانیکی قسمت‌های مختلف بدن می‌باشد (۲۲). مطالعات پیشین نیز ارتباط هماهنگ بین قدرت و حس عمقی با تعادل را نشان دادند. در مطالعات Paus و همکاران، Baudry و همکاران گزارش شده است که افرادی که دقت حسی (بینایی و حسی عمقی) پایین‌تری دارند در تشخیص نوسان ضعیف‌تر عمل می‌کنند، در نتیجه نمی‌توانند پاسخ‌دهی عضلانی مناسبی برای کنترل نوسان بدن تولید کنند و تعادلی ضعیف‌تری نشان می‌دهند. در مقابل افراد با عضلات اندام تحتانی ضعیف، پایداری و ثبات پاسچرال نامناسب، اگرچه قادرند نوسان را به‌درستی تشخیص دهند، اما نمی‌توانند گشتاور عضلانی تثبیت‌کننده مناسبی را برای کنترل عدم تعادل ایجاد کنند (۲ و ۱۲). بنابراین در تحقیق حاضر توجه هم‌زمان بین عوامل مختلف تأثیرگذار بر تعادل توصیه شده است. و ارتباط سنجی مناسبی بین عوامل مختلف به‌طور هم‌زمان انجام شد.

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی ارتباط بین سازوکارهای عصبی عضلانی با تعادل ایستا و پویای بازیکنان فوتبال بود. بر اساس نتایج تحقیق، ارتباط معنی‌دار و مثبتی بین نمرات تعادل پویا با قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو و دامنه حرکتی زانو وجود دارد و همچنین ارتباط معنی‌دار و مثبتی بین نمرات تعادل ایستا با حس عمقی و حس نیروی مفصل زانو مشاهده شد. در تحقیق حاضر، بین نمرات تعادل پویا با حس عمقی و حس نیروی مفصل زانو و همچنین بین تعادل ایستا با قدرت عضلات خم‌کننده و بازکننده زانو ارتباط معنی‌دار و منفی مشاهده شد.

Carpe و همکاران بیان کرده‌اند که برای اجرای آزمون ستاره، اندام تحتانی نیازمند دامنه حرکتی، قدرت، فعالیت گیرنده‌های عمقی و کنترل عصبی-عضلانی مناسب است (۱۷). مطالعات پیشین، رابطه‌ی معنی‌دار مثبتی بین دامنه‌ی حرکتی مفاصل اندام تحتانی با فاصله‌ی دستیابی در جهات مختلف آزمون ستاره را بیان کرده‌اند (۸ و ۲۱). کاهش دامنه‌ی حرکتی و قدرت، توانایی بازیافت سریع تعادل را پس از به هم خوردن آن کاهش می‌دهد (۸). که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. در تحقیق حاضر ارتباط معنی‌دار و منفی بین نمرات تعادل ایستا (میزان خطا) و دامنه حرکتی وجود دارد، به عبارت دیگر با افزایش دامنه حرکتی زانو میزان خطا در آزمون تعادل ایستا کاهش می‌یابد و بین تعادل پویا و دامنه حرکتی زانو ارتباط معنی‌دار و مثبتی مشاهده شد. در حالی که با نتایج تحقیق Gribble و همکاران که نشان داد ارتباط معنی‌داری بین چرخش داخلی و خارجی ران و دورسی فلکشن مچ پا با تعادل پویا در زنان و مردان جوان وجود ندارد (۱۴). همسو نیست.

کردند که کاهش حس عمقی منجر به نوسان بدن، کاهش تعادل و افزایش خطر افتادن می‌گردد (۱۹ و ۲۳). فوتبال ورزشی است که نیازمند فراگیری مهارت‌های تکنیکی و همچنین تعادل استاتیک، نیمه پویا و پویا است. بیشتر مهارت‌های فوتبال، مانند پاس دادن، حرکت با توپ، دریافت توپ، دریبل کردن، روی یک پا انجام می‌شوند. تعادل نقش بسیار مهمی در شرایط سخت بازی، مانند هل دادن حریفان، بازی روی زمین چمن‌های لغزنده، پرش‌ها و تغییر جهت دادن‌های سریع دارد (۲۴). تعادل اگر چه به‌عنوان یکی از ویژگی‌های اصلی بازیکنان سطح بالای فوتبال مشخص نمی‌شود، اما تعادل یک جنبه حیاتی است که به‌شدت باعث افزایش عملکرد آن‌ها می‌شود. در حقیقت، در بیشتر شرایط بازی، اندام‌های پایین نقش‌های مهم‌تری ایفا می‌کنند که در آن‌ها یکی کار حمایت و ثبات لازم بدن را فراهم می‌کند (۲۵).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اینکه در مورد موضوع تحقیق حاضر تحقیقات زیادی انجام نگرفته است، برای نتیجه‌گیری باید مطالعات وسیع‌تر و با نمونه‌های بیشتر در جمعیت‌های متفاوت از جمله کودکان، رزمی‌کارها، بسکتبالیست‌ها و والیبالیست‌ها انجام گیرد. از آنجاکه تحقیقات زیادی در زمینه تعادل در حال انجام است و تنها متغیر طول حقیقی پا، به‌عنوان متغیر اثرگذار کنترل می‌شود، این پژوهش نشان داد که عوامل دیگری مثل حس نیرو، قدرت ایزومتریک بیشینه و دامنه حرکتی مفصل زانو می‌تواند با تعادل ایستا و پویا رابطه داشته باشد که به نظر می‌رسد برای مقایسه دقیق‌تر تعادل میان افراد مختلف باید مورد توجه قرار گیرند. در صورتی که تأیید نتایج به‌دست‌آمده با تحقیقات بیشتر، مرئیان می‌توانند به‌منظور استعدادیابی و هدایت افراد با احتمال تعادل بیشتر به سمت ورزش‌هایی که به تعادل زیاد نیاز دارند از این نتایج استفاده کنند، و با توجه به این نتایج می‌توان از تمرینات قدرتی، عصبی عضلانی و انعطاف‌پذیری برای بهبود تعادل ایستا و پویای ورزشکاران فوتبال استفاده کرد.

Hrysmallis نیز بیان می‌کند که افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی می‌تواند سبب افزایش تعادل پویای ورزشکاران شود (۹). نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش‌هایی که نشان دادند افزایش قدرت می‌تواند منجر به بهبود در تعادل شود، همسو بود. اما با نتایج Thorpe و همکاران ارتباط بین قدرت و تعادل را در زنان و مردان بررسی و عدم ارتباط تعادل و قدرت را گزارش کردند (۱۰). ناهم‌سو است. دلایل متضاد بودن نتایج تحقیقی را می‌توان به نوع آزمون تعادلی در دو مطالعه نسبت داد که در مطالعه آن‌ها برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون رومبرگ و برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون Timed Up And Go استفاده شده است.

استراتژی هیپ از طریق فعالیت عضلات تنه و پروگزیمال هیپ از جمله عضله راست شکمی و عضله چهارسر ران موجب حرکت مرکز ثقل و بازیافت تعادل می‌گردد (۲۳). این الگو استراتژی هیپ نام‌گذاری شده چون حرکت حاصل از ابتدا حول مفصل هیپ متمرکز شده است. Butler و همکاران این فرضیه را که آیا ضعف عضلانی باعث افزایش خطای دروندادهای حسی عمقی اندام تحتانی می‌گردد را روی ۵۰ زن بالای ۶۰ سال مورد بررسی قرار داده و پیشنهاد کردند که با کاهش قدرت عضلانی، دقت حس عمقی به‌طور معناداری کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده وجود ارتباطی عملکردی بین انقباض عضلانی و فرآیندهای حسی عضلانی است (۲۳).

اطلاعات داخلی مربوط به حرکت و وضعیت بخش‌های بدن از طریق مکانورسپتورها تأمین می‌شود که دامنه این گیرنده‌ها از انتهای عصبی آزاد تا گیرنده‌های اختصاصی قرار گرفته داخل عضلات، مفاصل و پوست می‌باشد. هر یک از این انواع گیرنده‌ها یک پیام آورانی را فراهم می‌کند که برای کنترل حرکت مفید است (۱۹). گیرنده‌های حس عمقی، گیرنده‌هایی هستند که در داخل عضلات، لیگامان‌ها، مفاصل و بافت‌های پیوندی قرار گرفته‌اند و نه تنها درباره نحوه قرارگیری بخش‌های مختلف بدن نسبت به یکدیگر و نسبت به بیرون اطلاعات می‌دهند بلکه میزان سرعت و جهت حرکت را نیز گزارش می‌دهند. ارگان‌های تماسی، لمس، فشار و لرزش را کشف کرده و بر روی تعادل و حرکت تأثیر گذارند (۱۹). محققان گزارش

References

- Hess JA, Woollacott M. Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *Journal of Manipulative Physiological Therapeutics*. 2005; 28(8):582-90.
- Baudry S, Klass M, Pasquet B, Duchateau J. Age-related fatigability of the ankle dorsiflexor muscles during concentric and eccentric contractions. *European journal of applied physiology*. 2007; 100(5):515-520.

3. Steffen K, Bakka HM, Myklebust G, Bahr R. Performance aspects of an injury prevention program a ten-week. *Journal of athletic training*. 2012;12(2):81-89.
4. Cote KP, Brunet ME, II BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*. 2005; 40(1):41.
5. Tsukagoshi T, Shima Y, Nakase J, Goshima K, Takahashi R, Aiba T, et al. Relationship between core strength and balance ability in high school female handball and basketball players. *Journal Sports Med*. 2011; 45(4):378-81.
6. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2005; 13(5):316-25.
7. Blackburn JT, Prentice WE, Guskiewicz KM, Busby MA. Balance and joint stability the relative contributions of proprioception and muscular strength. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2000; 9(4):315-28.
8. Chiacchiero M, Dresely B, Silva U, DeLosReyes R, Vorik B. The relationship between range of movement, flexibility, and balance in the elderly. *Journal of Geriatric Rehabilitation*. 2010; 26(2):148-55.
9. Hrysmallis C. Balance ability and athletic performance. *Journal of Sports medicine*. 2011; 41(3):221-32.
10. Thorpe JL, Ebersole KT. Unilateral balance performance in female collegiate soccer athletes. *Journal of Strength*. 2008; 22(5):1429-33.
11. Soyuer F, Mirza M. Relationship between lower extremity muscle strength and balance in multiple sclerosis. *Journal of Neurological Sciences* 2006; 23(4): 257-63.
12. Paus T. Growth of white matter in the adolescent brain. *Journal of Neurological Sciences*. 2010; 72 (1): 26-35.
13. Waldén, M, et al, Regional differences in injury incidence in European professional football Scandinavian. *journal of medicine science in sports*, 2013. 23(4): 424-430.
14. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Journal of physical education and exercise science*. 2003; 7(2):89-100.
15. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Hoge KM, Cramer JT. Acute effects of static stretching on leg extension and flexion peak torque and the hamstrings-to-quadriceps conventional and functional ratios. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011; 25(3):66-70.
16. Petrella RJ, Lattanzio PJ, Nelson MG. Effect of age and activity on knee joint proprioception1. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 1997; 76(3):235-41.
17. Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2008;12(1):22-30.
18. Bock, O. and M. Thomas, Proprioception plays a different role for sensorimotor adaptation to different distortions. *Journal of Human movement science*, 2011. 30(3): 415-423.
19. Maenhout, A.G, et al, The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 2012. 21(8): 1080-1086.
20. Chiacchiero M, Dresely B, Silva U, DeLosReyes R, Vorik B. The relationship between range of movement, flexibility, and balance in the elderly. *Journal of Geriatric Rehabilitation*. 2010; 26(2):148-55.
21. Hoch M, Staton G S, McKeon J M, Mattacola C G, McKeon P. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2012; 15:574-9.
22. Zaghari s, Studying the standing abilities of elderly men and women, Master's Thesis, Iran University of Medical Sciences, 2008:12-59
23. Butler AA, Lord SR, Rogers MW, Fitzpatrick RC. Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing. *Brain research*. 2008; 12(2):244-51.
24. Evangelos B, Georgios K, Konstantinos A, Gissis I, Papadopoulos C, Aristomenis S. Proprioception and balance training can improve amateur soccer players' technical skills. *Journal of Physical Education and Sport*. 2012; 12(1):81.
25. Teixeira, L.A., de Oliveira, D.L., Romano, R.G., and Correa, S.C. Leg preference and interlateral asymmetry of balance stability in soccer players. *Journal of Quarterly for Exercise and Sport*. 2011; 82: 21-27.

The Relationship between Neuromuscular Mechanisms and Static and Dynamic Balance of Soccer Players

Morteza Sajedinia^{1*},
Aliasghar Norasteh²,
Zahra Salahzadeh³

1. Department of Sport Injuries
& Corrective Exercise, Faculty
of Sport Sciences, University of
Guilan, Rasht, Guilan, Iran.

2. Department of Physical
Education, Faculty of Sport
Sciences, University of Guilan,
Rasht, Guilan, Iran.

3. Department of Physiotherapy,
Faculty of Rehabilitation, Tabriz
University of Medical Sciences,
Tabriz, Iran

* Corresponding author:

Department of Sport Injuries & Corrective
Exercise, Faculty of Sport Sciences, Uni-
versity of Guilan, Rasht, Iran.

Tel: 09026334459

Email:

sajediniya.morteza1369@gmail.com

Abstract

Received: Feb. 19, 2018 Accepted: Mar. 4, 2018

Objective: The effective variables in maintaining balance come from sensory information that is obtained from sensory-visual, vestibular and visual systems, and is affected by coordination, range of motion and muscle strength. The purpose of this study was to investigate the relationship between neuromuscular mechanisms and the static and dynamic balance of soccer players.

Methods: In an analytical observational study, among the football players of the Shahdari Tabriz Club, 45 people were selected to examine the relationship between strength, joint strength, proprioception and range of motion. The static equilibrium value was measured by means of the equilibrium error assessment (BESS), dynamic equilibrium by Y test, knee range of motion and proprioception using an electro-goniometer and chest and hamstring muscle strength and joint force sensation using an isokinetic dynamometer it placed. Finally, using SPSS software version 19 and running the Pearson correlation coefficient, the relationship between variables was evaluated at the significance level of 0.05.

Results: The results showed that there would be a significant relationship between extensor muscle strength and knee flexion, joint force sensation, proprioception and knee range with static and dynamic balance ($p < 0.05$).

Conclusion: The results of the study imply that improvement of knee joint strength in soccer athletes may improve their static and dynamic balance.

Keywords: Muscle strength, Proprioception, Range of motion, Static balance, Dynamic balance

دکتر علی اصغر نورسته در سال ۱۳۶۹ در رشته کارشناسی فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی شیراز فارغ التحصیل شدم. در سال ۱۳۶۹ برای دوره کارشناسی ارشد فیزیوتراپی وارد دانشگاه تربیت مدرس شده و از سال ۱۳۷۲ به عنوان عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی بابل



مشغول به کار شدم. در سال ۱۳۷۹ در دوره دکتری تخصصی فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی ایران پذیرفته شده و پس از فارغ التحصیلی در سال ۱۳۸۴ از وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی به وزارت علوم تحقیقات و فن آوری و دانشگاه گیلان انتقال یافتم. از سال ۱۳۸۵ تاکنون تدریس در دوره های کارشناسی تربیت بدنی و کارشناسی ارشد تربیت بدنی گرایش حرکات اصلاحی و آسیب ورزشی و از سال ۱۳۹۲ تدریس در دوره های دکتری تربیت بدنی گرایش آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی و تربیت بدنی سازگاران را بعهده داشته ام. بعلاوه از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ بعنوان معاون پژوهشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی مشغول فعالیت بوده ام.

آقای مرتضی ساجدی نیا، مدارج تحصیلی خویش را در رشته تربیت بدنی اخذ کرده و هم اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد رشته حرکات اصلاحی در دانشگاه گیلان است. وی اخیراً مقاله ای را در دومین همایش تازه های پژوهش در علوم ورزشی به صورت



سخنرانی ارائه کرده است. عنوان پایان نامه ایشان تاثیر ۶ هفته تمرینات تی.آر.ایکس بر روی قدرت عملکردی، حس عمقی زانو و تعادل بازیکنان فوتبال می باشد.

خانم دکتر زهرا صلاح زاده فارغ التحصیل از دانشگاه علوم پزشکی تهران در دکترای فیزیوتراپی ۲۰۱۳، عضو هیئت علمی گروه فیزیوتراپی دانشگاه توان بخشی تبریز، شغل سازمانی: معاونت آموزشی دانشکده. مرتبه علمی استادیار و صاحب ده ها مقاله در زمینه طب ورزشی در مجلات داخلی و خارجی و آشنا با دستگاه ایزو کیتیک سایبکس و مدرس نرم افزارهای spss و exell

