مطالعات طب ورزشی شماره ۱۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۱، صص ۹۶-۸۱

مقایسهٔ حس وضعیت مفصل زانو در بازیکنان مرد نخبهٔ فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی

محمدحسین علیزاده [۱]، مصطفی زارعی [۲]، هادی صمدی [۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۰۵/۰۲

چکیده

حس عمقی و تعادل از عوامل مؤثر بر ارتقای عملکرد و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی‌اند، اما تأثیر شرکت در فعالیت‌های مختلف ورزشی بر این حس کمتر مطالعه شده است؛ بنابراین هدف این پژوهش مقایسهٔ حس وضعیت مفصل زانو در بازیکنان مرد نخبهٔ فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی بود. بدین منظور ۵۳ نفر از بازیکنان تیم‌های ملی جوانان فوتبال (۲۳ نفر)، فوتسال (۱۶ نفر) و فوتبال ساحلی (۱۴ نفر)، با میانگین سنی به ترتیب ۰/۷۰±۱۷/۹۶، ۱/۲۰±۱۹/۱۳ و ۳/۲۴±۲۴/۶۹ سال؛ میانگین وزن ۵/۹۲±۶۹/۷۸، ۷/۲۲±۶۶/۴۴ و ۶/۰۴±۷۶/۶۹ کیلوگرم و میانگین قد ۶/۲۴±۱۷۴/۷۸، ۴/۷۱±۱۷۶ و ۴/۷۰±۱۸۲/۹۲ سانتی‌متر در این مطالعه شرکت کردند. حس وضعیت مفصل زانوی پای غالب این بازیکنان از طریق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه فلکشن با چشمان بسته و در زنجیرهٔ حرکتی بسته ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری این زوایا از الکتروگونیامتر استفاده شد. خطای مطلق آزمودنی (بدون در نظر گرفتن جهت خطا) در بازسازی زوایای هدف آموزش داده شده، به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. به‌منظور تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک سویه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. نتایج نشان داد بین میانگین حس وضعیت مفصل زانوی بازیکنان فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی در زاویهٔ ۳۰ درجه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵)، اما در میانگین حس وضعیت مفصل زانوی این سه گروه در زاویهٔ ۶۰ درجه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد [F(۲, ۴۹)=۳/۴۵, p ۰/۰۴]. نتایج آزمون تعقیبی توکی نیز نشان داد میانگین خطای مطلق در بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجهٔ بازیکنان فوتبال ساحلی(M=۲/۲۰, SD=۱/۲۸) به‌طور معنی‌داری از خطای مطلق بازیکنان فوتبال (M= ۳/۹۲, SD= ۲/۱) کمتر است. با وجود این، تفاوت معنی‌داری در باز سازی این زاویه توسط بازیکنان فوتسال (M= ۳/۴۸, SD= ۱/۹۴) در مقایسه با دو گروه دیگر مشاهده نشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد حس وضعیت مفصل زانو در بازیکنان رشته‌های فوتسال و فوتبال ساحلی در زاویهٔ ۶۰ درجه فلکشن تفاوت معنی-داری با هم دارند، اما بین سه گروه در زاویهٔ ۳۰ درجه تفاوتی مشاهده نشد. این نتایج می‌تواند به مربیان، بدن‌سازان و کادر پزشکی تیم‌های فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی برای طراحی تمرینات مؤثر بر ارتقای حس عمقی کمک نماید.

واژگان کلیدی: حس عمقی، مفصل زانو، فوتبال، فوتسال، فوتبال ساحلی.

۱. دانشیار دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)
۲ و ۳. دانشجوی دکتری دانشگاه تهران
Email: zareeimostafa@yahoo.com

مقدمه

امروزه، با افزایش روز افزون شرکت افراد در ورزش‌های رقابتی و تفریحی میزان بروز آسیب‌های مفصلی، به‌ویژه مفصل زانو افزایش چشمگیری داشته است و در نتیجه، باشگاه‌ها ورزشی و بازیکنان متحمل خسارات اقتصادی، روحی و روانی بسیار زیادی شده اند(۱)، اما حس عمقی نقشی برجسته در انجام بهینهٔ مهارت‌های ورزشی و پیشگیری از بروز آسیب‌ها دارد (۲). این حس شامل اجزای گوناگونی از قبیل حس وضعیت مفصل[1]، حس حرکت[2] مفصل و حس اعمال نیرو[3] است (۳- ۵). اطلاعات فراهم‌شده از گیرنده‌های حس عمقی، به انجام حرکات دقیق و ظریف و تأمین ثبات فعال کمک می کند (۶). همچنین حس عمقی نقش بسیار زیادی در حفظ تعادل افراد دارد. واوگویوا[4] و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر نسبی حس عمقی و سیستم وستیبولار را در غیاب سیستم بینایی بر تعادل افراد در گروه‌های سنی مختلف بررسی کردند و دریافتند تمام گروه‌های سنی برای حفظ تعادل بیش از هر چیز به حس عمقی وابسته‌اند (۷، ۸)؛ بنابراین هرگونه ضعف و اختلال در حس عمقی خطر بروز آسیب‌های ورزشکاران را به صورت قابل توجهی افزایش می‌دهد (۴)؛ برای مثال زوزولاک و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند زنان ورزشکاری که با کاهش حس عمقی در مفاصل تنه و اندام تحتانی مواجه‌اند، بیش از سایر ورزشکاران در معرض بروز آسیب قرار دارند (۹).

یکی از استراتژی‌های مهم برای تقویت حس عمقی، انجام فعالیت‌های ورزشی منظم است. ورزش می‌تواند به بهبود سیستم‌های حس عمقی مؤثر بر ثبات بدن کمک کند (۱۰). با وجود این، مطالعات اندکی تأثیر ورزش‌های مختلف را بر حس عمقی و تعادل به‌عنوان معلول حس عمقی بررسی کرده‌اند (۱۱). هانگ[5] و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند حس عمقی مفاصل مچ پا و زانوی افرادی که به‌طور منظم تمرینات تای چی انجام می‌دهند از غیرورزشکاران، شناگران و دوندگان بهتر است، اما بین گروه شناگران و دوندگان و گروه غیرورزشکار تفاوتی گزارش نشد (۸). حقیقی و غفاری نژاد (۱۳۸۴) نیز حس عمقی مچ پای ورزشکاران با فعالیت‌های پرشی (والیبال و بسکتبال) را بهتر از ورزشکاران بدون فعالیت پرشی (شناگران) بیان کردند. همچنین این محققان میزان خطا را در گروه غیرورزشکار کمتر از ورزشکاران بدون فعالیت پرشی گزارش

---

1. Joint Position Sense
2. Kinesthesia
3. Force sense
4. Vaugoyeau
5. Hong

کردند (۱۲). وولرم و همکاران (۲۰۰۱) حس عمقی مچ پا و جابه‌جایی مرکز فشار پای ژیمناست‌ها را با ورزشکاران دیگر مقایسه کردند. بر اساس نتایج این تحقیق ژیمناست‌ها قادر بودند اطلاعات حس عمقی را سریع‌تر برای کاهش جابه‌جایی مرکز فشار پا به‌کار گیرند (۱۳).

بازیکنان ورزش هایی مانند فوتبال برای رسیدن به عملکرد مطلوب به سطح بالایی از هماهنگی، کنترل پوسچر، قدرت، و انعطاف‌پذیری نیاز دارند. با وجود این، اطلاعات کافی در مورد اینکه آیا بازیکنان فوتبال حس عمقی بهتری نسبت به ورزشکاران سایر رشته‌ها دارند در دسترس نیست (۱۴). چندین مطالعه نشان داده‌اند که فوتبال نیز می‌تواند بر حس عمقی و تعادل بازیکنان تأثیر مثبت داشته باشد؛ برای مثال برسل[1] و همکاران (۲۰۰۷)، نشان دادند بازیکنان فوتبال، در مقایسه با بازیکنان بسکتبال و ژیمناستیک تعادل پویای بهتری دارند. همچنین تعادل ایستای فوتبالیست‌ها بیشتر از بسکتبالیست ها گزارش شد (۱۵). ماتسودا و همکاران (۲۰۰۸) نیز ویژگی‌های نوسان پوسچر فوتبالیست‌ها، بسکتبالیست‌ها، شناگران و غیرورزشکاران را طی ایستادن روی یک پا به صورت ایستا بررسی کردند. فوتبالیست‌ها نوسان با تکرار زیاد یا مکرر بیشتر و نوسانات قدامی خلفی و نوسانات افقی کمتری از بسکتبالیست‌ها، شناگران و غیرورزشکاران داشتند؛ به‌عبارت دیگر بر اساس نتایج این تحقیق، فوتبالیست‌ها توانایی بیشتری برای حفظ تعادل روی یک پا دارند (۱۶). موادی و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسهٔ دقت حس عمقی چرخش داخلی و خارجی زانو در میان فوتبالیست‌های المپیکی و غیرورزشکاران دریافتند بازیکنان فوتبال دقت حس عمقی بیشتری دارند که ممکن است ذاتی یا در اثر تمرینات ورزشی طولانی مدت باشد (۱۷). پیلارد و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند بازیکنانی که در سطوح بالاتری (بازیکنان تیم ملی) فوتبال بازی می‌کنند، در مقایسه با بازیکنان سطوح پایین‌تر کنترل و ثبات پوسچر بهتری دارند (۱۸).

همان‌گونه که بیان شد، مطالعات نشان می‌دهد بازیکنان فوتبال، در مقایسه با غیرورزشکاران و ورزشکاران رشته‌های دیگر تعادل و حس عمقی بهتری دارند. در میان رشته‌های ورزشی مختلف، فوتبال ورزشی است که به سه شکل مختلف و در سطوح متفاوت انجام می‌شود. سطح مورد استفاده در فوتسال معمولاً از جنس پلاستیک فشرده یا چوب است و بازیکنان این رشته نیز از کفش‌هایی با کف تخت استفاده می‌کنند. بازیکنان فوتبال ساحلی نیز معمولاً با پای برهنه در زمینی به فعالیت می‌پردازند که سطح آن پوشیده از شن‌های ساحلی است، ولی بازیکنان فوتبال با کفش‌های میخ‌دار روی چمن طبیعی و یا مصنوعی به تمرین و مسابقه می‌پردازند. این تفاوت در نیازمندی‌های مهارتی و محیطی این ورزش‌ها سبب می‌شود

1. Bressel

سیستم‌های حسی - حرکتی بازیکنان به روش‌های متفاوت به چالش کشیده شوند و احتمالاً این مسئله نیز می‌تواند بر حس عمقی آن‌ها مؤثر باشد. با وجود این، تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه انجام نشده است؛ بنابراین هدف پژوهش حاضر مقایسهٔ حس وضعیت مفصل زانو در بازیکنان مرد نخبهٔ فوتبالیست، فوتسالیست و فوتبال ساحلی است.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق، مطالعه‌ای توصیفی - همبستگی است که با هدف مقایسهٔ حس وضعیت مفصل زانو در بازیکنان مرد نخبهٔ فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی انجام شده است. بدین منظور از تمام بازیکنان تیم‌های ملی جوانان فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی مردان برای شرکت در این پژوهش دعوت به عمل آمد. ۵۳ نفر از این بازیکنان که دست‌کم یک سال سابقهٔ حضور در تیم ملی را داشتند، به‌طور داوطلبانه و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه در پژوهش شرکت کردند. جدول ۱ ویژگی‌های این بازیکنان را نشان می‌دهد. معیارهای ورود افراد به تحقیق شامل: سن بین ۱۷ تا ۲۸سال، عدم احساس درد در هنگام آزمون، نداشتن سابقهٔ جراحی مفصل زانو در شش ماه گذشته و دست‌کم یک سال سابقهٔ عضویت در تیم ملی در رشته مربوط بود. اشخاص با داشتن سابقهٔ آسیب لیگامان و مینیسک در شش ماه گذشته و اختلال در اندام تحتانی مانند اختلاف طول اندام تحتانی (طول واقعی پاها) و نداشتن دامنهٔ حرکتی مناسب از تحقیق خارج شدند.

جدول ۱. ویژگی‌های شرکت‌کنندگان هر سه گروه (انحراف استاندارد ± میانگین)

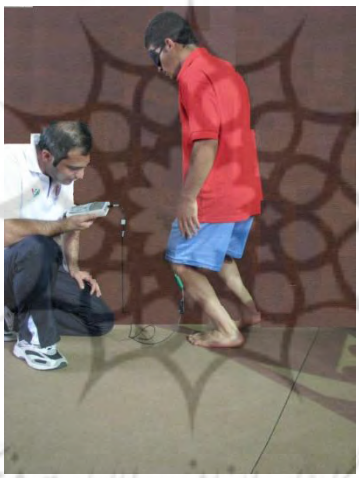
ویژگی‌ها / گروه‌ها	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص تودهٔ بدنی
فوتبال (n= ۲۳)	۱۷/۹۶ع۰/۷۰	۱۷۴/۷۸ع۶/۲۴	۶۹/۷۸ع۵/۹۲	۲۲/۸ع۱/۴
فوتسال (n= ۱۶)	۱۹/۱۳ع۱/۲۰	۱۷۶ع۴/۷۱	۶۶/۴۴ع۷/۲۲	۲۱/۴ع۲/۱
فوتبال ساحلی (n= ۱۴)	۲۴/۶۹ع۳/۲۴	۱۸۲/۹۲ع۴/۷۰	۷۶/۶۹ع۶/۰۴	۲۲/۹ع۲/۴

حس وضعیت مفصل زانوی پای غالب این بازیکنان از طریق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه با چشمان بسته (برای جلوگیری از ارسال پیام‌های بینایی به سیستم عصبی مرکزی) در زنجیرهٔ حرکتی بسته به‌طور فعال (۱۹) در سالن سنجش آکادمی ملی فوتبال ایران ارزیابی شد. در تحقیق حاضر، حس وضعیت مفصل زانو در حالت ایستاده و تحمل وزن ارزیابی شد. این وضعیت، در مقایسه با وضعیت نشسته بدون تحمل وزن کاربردی‌تر است. به‌علاوه، تمام گیرنده‌های پروپریوسپتیو به‌طور هماهنگ با یکدیگر به‌کار می‌روند و این حالت با آنچه در

فعالیت‌های روزمرهٔ ورزشی اتفاق می‌افتد مشابه است (۲۰).

برای اندازه‌گیری این زوایا از الکتروگونیامتر[1] ME600 ساخت شرکت Mega Electronics فنلاند با دقت ۰/۱ درجه استفاده شد. پترلا[2] و همکاران (۱۹۹۷) الکتروگونیامتر را وسیله‌ای مناسب برای اندازه‌گیری حس عمقی مفصل زانو در تمام افراد بدون توجه به سن و سطح فعالیت گزارش کردند. این محققان در مطالعه‌ای میزان تکرارپذیری الکتروگونیامتر را در اندازه گیری حس وضعیت مفصل زانو ۰/۸۸ بیان نمودند (۲۱).

الکتروگونیامتر توسط چسب‌های مخصوص دو طرفه در قسمت خارجی ران و ساق به موازات خطی نصب می شد که تروکانتر بزرگ مفصل ران در بالا، اپیکوندیل خارجی ران در وسط و قوزک خارجی در پایین را به هم وصل می‌کند (۲۲- ۲۴).



شکل ۱. نحوه انجام تست

پس از قرار دادن الکتروگونیامتر، فرد در وضعیت ایستاده (اکستنشن کامل مفصل زانو) قرار می‌گرفت و از وی خواسته می‌شد تا در شروع آزمون پای غیرغالب خود را در حدی با زمین تماس دهد که فقط بتواند تعادل خود را به راحتی حفظ نماید (پای غالب ورزشکار، پایی در نظر گرفته می‌شد که وی بیشتر از آن پا برای ضربه زدن به توپ استفاده می‌کرد) (۲۵). 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

1. Electrogoniometer (Mega Electronics Ltd, Finland)
2. Petrella

ایجاد شده در مفاصل اندام تحتانی در همهٔ افراد). سپس، در حالی که چشمان فرد مورد آزمایش بسته بود از وی خواسته می‌شد مفصل زانوی خود را خم کند. وقتی زانو به زاویهٔ ۳۰ درجه فلکشن می‌رسید، دستور توقف داده می‌شد و سپس از او خواسته می‌شد تا آن زاویه را به مدت پنج ثانیه حفظ نماید و بعد از آن، زانو را با سرعت دلخواه به وضعیت شروع برگرداند و پس از هفت ثانیه، زاویه را مجدداً بازسازی کند (۲۱). در وضعیت ایستاده، پای برتر هر فرد در وضعیتی ثابت قرار می‌گرفت که در آن پنجه‌ها مختصری به سمت خارج متمایل باشند. همچنین برای کنترل چرخش‌های ساق و ران و یکسان بودن حرکت برای همهٔ افراد، از هر فرد درخواست می‌شد تا هنگام خم کردن زانو، با حفظ زاویهٔ پا، سعی کند کشکک را در وضعیت مستقیم رو به جلو نگه دارد (۲۶).

به‌منظور دقت بیشتر اندازه‌گیری، آزموت زاویه و بازسازی آن سه بار تکرار شد و بین هر تکرار ۳۰ تا ۶۰ ثانیه استراحت داده می شد (۳). اختلاف زاویهٔ آزمون و بازسازی به‌عنوان خطای مطلق در نظر گرفته شد. منظور از خطای مطلق، میزان انحراف از زاویهٔ هدف در بازسازی زاویه‌ای حرکت بدون احتساب جهت انحراف (+ یا -) بود.

زوایای هدف در این پژوهش ۳۰ و ۶۰ درجه و در جهت اکستنشن به فلکشن بود (۲۷). خطای مطلق فرد در بازسازی زاویهٔ آموزش داده شده، به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 تجزیه و تحلیل شدند. برای ارزیابی توزیع متغیرهای کمّی با توزیع نظری نرمال از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد و به‌منظور مقایسهٔ خطای مطلق سه گروه از آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه و آزمون تعقیبی توکی با ۹۵٪ اطمینان استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

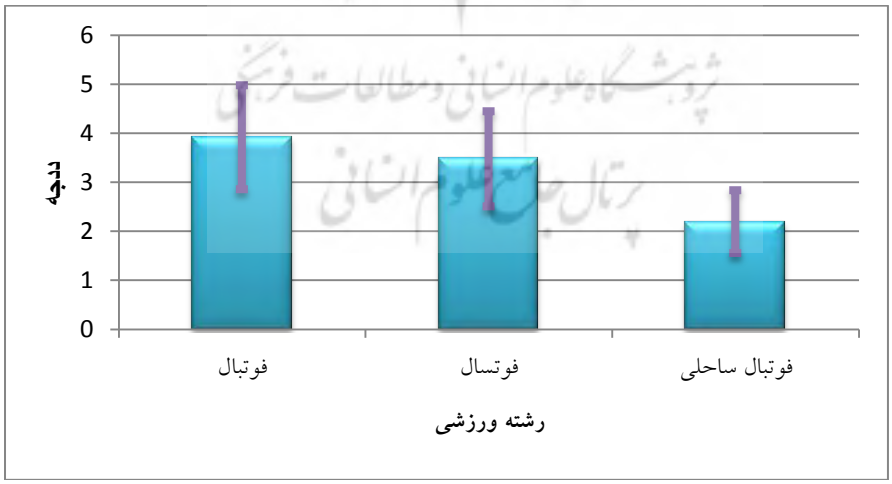
ضرایب همبستگی درون‌گروهی[1] (ICC) حاصل از سه بار اندازه‌گیری خطای مطلق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه فلکشن، نشان‌دهندهٔ تکرارپذیری متوسط تا خوب (۰/۷۵ - ۰/۶۴) الکتروگونیامتر در اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل زانو بود.

نتایج نشان داد بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه فلکشن مفصل زانوی بازیکنان فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P> ۰/۰۵) (شکل ۲).

1. Intraclass Correlation Coefficient

شکل ۲: میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه

در میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجه فلکشن زانوی این سه گروه، تفاوت معنی-داری در سطح (P< ۰/۰۵) مشاهده شد [F(۲, ۴۹)= ۳/۴۵, P= ۰/۰۴] (شکل ۳). نتایج آزمون تعقیبی توکی نیز نشان داد میانگین خطای مطلق در بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجهٔ بازیکنان فوتبال ساحلی (M= ۲/۲۰, SD= ۱/۲۸) به‌طور معنی‌داری از میانگین خطای مطلق بازیکنان فوتبال (M= ۳/۹۲, SD= ۲/۱۳) کمتر است. با وجود این، در بازسازی این زاویه توسط بازیکنان فوتسال (M= ۳/۴۸, SD= ۱/۹۴) تفاوت معنی‌داری در مقایسه با دو گروه دیگر مشاهده نشد.

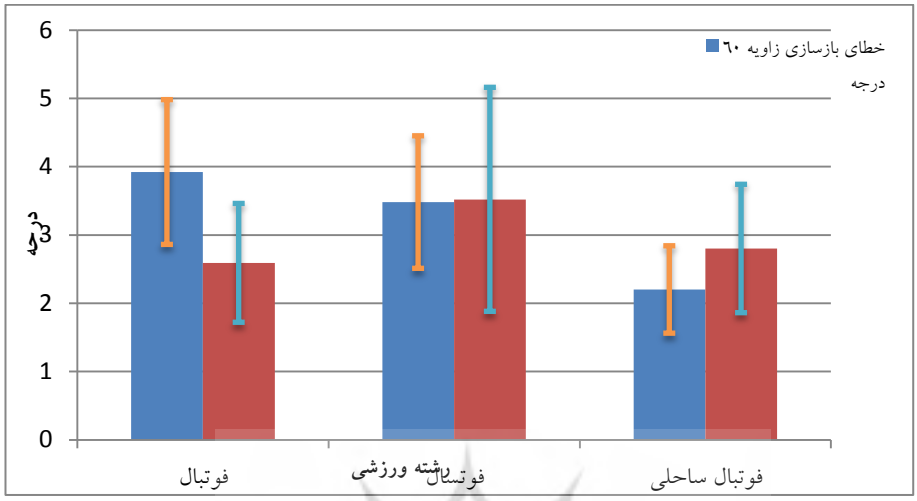


شکل ۳: میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه ۶۰ درجه

همچنین از آزمون تی وابسته برای مقایسهٔ میانگین خطای مطلق بازیکنان در دو زاویهٔ ۳۰ و ۶۰ درجه استفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه (M= ۲/۶۷, SD= ۱/۷۸) و میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجه (M= ۳/۳۶, SD= ۲/۰۱) وجود دارد (t(۵۲)= -۲/۰۸, P= ۰/۰۴).

شکل ۴. مقایسهٔ میانگین خطای مطلق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه

همچنین نتایج آزمون تی وابسته برای مقایسهٔ میانگین خطای مطلق بازیکنان در دو زاویهٔ ۳۰ و ۶۰ درجه به تفکیک گروه‌ها نیز نشان داد تنها در بازیکنان فوتبال اختلاف معنی‌داری بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه (M = ۲/۵۹ , SD= ۱/۷۴) و میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجه (M= ۳/۳۶, SD= ۲/۰۱) وجود دارد (t(۲۲)= ۲/۲۹, P= ۰/۰۳)، اما بازیکنان فوتسال اختلاف معنی‌داری بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه (M= ۳/۵۲, SD= ۳/۲۸) و میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه ۶۰ درجه (M= ۳/۴۸, SD= ۱/۹۴) نشان ندادند (t(۱۵)= -۰/۰۵۹, P= ۰/۹۵). بازیکنان فوتبال ساحلی نیز مانند بازیکنان فوتسال اختلاف معنی‌داری بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه (M= ۲/۸۰, SD= ۱/۸۹) و میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه ۶۰ درجه (M= ۲/۲۰, SD= ۱/۲۸) نشان ندادند(t(۲۲)= -۱/۲۴, P= ۰/۲۳) (شکل ۵).



شکل ۵. مقایسهٔ میانگین خطای مطلق بازسازی زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه به تفکیک رشته

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه فلکشن مفصل زانوی بازیکنان فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. توانایی (۱۳۸۷) نیز بیان کرد که حس وضعیت مفصل زانوی بازیکنان تیم ملی امید فوتبال تفاوت معنی‌داری با همتایان غیرورزشکار و ورزشکاران ژیمناستیک در زوایای ۱۵ و ۴۵ درجه ندارد (۲۸). دامنهٔ ابتدای حرکت مفصل زانو (۱۵ تا ۳۵ درجه) به‌عنوان دامنهٔ طبیعی حرکت زانو طی فعالیت‌هایی از قبیل راه رفتن، دویدن، پریدن و شوت زدن در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین مفصل زانوی بازیکنان هر سه رشتهٔ ورزشی به‌طور مکرر و متوالی در این دامنه فعالیت می کند (۵). این مسئله می‌تواند از دلایل عدم تفاوت در بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجه در سه گروه باشد، اما در میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجهٔ فلکشن مفصل زانو در سه گروه تفاوت معنی-داری مشاهده شد. بازیکنان فوتبال ساحلی، در مقایسه با دو گروه دیگر در این زمینه خطای کمتری داشتند؛ به عبارت دیگر، بازیکنان فوتبال ساحلی، در مقایسه با بازیکنان دیگر حس وضعیت مفصل زانوی بهتری در زاویهٔ ۶۰ درجه دارند. تمرین و فعالیت روی شن می‌تواند از عوامل مؤثر بر بهبود حس وضعیت و حس عمقی مفصل زانو در این زاویه باشد. محققان نشان داده‌اند تمرین روی شن به خم شدن بیشتر در مفصل زانو نیاز دارد. پینینگتون و همکاران (۲۰۰۵) زاویهٔ فلکشن زانو را هنگام دویدن روی شن بیشتر از دویدن روی سطح سخت گزارش کردند. هنگام دویدن با سرعت ۸ کیلومتر بر ساعت زاویهٔ فلکشن زانو در مرحلهٔ میانی راه رفتن

و دویدن روی شن به حدود ۶۰ درجه می‌رسد، در حالی که هنگام دویدن روی سطح سخت این زاویه حدود ۳۵ درجه است (۲۹).

از دیگر دلایل کمتر بودن خطای بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجهٔ بازیکنان فوتبال ساحلی نسبت به بازیکنان فوتسال می‌توان به نقش عضلات اشاره کرد. هنگام دویدن روی شن، عضلات پهن خارجی و پهن داخلی ۴۴ درصد بیشتر از هنگام دویدن روی سطح سخت فعالیت می‌کنند. همچنین عضلات راست رانی ۵۷ درصد و عضلهٔ کشندهٔ پهن نیام نیز ۱/۷ برابر بیشتر منقبض می شوند (۳۰). گیرنده‌های حس عمقی که در عضلات وجود دارند (ازجمله دوک‌های عضلانی و اندام‌های وتری گلژی) همراه با کشش یا انقباض عضله فعال می‌شوند و هر چه این فعالیت و انقباض عضلاتی بیشتر باشد، تحریک این گیرنده‌ها نیز افزایش یافته، اطلاعات بیشتر و دقیق‌تری از جانب آن‌ها به سیستم عصبی مرکزی در زمینهٔ موقعیت و وضعیت مفاصل در فضا ارسال می‌شود (۳۱، ۳۲). همچنین این گیرنده‌ها نسبت به تغییرات بار، تنشن و سرعت بسیار حساس‌اند و آستانهٔ تخلیهٔ آن‌ها با تحریک‌های مداوم و تکراری انطباق پیدا می‌کند (۱۴).

هنگام دویدن روی شن گروه عضلات همسترینگ نیز ۱/۷ برابر بیشتر از هنگام دویدن روی سطح سخت منقبض می شوند (۲۹). انقباض عضلهٔ همسترینگ می‌تواند سبب کشیده شدن لیگامان صلیبی قدامی و افزایش ارسال اطلاعات حس از موقعیت زانو به سیستم عصبی مرکزی و بهبود حس عمقی شود (۳۰).

نوع کفش‌هایی که بازیکنان رشته‌های مختلف با آن تمرین می‌کنند نیز می‌تواند از عوامل تفاوت در حس عمقی باشد. مک نیر و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که میزان فلکشن مفصل زانو در مرحلهٔ جدا شدن پنجه از زمین هنگام راه رفتن با پای برهنه بیش از راه رفتن با کفش‌های تخت صاف است (۳۳). با توجه به اینکه بازیکنان فوتبال ساحلی همیشه با پای برهنه در تمرینات و مسابقات شرکت می‌کنند، این مسئله نیز می‌تواند سبب تطابق شده و به بهبود حس عمقی زانو کمک نماید.

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد در مجموع، میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۳۰ درجهٔ تمام بازیکنان کمتر از میانگین خطای مطلق بازسازی زاویهٔ ۶۰ درجه است: (P= ۰/۰۴)؛ به عبارت دیگر، حس وضعیت بازیکنان فوتبال، فوتسال و فوتبال ساحلی در زاویهٔ ۳۰ درجه بهتر از زاویهٔ ۶۰ درجه است. در توجیه این تفاوت می‌توان به نقش متفاوت گیرنده‌های حس وضعیت مفصل زانو در زوایای مختلف اشاره کرد. حس عمقی بیشتر به گیرنده‌های موجود در عضلات و مفصل وابسته است، به‌ویژه در حین انجام حرکات فعال، نقش گیرنده‌های عضلانی

مهم‌تر خواهد بود. هنگام کشیده شدن عضلات در سیکل‌های حرکتی، نرخ تحریک[1] دوک‌های عضلانی بیشتر از حالتی است که عضلات در طول کوتاه خود باشند. به این پدیده هیستریس[2] می‌گویند که در کنترل حرکت کاربرد زیادی دارد و ارتباط نزدیکی با دقت حس وضعیت مفصل دارد. طی انقباض عضلات، همزمان اعصاب گاما باعث افزایش صعودی دوک‌های عضلانی می‌شود و عضلاتی که همزمان منقبض می‌شوند دقت حس عمقی را با افزایش حساسیت به کشش در دوک‌های عضلات فعال شدهٔ اطراف مفصل افزایش می‌دهند. این وضعیت در زاویهٔ ۳۰ درجه -که فعالیت عضلات وستوس میانی و کشش عضلات همسترینگ بیشتر از زاویهٔ ۶۰ درجه است- حداکثر است و کشش بیشتر کپسول و لیگامان در دامنهٔ انتهایی اکتنشن باعث تحریک رسپتورهای مختلف می‌شود که می‌تواند حس عمقی را افزایش دهد (۳۴). همچنین هنگامی که زانو در زاویهٔ ۳۰ درجه فلکشن قرار می‌گیرد، سطوح مفصلی در تماس بیشتر و بافت‌های اطراف تحت کشش بیشتری قرار دارند؛ در نتیجه گیرنده‌های مفصلی به میزان بیشتری تحریک شده، اطلاعات حسی بیشتری در جهت ایجاد حس عمقی مخابره می‌شود، حال آنکه در زاویه ۶۰ درجه فلکشن بافت‌های اطراف مفصل در حالت کشش کمتری قرار دارند و گیرنده‌های حسی کمتر تحریک می‌شوند (۲۴).

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به همسان نکردن گروه‌ها از لحاظ میزان تجربه، سن و ویژگی‌های آنتروپومتری اشاره نمود. در ایران فوتبال ساحلی ورزشی جدید و نوپایی محسوب می‌شود و به همین دلیل در حال حاضر تنها ردهٔ سنی فعال در سطح تیم ملی ردهٔ بزرگسالان است، در حالی که در رشته‌های فوتبال و فوتسال از بازیکنان ردهٔ سنی جوانان استفاده شده بود. محققان به علت نبود تیم ملی جوانان فوتبال ساحلی مجبور به استفاده از بازیکنان بزرگسال فوتبال ساحلی شدند. سن، قد و وزن بازیکنان ساحلی به‌طور معنی‌داری بیش از بازیکنان دو گروه دیگر بود. هرچند تحقیقات پیشین نشان داده‌اند این عوامل بر حس وضعیت و حس عمقی تأثیر نمی‌گذارند؛ برای مثال ماودی[3] و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که بین دقت حس عمقی (حس وضعیت) مفصل زانوی بازیکنان فوتبال و تعداد سال‌های فعالیت آن‌ها به‌عنوان شاخص تجربه رابطهٔ معنی‌داری وجود ندارد (۱۷). همچنین بالوک ساکتون[4] و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دادند افزایش سن بر حس وضعیت مفصل زانو در هنگام تحمل وزن اثری ندارد (۳۵). جدیدیان نیز بیان کرد ویژگی‌های آنتروپومتری مانند قد و وزن بر حس وضعیت

1. Firing rate
2. Hysteresis
3. Muaidi
4. Bullock-Saxton

اثرگذار نیستند (۱۱).

به‌طور کلی با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که حس عمقی مفصل زانوی بازیکنان فوتبال ساحلی، خصوصاً در زوایای فلکشن بیشتر، بهتر از بازیکنان فوتبال و فوتسال است. با توجه به نقش مؤثر و مهم حس عمقی در پیشگیری و کاهش آسیب‌ها باید به بهبود این حس بیشتر توجه شود. یکی از راه‌های تقویت حس عمقی می‌تواند انجام تمرینات گوناگون روی شن یا سطوحی مشابه آن باشد. مربیان، بازیکنان، کادر پزشکی و امدادگران ورزشی می‌توانند از این نتایج به‌منظور تجویز تمرینات مؤثرتر برای افزایش حس عمقی استفاده کنند

منابع:

1. Loes M, Dahlstedt L, Thomee R. A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. Scandinavian journal of medicine & science in sports 2000;10(2):90-97.
2. Hrysomallis C. Preseason and midseason balance ability of professional Australian footballers. The Journal of Strength & Conditioning Research 2008;22(1):210.
3. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. J Athl Train 2002;37(1):71-۹.
4. Dover G, Powers ME. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. Journal of Athletic Training 2003;38(4):304.

۵. نیسی ک, ابراهیمی ا, گوهرپی ش. بررسی تأثیر زاویه شروع و زاویه هدف بر اندازه گیری حس وضعیت مفصل زانو در مردان سالم. مجله علمی پزشکی ۱۳۸۵;۵(۳):۶۲۱-۶۲۷.

6. Riemann BL, Lephart SM. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *J Athl Train* 2002;37(1):80-4.
7. Vaugoyeau M, Viel S, Amblard B, Azulay J, Assaiante C. Proprioceptive contribution of postural control as assessed from very slow oscillations of the support in healthy humans. *Gait & posture* 2008;27(2):294-302.

8. Xu D, Hong Y, Li J, Chan K. Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *British journal of sports medicine* 2004;38(1):50-54.

9. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. The effects of core proprioception on knee injury. *The American Journal of Sports Medicine* 2007;35(3): 368-73.

10. Ribeiro F, Oliveira J. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity* 2007;4(2):71-76.

۱۱. جدیدیان ع. مقایسه حس وضعیت مفصل آرنج در مردان بسکتبالیست، ژیمناست و غیرورزشکار. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران ۱۳۸۷.

۱۲. مسلمی حقیقی ف, غفاری نژاد ف. بررسی و مقایسه حس عمقی مفصل مچ پا در زنان (۲۰ تا ۳۰ ساله) سالم غیر ورزشکار، ورزشکار با فعالیت پرشی و ورزشکار بدون فعالیت پرشی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان (کومش) ۱۳۸۴;۷(۱):۱۳-۲۰.

13. Vuillerme N, Teasdale N, Nougier V. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. Neuroscience letters 2001;311(2):73-76.

14. O'Connor BL, Vilensky JA. Peripheral and central nervous system mechanisms of joint protection. American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ) 2003;32(7): 330-6.

15. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. Journal of athletic training 2007;42(1): 42˚46.

16. Matsuda S, Demura S, Uchiyama M. Centre of pressure sway characteristics during static one-legged stance of athletes from different sports. Journal of sports sciences 2008;26(7):775-79.

17. Muaidi Q, Nicholson L, Refshauge K. Do elite athletes exhibit enhanced proprioceptive acuity, range and strength of knee rotation compared with non-athletes? Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2009;۱۹(۱):۱۰۳-۱۱۲

18. Paillard T, Noé F, Rivière T, Marion V, Montoya R, Dupui P. Postural

performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *Journal of athletic training* 2006;41(2):172-۷۶

19. Herrington L. Knee-Joint Position Sense: The Relationship Between Open and Closed Kinetic Chain Tests. journal of sport rehabilitation 2005;14(4):356.

20. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. Journal of Orthopaedic Research 2002;20(2):208-14.

21. Petrella R, Lattanzio P, Nelson M. Effect of Age and Activity on Knee Joint Proprioception1. American journal of physical medicine & rehabilitation 1997;76(3):235.

22. Felson DT ,Gross KD, Nevitt MC, Yang M, Lane NE, Torner JC, et al. The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis. *Arthritis* Care & Research 2009;61(8):1070-76.

23. Ghaffarinejad F, Taghizadeh S, Mohammadi F. Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. British journal of sports medicine 2007;41(10):684-87.

۲۴. کورش فرد ن, علیزاده م, کهریزی ص. اثر تیپینگ پتلا بر حس وضعیت مفصل زانو در فوتسالیست های زن سالم و مبتلا به سندرم درد پتلافمورال. مجله علمی پژوهشی افق دانش ۱۳۹۰;۱۷(۲):۲۹-۳۹.

25. McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *The American journal of* sports medicine 2006;34(7):1103-11.

۲۶.فولادی ر, رضا ر, ناصری ن. مقایسهٔ دو وضعیت حرکتی فانکشنال در ارزیابی حس عمقی مفصل زانوی زنان ورزشکار سالم. نشریه طب ورزشی ۱۳۸۸;۱(۱):۱۲۳-۲۵۷.

27. Fouladi R, Nasseri N, Rajabi R, Geranmayeh M. Joint position sense of the knee in healthy female athletes across the menstrual cycle. *koomesh* 2010;12(1):31-38.

۲۸. توانایی ع. مقایسه حس وضعیت مفصل زانو در مردان فوتبالیست، ژیمناست و غیر ورزشکار پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران ۱۳۸۷.

29. Pinnington HC, Lloyd DG, Besier TF, Dawson B .Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. European Journal of Applied Physiology 2005;94(3):242-53.

30. Solomonow M, Baratta R, Zhou B, Shoji H, Bose W, Beck C, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. The American Journal of Sports Medicine 1987;15(3):207.

31. Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. J Sport Rehabil 1994;3(1):2-17.

32. Hutton R, Atwater S. Acute and chronic adaptations of muscle proprioceptors in response to increased use. Sports medicine (Auckland, NZ) 1992;14(6):406.

33. McNair P, Marshall R. Kinematic and kinetic parameters associated with running in different shoes .British journal of sports medicine 1994;28(4): 256-60.

34. Weiler HT, Awiszus F. Influence of hysteresis on joint position sense in the human knee joint. Experimental brain research 2000;135(2):215-21.

35. Bullock-Saxton J, Wong W, Hogan N. The influence of age on weight-bearing joint reposition sense of the knee. Experimental brain research 2001;136(3):400-06.

پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی