



مقایسه اثر آنی و بلندمدت تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب بر حس وضعیت مفصل زانو

مصطفی شاهوردی^{۱*}، محمدحسین علیزاده^۲، فؤاد صیدی^۳

۱. کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. استاد دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. دانشیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت ۱۴ بهمن ۱۳۹۶؛ پذیرش ۳۰ تیر ۱۳۹۷

واژگان کلیدی

دویدن رو به عقب

دویدن رو به جلو

حس وضعیت مفصل

زنجیره حرکتی باز

زنجیره حرکتی بسته

چکیده

زمینه و هدف: آگاهی از تأثیر تمرینات مختلف بر حس عمقی می‌تواند در طراحی برنامه تمرینی و پیشگیری از آسیب مفید باشد. هدف از تحقیق حاضر، مقایسه اثر آنی و بلندمدت تمرین دویدن رو به عقب و رو به جلو بر حس وضعیت مفصل زانو می‌باشد.

روش بررسی: این تحقیق به روش نیمه تجربی و نمونه‌گیری هدفمند انجام شد. ۳۰ ورزشکار دانشگاهی مرد در این تحقیق شرکت کردند که به‌طور تصادفی به دو گروه دویدن رو به جلو (با میانگین سنی $22/60 \pm 1/80$) و رو به عقب (با میانگین سنی $23/07 \pm 1/58$) تقسیم شدند. حس وضعیت مفصل زانو به وسیله فتوگرافی و آنالیز زاویه با استفاده از نرم‌افزار آدوب آکروبات قبل، بعد از یک جلسه و پس از چهار هفته تمرین دویدن بر روی تردمیل در هر دو زنجیره حرکتی باز و بسته اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: بلافاصله پس از دویدن رو به جلو میانگین خطای مطلق بازسازی در زنجیره حرکتی بسته کاهش معناداری ($p=0/035$)، اندازه اثر: $1/24$) یافت و بین دو گروه تفاوت معناداری در زنجیره حرکتی بسته وجود داشت ($p=0/047$)؛ اما در زنجیره حرکتی باز بین دو گروه تفاوت معناداری نبود ($p=0/592$). همچنین، پس از چهار هفته تمرین، کاهش میانگین خطای مطلق بازسازی تنها در آزمودنی‌های گروه دویدن رو به عقب و در زنجیره حرکتی بسته معنادار بود ($p=0/025$)، اندازه اثر: $1/34$)؛ اما تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ($p=0/305$).

نتیجه‌گیری: دویدن رو به جلو، اثر آنی مثبتی نسبت به دویدن رو به عقب بر حس وضعیت مفصل زانو دارد؛ اما در بلندمدت تفاوت معناداری بین این دو تمرین وجود ندارد. اما اثر معنادار و اندازه اثر بسیار بزرگ دویدن رو به عقب نشان می‌دهد این تمرین از اثر بخشی مطلوبی برخوردار است.

مقدمه

حس عمقی شامل هرگونه اطلاعات وضعیتی یا حرکتی است که به وسیله گیرنده‌های حسی موجود در عضله، تاندون، مفصل و حتی پوست به سیستم عصبی مرکزی فرستاده می‌شود (کوردو و همکاران، ۱۹۹۴: ۱۸۴۸) حس وضعیت مفصل یکی از مؤلفه‌های حس عمقی بوده (لان و همکاران، ۲۰۰۰: ۵۹۲) و عموماً به‌عنوان توانایی درک وضعیت اندام در فضا بدون کمک گرفتن از حس‌های بینایی و شنوایی اطلاق گردیده و توسط مکانیسم‌های مرکزی و محیطی تحت کنترل می‌باشد (بوئت و گری، ۲۰۰۰: ۱۴۳). اطلاعات حس عمقی نقش مهمی در کنترل حرکت و حفظ ثبات پوستچر و وضعیت مفاصل دارد و هر عاملی که بر انتقال این اطلاعات اثر بگذارد به‌عنوان یکی از فاکتورهای بسیار مهم در ایجاد الگوهای حرکتی غلط و سندروم‌های با درد مزمن و تکرار شونده (پینسولت و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۳۷۵)، بیومکانیک غیرطبیعی مفصل در طول فعالیت‌های عملکردی و اختلالات تخریبی^۱ مفصل در طولانی مدت به حساب می‌آید (اسکینر، ۱۹۹۳: ۷۸). از سویی دیگر، آسیب‌های ورزشی نیز منجر به تخریب کیفیت حس عمقی می‌شوند. به‌طوری‌که نه تنها آسیب‌های حاد بلکه آسیب‌های مزمن که پیامد آسیب‌های حاد محسوب می‌شوند نیز منجر به کاهش حس عمقی می‌شود. بنابراین حس عمقی می‌تواند نقش برجسته‌ای در بروز، پیشگیری و درمان آسیب‌های ورزشی داشته باشد (آکسکی و همکاران، ۲۰۱۲: ۶۷).

علاقه به شناخت آسیب‌های ورزشی منجر به این نتیجه‌گیری کلی شده است که دو عامل عمده که آسیب‌های ورزشی را تحت تأثیر قرار می‌دهند عبارت‌اند از: عوامل داخلی^۲ مانند عوامل روانی و فیزیولوژیکی (ویلیامز و اندرسون، ۲۰۱۲: ۱۴۶) و عوامل خارجی^۳ مانند نوع ورزش یا تمرین، شرایط آب و هوایی و پست‌بازیکن (زارعی و همکاران، ۲۰۰۸: ۶۵). از میان عوامل خارجی، فعالیت ورزشی با فواید سازگاری‌های گوناگونی که در دستگاه‌های مختلف بدن بر جای می‌گذارد، ممکن است به دلیل فشار ناشی از فعالیت، آسیب‌زا باشد (کلانتون و همکاران، ۱۹۹۹: ۲۵۳) که در این میان، دویدن اساسی‌ترین حرکت قابل بحث و الگوی حرکتی در تمام ورزش‌هاست که شامل تغییر

و تبدیل نیروهای عضلانی در جابجا شدن از طریق الگوهای حرکتی متقابل پیچیده می‌باشد، به‌طوری‌که تقریباً تمام عضلات و مفاصل بزرگ بدن را درگیر می‌کند (سیپیریانی و همکاران، ۱۹۹۵: ۹۵). دویدن می‌تواند در جهت جلو و عقب اجرا شود. دویدن در جهت جلو به‌طور شایع در تمرینات ورزشی و همچنین در توانبخشی استفاده می‌شود اما دویدن رو به عقب فعالیتی است که در یک دوره زمانی کوتاه در بازی یا برنامه‌های تمرینی ورزشی اجرا می‌شود (بتیس و هکاران، ۱۹۸۴: ۱۲۷). در بسیاری از ورزش‌ها، به‌ویژه ورزش‌های تیمی مانند هاکی، نتبال، بسکتبال، فوتبال، راگی و بسیاری از ورزش‌های راکتی بازیکن باید قادر باشد با چابکی و سرعت به سمت جلو، عقب و کناره‌ها حرکت کند. یک برنامه تمرینی موفقیت‌آمیز برای این ورزشکاران باید شامل مهارت‌ها و حرکات در چندین جهت مختلف باشد (تربلانچ و همکاران، ۲۰۰۵: ۲۱۴)؛ بنابراین، آگاهی از اثرات آبی و بلندمدت این تمرینات بر عامل مهمی مانند حس عمقی می‌تواند مربیان، ورزشکاران و متخصصان طب ورزشی را در جهت طراحی برنامه تمرینی و همچنین پیشگیری از آسیب یاری نماید. نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که حرکات رو به عقب باعث افزایش قدرت و توان عضلات چهارسر، کاهش عملکرد اکسنتریک عضلات چهارسر (فلین و سوتاس، ۱۹۹۳: ۱۰۸)، افزایش تعادل و انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ می‌شود (چاند و جان، ۲۰۱۴: ۳۵). در زمینه تأثیر تمرین دویدن بر حس وضعیت مفصل نیز بهارلو و خیام باشی (۲۰۱۲) بیان کردند که بلافاصله پس از دویدن با شدت بیشینه (۹۰٪ حداکثر ضربان قلب) بازسازی فعال و غیرفعال مفصل و تعادل استاتیک به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. همچنین، بلافاصله پس از دویدن با شدت زیر بیشینه (۵۰٪ حداکثر ضربان قلب) بازسازی غیرفعال مفصل افزایش می‌یابد اما باعث کاهش تعادل استاتیک شده و تغییر قابل توجهی در بازسازی فعال مفصل ایجاد نمی‌شود (بهارلو و خیام باشی، ۲۰۱۲: ۲۴۲).

حال با توجه به مطالب فوق و اهمیت حس عمقی در بروز، پیشگیری و درمان آسیب‌های ورزشی به نظر می‌رسد در تحقیقات قبلی به اندازه کافی به اثربخشی تمرین دویدن رو به عقب در ارتقاء حس عمقی ورزشکاران نسبت به تمرین دویدن رو به جلو توجه نشده است و اطلاعاتی در

1. Degenerative Disorders
2. Intrinsic Factors
3. Extrinsic Factors

دویدن و ۲۴ ساعت بعد از اتمام ۴ هفته تمرین دویدن رو به عقب اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری زاویه هدف (۶۰ درجه) از روش فتوگرافی (ورهگین و همکاران، ۲۰۱۰: ۷۹۴) و آنالیز زاویه با نرم‌افزار آدوب آکروبات استفاده شد. نایلر و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای اعتبار^۱ و تکرارپذیری^۲ روش فتوگرافی را در مقایسه با رادیوگرافی در اندازه‌گیری دامنه حرکتی زانو مورد بررسی قرار دادند. در نتایج آنها اعتبار بسیار بالا (۰/۹۷۵ - ۰/۹۸۸) برای فلکشن و متوسط تا قابل قبول (۰/۴۷۸ - ۰/۶۷۸) برای اکستنشن گزارش شد. همچنین، تکرارپذیری درون آزمونگر بسیار بالا (۰/۹۸۱ - ۰/۹۹۸) و تکرارپذیری بین آزمونگر بسیار بالا (۰/۸۹۱ - ۰/۹۹۵) برای فلکشن و اکستنشن زانو را نشان داد (نایلر و همکاران، ۲۰۱۲: ۲).

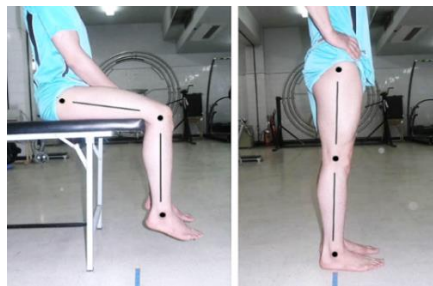
عکسبرداری از نمای جانبی با نمای کامل از اندام تحتانی و با دوربین دیجیتال اولیمپوس (مدل وی آر ۳۳۰، ساخت چین با رزولاسیون ۱۲/۵ مگاپیکسل) انجام شد. دوربین طوری بر روی سه پایه قرار داده شد که عدسی دوربین هم سطح زانوی آزمودنی، عمود بر صفحه حرکتی زانو و فاصله قرارگیری دوربین تا آزمودنی ۱۳۰ سانتیمتر بود (ورهگین و همکاران، ۲۰۱۰: ۷۹۴). مارکرگذاری هم بر اساس روش بیان شده توسط نورکین و وایت انجام شد که در آن مارکر اول بر روی برجستگی بزرگ ران، مارکر دوم بر روی اپی کندیل خارجی ران و مارکر سوم بر روی مرکز قوزک خارجی مچ پا چسبانده شد (تصویر ۱) (نورکین و وایت، ۲۰۱۶: ۳۱۷). جهت ارائه بازخورد در مورد زوایای هدف به آزمودنی‌ها از گونیامتر دستی استفاده شد (ورهگین و همکاران، ۲۰۱۰: ۷۹۴). در نهایت، عکس‌های گرفته شده به کامپیوتر منتقل شده و توسط نرم‌افزار آدوب آکروبات، زاویه به‌دست آمده در هر عکس محاسبه شد.

مورد اثر (مثبت یا منفی) آنی و بلندمدت این نوع تمرین بر حس وضعیت مفصل زانوی ورزشکاران به‌عنوان مؤلفه‌ای از حس عمقی در دسترس نیست. از این رو، هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثر آنی و بلندمدت تمرین دویدن رو به عقب و رو به جلو بر حس وضعیت مفصل زانوی ورزشکاران دانشگاهی مرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای، این تحقیق به روش نیمه‌تجربی و نمونه‌گیری هدفمند انجام شد. نمونه‌های مورد مطالعه شامل ۳۰ دانشجوی ورزشکار مرد سالم که قرار داشتند که پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه به‌صورت تصادفی به دو گروه دویدن رو به جلو (با میانگین سنی $1/80 \pm$ ، $22/60$ ، میانگین وزن $7/84 \pm 73/87$ ، میانگین قد $0/47 \pm$ ، $178/87$) و رو به عقب (با میانگین سنی $1/58 \pm 23/07$ ، میانگین وزن $7/60 \pm 74/87$ ، میانگین قد $0/56 \pm 180/40$) تقسیم شدند. علاوه بر این، افراد این دو گروه از نظر قد و وزن همگن شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل فعالیت منظم در رشته‌های فوتسال، فوتسال، هندبال و بسکتبال، حداقل یک سال سابقه فعالیت ورزشی در سطوح دانشگاهی و محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال بود. معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل داشتن سابقه جراحی، داشتن هرگونه علائم پاتولوژیک، شکستگی و یا بیماری‌های مفصلی، داشتن هرگونه ناهنجاری قابل مشاهده در اندام تحتانی، وجود بیماری‌های سیستم عصبی و عصبی - عضلانی بود.

حس وضعیت مفصل زانوی پای غالب آزمودنی‌ها (ماگالیس و همکاران، ۲۰۱۰: ۸۶) قبل (بعد از گرم کردن عمومی شامل: ۳ دقیقه دویدن، کشش عضلات ناحیه قدامی و خلفی ساق پا و ران)، بلافاصله بعد از جلسه اول تمرین



تصویر ۱: لند مارک‌های آناتومی سطحی و استخوانی برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی فلکشن زانو

دوباره به زاویه هدف بر می‌گرداند. همچنین برای یکسان بودن گشتاورهای ایجاد شده در مفاصل اندام تحتانی از وی خواسته شد که در حین بازسازی زاویه سر خود را صاف و ثابت نگه‌دارد و تنه را به سمت عقب یا جلو متمایل نکند (پترلا و همکاران، ۱۹۹۳: ۲۳۵). علاوه بر این، برای کنترل چرخش‌های ساق و ران و یکسان بودن حرکت برای همه‌ی افراد، از هر فرد درخواست شد تا هنگام خم کردن زانو، با حفظ زاویه‌ی پا، سعی کند کشکک را در وضعیت مستقیم رو به جلو نگه‌دارد (فولادی و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۲۳). به منظور دقت بیشتر اندازه‌گیری، آزمون زاویه و بازسازی آن سه بار تکرار و بین هر تکرار نیز ۳۰ تا ۶۰ ثانیه استراحت داده شد (برونر و همکاران، ۲۰۱۰: ۲۳۲).

اختلاف زاویه آزمون و بازسازی به‌عنوان خطای مطلق حس وضعیت در نظر گرفته شد. منظور از خطای مطلق، میزان انحراف از زاویه هدف در بازسازی زاویه‌ای حرکت بدون احتساب جهت انحراف (+ یا -) در نظر گرفته شد.

قبل از شروع تمرین هر دو گروه دویدن رو به جلو و دویدن رو به عقب در پیش‌آزمون شرکت کردند و پس از ثبت نمرات آزمودنی‌ها و شرکت در فرآیند آموزش به اجرای تمرینات مذکور پرداختند. به این صورت که آزمودنی‌ها پس از آشنایی کامل با صفحه کلید دستگاه ترمیمیل (مدل اچ/بی کاسموس ساخت کشور آلمان)، نحوه دویدن و نکات ایمنی بر روی ترمیمیل قرار گرفته و با نصب سنسور ایمنی بر روی لباس خود، تمرین دویدن روی ترمیمیل را با شیب ثابت صفر درجه، با سرعت متوسط (عدد ۳ در مقیاس درک فشار ۰ تا ۱۰ بورگ) (بورگ، ۱۹۹۸: ۳۰) و به مدت ۱۰ دقیقه که این زمان جهت رعایت اصل اضافه بار به تدریج و بر اساس مقیاس بورگ در طول چهار هفته به ۱۵ دقیقه افزایش یافت، انجام دادند (روزنباوم و همکاران، ۲۰۱۰: ۴۵). به این صورت که جلسات ابتدایی تمرین به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد و پس از چند جلسه که آزمودنی‌ها احساس می‌کردند شدت تمرین بر اساس مقیاس بورگ کمتر از متوسط شده است، مدت زمان تمرین تا جایی که شدت تمرین مجدداً به متوسط برسد افزایش یافت؛ اما سرعت و شیب دستگاه در طول تمرین ثابت ماند. این مقیاس روشی ساده و راحت برای کنترل شدت فعالیت است که بر پایه درک میزان فشار و خستگی آزمودنی طی فعالیت استوار است (لئونگ و تانگ، ۲۰۰۸: ۴۴). محققین اعتبار و تکرارپذیری

حس وضعیت مفصل زانوی پای غالب آزمودنی‌ها با چشم بسته، به‌صورت فعال و در زاویه ۶۰ درجه، توسط محقق اندازه‌گیری شد. اکثر مطالعات تأثیر تمرینات را بر حس عمقی، فقط در زنجیره حرکتی باز مورد ارزیابی قرار داده‌اند؛ در صورتی که آگاهی از اثرات تمرین در زنجیره حرکتی بسته نیز ضروری است. چرا که بیشتر آسیب‌های زانو در زنجیره حرکتی بسته (وضعیت تحمل وزن) اتفاق می‌افتد (ویلاچا و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۴۱). برای مثال آسیب‌های رباط صلیبی قدامی معمولاً با تغییر مسیر در وضعیت تحمل وزن رخ می‌دهد که در آن انتهای تحتانی اندام ثابت شده است (کلی، ۲۰۰۸: ۲۵۵). به همین دلیل، حس وضعیت مفصل در دو زنجیره حرکتی باز (وضعیت نشسته و بدون تحمل وزن) و زنجیره حرکتی بسته (وضعیت ایستاده و با تحمل وزن) مورد ارزیابی قرار گرفت (ویلاچا و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۴۱).

در ابتدا محقق زاویه هدف را به آزمودنی آموزش می‌داد. به این صورت که از آزمودنی خواسته شد با چشمان باز مفصل زانوی خود را به‌صورت فعال و به آرامی و تا زاویه هدف خم کند و وقتی به زاویه هدف رسید محقق با دادن بازخورد به فرد آموزش را انجام می‌داد و سپس آزمودنی به مدت ۵ ثانیه زانوی خود را در همان وضعیت نگه می‌داشت. بعد از آن، زانو را با سرعت دلخواه به وضعیت شروع برگردانده و بعد از ۷ ثانیه می‌بایست زاویه را مجدداً بازسازی می‌کرد (فولادی و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۲۳). در تکلیف زنجیره حرکتی باز (وضعیت نشسته و با تحمل وزن)، آزمودنی بر روی یک صندلی بلند می‌نشست به‌طوری که پای وی به‌طور آزادانه حرکت می‌کرد. در این روش ارزیابی، موقعیت شروع ۹۰ درجه فلکشن زانو بود و حرکت به سمت اکستنشن بود (ویلاچا و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۴۱).

سپس پای راست آزمودنی با بازخورد محقق در زاویه هدف قرار گرفت (ماگالیس و همکاران، ۲۰۱۰: ۸۶) و پس از چند ثانیه، از آزمودنی خواسته شد که زانوی خود را به ۹۰ درجه فلکشن حرکت دهد و دوباره پای خود را به زاویه شروع برگرداند (ویلاچا و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۴۱). در تکلیف زنجیره حرکتی بسته (وضعیت ایستاده و با تحمل وزن)، آزمودنی روی پای راست خود ایستاده و با بازخورد محقق زانوی خود را در زاویه هدف قرار می‌دهد (حرکت به سمت فلکشن). سپس زانوی خود را به‌طور کامل باز می‌کند و

درون گروهی) استفاده شد. برای مقایسه میانگین دو گروه از آزمون تی مستقل و برای بررسی اندازه اثر تمرین بر متغیر وابسته از افکت سایز^۱ استفاده شد. سطح معناداری نیز در تحقیق حاضر، برابر با ۰/۰۵٪ و میزان آلفا، کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌های دو گروه تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب در جدول ۱ گزارش شده است. علاوه بر این، نتایج آزمون تی مستقل هیچ اختلاف معناداری بین میانگین خطای مطلق بازسازی در دو گروه را نشان نداد ($p \geq 0/05$).

مقیاس‌های ۱۰ امتیازی و ۱۵ امتیازی مقیاس شدت تلاش درک شده بورگ را به‌عنوان وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری شدت فعالیت بدنی تأیید کردند (چن و همکاران، ۲۰۰۲: ۸۷۳ - کاراواتاس و توکل، ۲۰۰۵: ۱). سرعت آزمودنی‌های گروه دویدن رو به عقب به این صورت انتخاب شد که آزمودنی سرعت دویدن رو به جلو خود را انتخاب کرده و ۳۰ درصد از این سرعت برای دویدن رو به عقب به دلیل نیاز متابولیک بیشتر آن، کم شد (چالوبکا و همکاران، ۱۹۹۷: ۳۰۲).

تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. بدین منظور، برای مقایسه نتایج به‌دست آمده هر گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از آزمون آماری تی زوجی (بررسی تغییرات

جدول ۱: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های دو گروه تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب و نتایج همگن سازی آزمون تی

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	آزمون تی t	P
قد (سانتی‌متر)	FR	۱۷۸/۸۷	۰/۰۴۷	۰/۸۰۵	۰/۴۲۷
	BR	۱۸۰/۴۰	۰/۰۵۶		
جرم (کیلوگرم)	FR	۷۳/۸۷	۷/۸۴	۰/۳۵۴	۰/۷۲۶
	BR	۷۴/۸۷	۷/۶۰		
سن (سال)	FR	۲۲/۶۰	۱/۸۰	۰/۷۵۴	۰/۴۵۷
	BR	۲۳/۰۷	۱/۵۸		

FR: دویدن رو به جلو، BR: دویدن رو به عقب

تمرین دویدن رو به جلو و دویدن رو به عقب در جدول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

نتایج آزمون تی زوجی برای بررسی تغییرات درون گروهی میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل زانو در زنجیره حرکتی باز و بسته و پس از یک جلسه و چهار هفته

جدول ۲: نتایج آزمون تی زوجی برای بررسی تغییرات درون گروهی بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب پس از یک جلسه تمرین و در هر دو زنجیره حرکتی باز و بسته ($n = 15$).

متغیر	بازسازی زاویه درجه	گروه	میانگین		انحراف استاندارد		آزمون تی	
			پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	t	P
خطای مطلق بازسازی	باز	FR	۵/۶۸	۵/۴۴	۱/۸۱	۲/۵۳	۰/۳۸۷	۰/۷۰۴
		BR	۵/۹۰	۵/۰۸	۱/۸۸	۲/۰۵	۱/۴۲۶	۰/۱۷۶
بسته	بسته	FR	۶/۲۴	۴/۲۱	۲/۶۱	۲/۶۷	۲/۳۳۷	۰/۰۳۵*
		BR	۶/۰۶	۷/۳۹	۲/۲۸	۲/۲۸	-۰/۸۹۳	۰/۳۸۷

FR: دویدن رو به جلو، BR: دویدن رو به عقب، علامت*: مقدار $p \leq 0/05$ می‌باشد و اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول ۳: نتایج آزمون تی زوجی برای بررسی تغییرات درون گروهی بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب پس از چهار هفته تمرین و در هر دو زنجیره حرکتی باز و بسته (n= ۱۵).

متغیر	بازسازی زاویه		گروه	میانگین		انحراف استاندارد		آزمون تی	
	درجه	زنجیره حرکتی		پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	t	P
خطای مطلق	۶۰°	باز	FR	۵/۶۸	۵/۰۲	۱/۸۱	۲/۱۱	۱/۰۵۱	۰/۳۱۱
			BR	۵/۹۰	۵/۳۹	۱/۸۸	۱/۶۸	۱/۰۲۲	۰/۳۲۴
بازسازی	بسته	بسته	FR	۶/۲۴	۵/۲۴	۲/۶۱	۲/۲۸	۱/۳۲۵	۰/۲۰۶
			BR	۶/۰۶	۴/۴۴	۲/۲۸	۱/۸۷	۲/۵۰۹	۰/۰۲۵*

FR: دویدن رو به جلو، BR: دویدن رو به عقب، علامت *: مقدار $P \leq 0/05$ می باشد و اختلاف معناداری وجود دارد.

تمرین و در زنجیره حرکتی باز و بسته در جدول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

نتایج آزمون تی مستقل به منظور مقایسه میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل زانوی ورزشکاران دانشگاهی مرد دو گروه دویدن رو به جلو و رو به عقب بعد از یک جلسه و چهار هفته

جدول ۴: نتایج آزمون تی مستقل. مقایسه میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل دو گروه دویدن رو به جلو و رو به عقب، در زنجیره حرکتی باز و بسته و بعد از یک جلسه تمرین

متغیر	بازسازی زاویه		گروه	میانگین		انحراف استاندارد		آزمون تی	
	درجه	زنجیره حرکتی		پیش آزمون	پس آزمون	t	P		
خطای مطلق	۶۰°	باز	FR	۵/۴۴	۲/۵۳	۰/۴۲۲	۰/۶۷۶		
			BR	۵/۰۸	۲/۰۵				
بازسازی	بسته	بسته	FR	۴/۲۱	۲/۶۷	-۲/۰۷۹	۰/۰۴۷*		
			BR	۷/۳۹	۵/۲۸				

FR: دویدن رو به جلو، BR: دویدن رو به عقب، علامت *: مقدار $P \leq 0/05$ می باشد و اختلاف معناداری وجود دارد.

جدول ۵: نتایج آزمون تی مستقل. مقایسه میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل دو گروه دویدن رو به جلو و رو به عقب، در زنجیره حرکتی باز و بسته و بعد از چهار هفته تمرین

متغیر	بازسازی زاویه		گروه	میانگین		انحراف استاندارد		آزمون تی	
	درجه	زنجیره حرکتی		پیش آزمون	پس آزمون	T	p		
خطای مطلق	۶۰°	باز	FR	۵/۰۲	۲/۱۱	-۰/۵۴۱	۰/۵۹۲		
			BR	۵/۳۹	۱/۶۸				
بازسازی	بسته	بسته	FR	۵/۲۴	۲/۲۸	۱/۰۴۶	۰/۳۰۵		
			BR	۴/۴۴	۱/۸۷				

FR: دویدن رو به جلو، BR: دویدن رو به عقب، علامت *: مقدار $P \leq 0/05$ می باشد و اختلاف معناداری وجود دارد.

بحث

که نشان از اثر بخشی بسیار مطلوب این تمرین بر حس وضعیت مفصل زانو دارد؛ اما در زنجیره حرکتی باز، حس وضعیت مفصل زانو در هر دو گروه تغییر معناداری نداشت. علاوه بر این، در مقایسه میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل هر دو گروه در زنجیره حرکتی بسته، تفاوت معناداری بین دو گروه نشان داده شد، در صورتی که در

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بلافاصله پس از تمرین دویدن رو به جلو حس وضعیت مفصل زانو در زنجیره حرکتی بسته افزایش معناداری یافت؛ به گونه ای که اندازه اثر^۱ آن بر اساس استاندارد کوهن بسیار بزرگ بود (۱/۲۴)

۱. اندازه اثر یا Effect Size، شاخصی است که به میزان بزرگی اثر متغیر مداخله ای که در تحقیق حاضر تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب است، اشاره دارد و بر اساس درجه بندی کوهن اندازه اثر ۰ تا ۰/۱۹۰ ناچیز، ۰/۲۰ تا

تا ۰/۵۹ کوچک، ۰/۶۰ تا ۱/۱۰ متوسط، ۱/۱۱ تا ۱/۱۹ بزرگ، ۱/۲۰ تا ۳/۹ بسیار بزرگ و ۴ تا ∞ شدت بزرگ تلقی می گردد.

حس وضعیت مفصل به صورت فعال، در هر دو زنجیره حرکتی، در آزمودنی‌های ورزشکار و با روش ارزیابی یکسان اشاره کرد.

در توجیه افزایش حس وضعیت مفصل پس از دویدن رو به جلو و در زنجیره حرکتی بسته، باید گفت تمرین در وضعیت تحمل وزن، فشار داخل مفصلی را افزایش می‌دهد و بنابراین می‌تواند حس وضعیت مفصل را به وسیله تحریک پایانه‌های عصبی رافینی که به تغییرات حجم داخل مفصلی حساس هستند، افزایش دهد (ماگالیس و همکاران، ۲۰۱۰: ۸۶) (جان و همکاران، ۲۰۰۹: ۸۹۷). علاوه بر این، روش ارزیابی زنجیره حرکتی بسته مستلزم قدرت اکسنتریک بیشتر عضلات بازکننده مفصل زانو نسبت به روش زنجیره حرکتی باز برای کنترل حرکت است. از این رو، واحدهای حرکتی بیشتری به کار گرفته می‌شوند که این امر منجر به فعال شدن دوک‌های عضلانی بیشتر می‌شود (ماگالیس و همکاران، ۲۰۱۰: ۸۶). همه عوامل فوق احتمالاً می‌تواند باعث افزایش حس وضعیت مفصل زانو در زنجیره حرکتی بسته شود و توجیهی برای تفاوت بین میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل هر دو گروه در زنجیره حرکتی بسته باشد.

در توجیه تفاوت معنادار بین دو تمرین دویدن رو به جلو و دویدن رو به عقب باید گفت پس از دویدن رو به عقب، میانگین خطای مطلق بازسازی مفصل نسبت به میانگین پیش‌آزمون افزایش پیدا کرد در صورتی پس از تمرین دویدن رو به جلو، میانگین خطای مطلق بازسازی مفصل کاهش پیدا کرد. دلیل احتمالی افزایش میانگین خطای مطلق بازسازی پس از دویدن رو به عقب را می‌توان این گونه بیان کرد که در ارزیابی حس وضعیت در زنجیره حرکتی بسته بازخوردهای حس عمقی از مفاصل مجاور یعنی مفاصل مچ پا و ران نیز می‌توانند در تعیین حس وضعیت زانو کمک کنند (استیلین و مک میکین، ۲۰۰۱: ۲۴۷). علاوه بر این، در هنگام بازسازی زاویه مفصل در زنجیره حرکتی بسته نسبت به زنجیره حرکتی باز، دورسی فلکشن بیشتری در مفصل مچ پا ایجاد می‌شود که این امر منجر به کشیده شدن عضلات پشت ساق می‌شود؛ بنابراین اطلاعات آوران از دوک‌های عضلانی و ارگان‌های وتری - گلژی افزایش می‌یابد (ریفشوگی و فیتزپاتریک، ۱۹۹۵: ۲۴۳). در حرکت رو به عقب، عضلات پلنتار فلکسور مچ پا

زنجیره حرکتی باز، میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل دو گروه با یکدیگر تفاوت معناداری نداشتند.

مطالعاتی که در زمینه اثر آنی تمرین بر حس وضعیت مفصل زانو انجام شده است عمدتاً برنامه گرم کردن قبل از فعالیت ورزشی را مورد بررسی قرار داده‌اند. یکی از جنبه‌هایی که می‌تواند از یافته‌های تحقیق حاضر حمایت کند نوع تمرین (در وضعیت تحمل وزن در مقابل عدم تحمل وزن) و روش ارزیابی حس وضعیت مفصل زانو است. پروتکل تمرینی تحقیق حاضر در حالت تحمل وزن بود و بهبود حس وضعیت نیز فقط در وضعیت تحمل وزن حاصل شد. بوئت و گری (۲۰۰۰) به بررسی یک برنامه گرم کردن در وضعیت عدم تحمل وزن پرداختند. نتایج آنها نشان داد که حس وضعیت مفصل زانو فقط در ارزیابی در حالت عدم تحمل وزن (زنجیره حرکتی باز) افزایش می‌یابد (بوئت و گری، ۲۰۰۰: ۱۴۳). با این حال، مطالعه سوپاسی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که پس از برنامه‌های مختلف گرم کردن، حس وضعیت مفصل زانو در وضعیت عدم تحمل وزن افزایش معناداری دارد (سوپاسی و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۸۶). از دلایل تفاوت نتایج مطالعات فوق با تحقیق حاضر می‌توان به پروتکل تمرینی متفاوت و ارزیابی حس وضعیت تنها در یک زنجیره حرکتی اشاره کرد.

از سویی دیگر، جان و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تمرین در حالت تحمل وزن، حس وضعیت مفصل را در افراد مبتلا به استئوآرتریت در وضعیت تحمل وزن افزایش می‌دهد تا در حالت عدم تحمل وزن (جان و همکاران، ۲۰۰۹: ۸۹۷). ماگالیس و همکاران (۲۰۱۰) نیز اثر گرم کردن قبل از فعالیت ورزشی را بر حس وضعیت مفصل کاراته کاهای آماتور جوان در هر دو زنجیره حرکتی باز و بسته مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد بلافاصله بعد از یک برنامه گرم کردن قبل از فعالیت ورزشی، حس وضعیت مفصل آزمودنی‌ها تنها در زنجیره حرکتی بسته افزایش می‌یابد و در زنجیره حرکتی باز تغییری ایجاد نمی‌شود (ماگالیس و همکاران، ۲۰۱۰: ۸۶) که با نتایج تحقیق حاضر همسو است؛ هرچند پروتکل تمرینی آنها با تحقیق حاضر متفاوت است اما آنها از یک پروتکل تمرینی استفاده کردند که دویدن رو به جلو و رو به عقب نیز بخشی از آن بود و به مدت ۱۰ دقیقه انجام می‌شد. از دلایل دیگر همسویی این تحقیق با تحقیق حاضر می‌توان به ارزیابی

این لحاظ تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند؛ اما نسبت به دویدن رو به جلو، تمرین دویدن رو به عقب باعث افزایش معناداری در حس وضعیت مفصل زانو در زنجیره حرکتی بسته شد به گونه‌ای که اندازه اثر آن بر اساس استاندارد کوهن بسیار بزرگ بود (۱/۳۴) که نشان می‌دهد این تمرین اثر بخشی بسیار مطلوبی بر حس وضعیت مفصل زانو دارد.

اکثر تحقیقات قبلی به بررسی اثر بلندمدت تمرین دویدن رو به عقب و مقایسه آن با دویدن رو به جلو بر تعادل افراد پرداخته‌اند. با توجه به ارتباط حس عمقی و تعادل در این قسمت، نتایج تحقیق حاضر با تحقیقاتی مقایسه می‌شود که اثرات بلندمدت حرکات رو به عقب را بر روی تعادل بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات کاشناتو و همکاران (۲۰۱۳) و هائو و چن (۲۰۱۱) همسو می‌باشد که نشان داده‌اند تمرینات دویدن رو به عقب باعث بهبود معناداری تعادل می‌شود. کاشناتو و همکاران (۲۰۱۳) با مقایسه اثر سه هفته (۴ جلسه در هفته) تمرین راه رفتن رو به جلو و راه رفتن رو به عقب بر قدرت و تعادل ایستا و پویا در افراد مبتلا به استرین درجه یک و دو گزارش کردند که سه هفته تمرین راه رفتن رو به عقب باعث افزایش معنادار قدرت عضلات چهارسر و پلنتار فلکسور مچ پا و همچنین تعادل ایستا می‌شود؛ در حالی که تغییر قابل توجهی در آزمودنی‌های گروه راه رفتن به جلو ایجاد نمی‌شود اما تعادل پویا در هر دو گروه افزایش معناداری می‌یابد (کاشناتو و همکاران، ۲۰۱۳: ۸). از دلیل همسویی این تحقیق با تحقیق حاضر می‌توان به تعداد جلسات تمرینی یکسان و اثر بلندمدت تمرین راه رفتن به عقب نسبت به راه رفتن رو به جلو اشاره کرد.

هائو و چن (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای تأثیر تمرین راه رفتن به عقب را بر ارتقاء تعادل پویای ۱۶ پسری که در سنین مدرسه قرار داشتند مورد بررسی قرار دادند. گروه تجربی تمرین راه رفتن به عقب را به مدت ۱۲ هفته (۲ جلسه در هفته و هر جلسه ۲۵ دقیقه) انجام می‌دادند در حالی که گروه کنترل تمرینی انجام نمی‌داد. نتایج آنها نشان داد بعد از ۸ و ۱۲ هفته تمرین راه رفتن به عقب، گروه تجربی تعادل بهتری نسبت به گروه کنترل داشتند (هائو و چن، ۲۰۱۱: ۲۴). از دلایل همسویی مطالعه فوق با تحقیق حاضر، می‌توان به نتایج یکسان در مورد اثر معنادار الگوی حرکت رو به عقب در بلندمدت، با وجود تفاوت در نمونه‌ها

منبع عمده پیش راندن به عقب می‌باشند. در حالی که در حرکت به جلو، عضلات اکستانسور زانو منبع اصلی پیش راندن به جلو می‌باشند. همچنین در حرکت دویدن رو به عقب عضلات پلانتر فلکسور (دوقلو و نعلی) مچ پا جذب‌کننده‌های اصلی ضربات تماسی بوده و بیشترین کار منفی (انقباض اکسنتریک) را در ابتدای مرحله ایستایش انجام می‌دهند (برینک، ۲۰۱۰: ۶۷). از آنجا که راه رفتن و دویدن در جهت عقب تکلیف نسبتاً جدیدی برای بسیاری از افراد است (فلین و سوتاس، ۱۹۹۳: ۱۰۸)، این انقباضات اکسنتریک غیر عاداتی معمولاً منجر به آسیب‌دیدگی می‌وفیبریلی، اختلال در ماتریکس خارج سلولی و واکنش‌های التهابی می‌شود که این امر عملکرد غیرطبیعی گیرنده‌های عضلانی را در پی خواهد داشت (یو و تورنل، ۲۰۰۲: ۱۷۱)؛ بنابراین می‌توان گفت چون در طول تمرین دویدن رو به عقب عضلات پشت ساق پا به‌طور اکسنتریک فعال هستند و این نوع از فعالیت عضلانی غیر عاداتی منجر به اختلال عملکرد دوک‌های عضلانی اطراف مفصل مچ پا می‌شود، بلافاصله پس از تمرین خطای بازسازی زاویه مفصل زانو افزایش می‌یابد.

دلیل دیگری که در توجیه کاهش حس وضعیت مفصل پس از دویدن رو به عقب می‌توان عنوان کرد این است که به دلیل نیازها و خواسته‌های متابولیک بیشتر دویدن رو به عقب نسبت به دویدن رو به جلو، ممکن است این تمرین باعث ایجاد خستگی در آزمودنی‌ها شده باشد. میورا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که خستگی ناشی از تمرین، حس عمقی را بدتر می‌کند و برای آن دو مکانیسم عمده پیشنهاد کرده‌اند. مکانیسم اول: کاهش حس عمقی ممکن است به دلیل نقص در پردازش مرکزی سیگنال‌های حس عمقی ایجاد شده باشد. مکانیسم دوم: کاهش حس عمقی ممکن است به دلیل خستگی ناشی از تمرین و در نتیجه، واماندگی عضله و یا گیرنده‌های مفصلی باشد. آستانه تحریک دوک‌های عضلانی و اندام‌های وتری-گلژی می‌تواند غیرحساس شده و با خستگی گیرنده‌های مفصلی بازخوردهای آوران به سیستم اعصاب مرکزی کاهش یابد (میورا و همکاران، ۲۰۰۴: ۴۱۴).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از چهار هفته انجام تمرین، هر دو تمرین دویدن رو به جلو و رو به عقب می‌تواند باعث افزایش حس وضعیت مفصل زانو شود و از

در توجیه افزایش معنادار حس وضعیت مفصل زانو در آزمودنی‌های گروه دویدن رو به عقب نسبت به آزمودنی‌های گروه دویدن رو به جلو، باید گفت از آنجایی که الگوی حرکت رو به جلو، الگوی آشنایی برای سیستم عصبی مرکزی، گیرنده‌ها و عضلات می‌باشد، این اعضا جهت کارایی در این حرکت به حداکثر میزان پیشرفت خود نزدیک شده‌اند و هر چه فرد به محدوده ژنتیکی خود نزدیک شود، پیشرفت کمتری با افزایش تحریک حاصل خواهد شد (وگنر و همکاران، ۱۹۹۶: ۲۳۵). در واقع به این دلیل که حرکت رو به جلو یک الگوی حرکتی آشنا است، سیستم عصبی مرکزی از همان الگوی معمول فعالیت و از تجربه قبلی جهت ایجاد حرکت استفاده می‌کند در نتیجه عواملی را که در واکنش‌های حفظ تعادل مؤثر هستند را به کار نمی‌گیرد؛ اما تمرین دویدن رو به عقب، مهارتی جدید برای افراد بوده و بسیاری از تئوری‌های یادگیری حرکتی روی نقش اطلاعات حسی در فراگیری مهارت‌های حرکتی تأکید دارند (لئوناردو، ۱۹۴۸: ۱۷۰)؛ بنابراین به علت آنکه دویدن رو به عقب یک مهارت جدید بوده و کمتر در تمرینات مورد استفاده قرار می‌گیرد و در یادگیری مهارت جدید فعالیت سیستم حسی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد، این سیستم بیشتر به کار گرفته شده و کارایی آن بالا می‌رود. از این رو، تمرین دویدن رو به عقب از این نظر با تمرین دویدن رو به جلو متفاوت بوده و منجر به کارایی بیشتر حس‌های مؤثر در حفظ پاسچر می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که تمرین دویدن رو به جلو اثر آنی مثبت و اندازه اثر بسیار بزرگی بر حس وضعیت مفصل زانو نسبت به دویدن رو به عقب دارد. در بلندمدت تفاوت معناداری بین هر دو تمرین وجود ندارد. با این وجود، اثر مثبت تمرین دویدن رو به عقب نسبت به دویدن رو به جلو از نظر آماری معنادار بود و اندازه اثر بسیار بزرگ آن نیز نشان می‌دهد این تمرین از اثربخشی مطلوبی برخوردار است؛ بنابراین توصیه می‌شود در برنامه‌ریزی جلسات تمرین در جهت پیشگیری از آسیب اثر آنی این تمرینات در نظر گرفته شود و همچنین با توجه به اثر بلندمدت هر دو تمرین، توصیه می‌شود در طراحی تمرینات حس عمقی ورزشکاران، از هر دو تمرین استفاده شود. با این حال، با

و مدت پروتکل تمرینی اشاره کرد. در تحقیق حاضر، مدت تمرین چهار هفته در نظر گرفته شده بود؛ اما چون این پروتکل حرکت رو به عقب به شکل دویدن و با شدت متوسط بود، بنابراین می‌تواند اثرات بیشتری در مدت زمان کوتاه‌تر نسبت به راه رفتن به عقب داشته باشد.

از سویی دیگر، واوگویا و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی تأثیر نسبی حس عمقی و سیستم دهلیزی در غیاب سیستم بینایی را بر تعادل افراد در گروه‌های سنی مختلف دریافتند تمام گروه‌های سنی برای حفظ تعادل بیش از هر چیز به حس عمقی وابسته‌اند (واوگویا و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۹۴). بنابراین، در دویدن رو به عقب، به علت آنکه سیستم بینایی در جهت حرکت عمل نمی‌کند و اطلاعات بصری لازم برای پیش‌بینی شرایط زمین یا محیط فراهم نمی‌شود و از طرفی الگوی حرکتی یک الگوی غیرمعمول است، فرد وادار به سازمان‌دهی مجدد و سازگاری با اطلاعات تغییر کرده از حواس بینایی، پوستی، حس عمقی و دهلیزی برای کنترل حرکت و تعادل پویا خواهد شد (نادائو و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۳۴). به نظر می‌رسد که بدن در این وضعیت، بیشتر از حس عمقی جهت آگاهی از حرکات مفاصل و کل بدن استفاده می‌کند.

تمرین دویدن در هر دو روش موجب افزایش فعالیت و قدرت عضلات اندام تحتانی از جمله چهارسر، همسترینگ، دوقلو و درشت نی قدامی می‌شود که همراه با مکانیسم‌های عصبی، موجب افزایش سفتی خواهد شد (کاشناتو و همکاران، ۲۰۱۳: ۸). از نظر مکانیکی، سفتی عضلانی، نسبت نیرو به تغییر طول عضله است که به‌طور عمده به سطح فعال شدن عضله بستگی دارد. عضلات سفت‌تر باعث انتقال آسان‌تر نیرو به دوک عضلانی و در نتیجه باعث کاهش تأخیر در شروع فعالیت رفلکسی می‌شوند (ریمان و لفارت، ۲۰۰۲: ۸۰). در واقع جهت بهبود ثبات مفاصل اندام تحتانی و کنترل پاسچر تنها زمانبندی صحیح فعالیت عضلانی اطراف مفصل کفایت نمی‌کند، بلکه بهبود قدرت عضلات نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (چالوبکا و همکاران، ۱۹۹۷: ۳۰۲). مطالعات گذشته، ارتباط بین افزایش قدرت اندام تحتانی و بهبود در تعادل را نشان داده‌اند، چرا که قدرت عضلانی - اسکلتی از زیر بخش‌های تعادل محسوب می‌شود (دویسنس و همکاران، ۱۹۹۶: ۳۰۱).

علیزاده و به مشاوره آقای دکتر فؤاد صیدی در رشته آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران می‌باشد. بدین وسیله از همکاری کلیه عزیزان شرکت‌کننده در این پژوهش تشکر می‌گردد.

توجه به تأثیر معنادار و اندازه اثر بزرگ تمرین دویدن رو به عقب در صورتی که هدف از تمرین پیشرفت سریع‌تر حس عمقی می‌باشد، تمرین دویدن رو به عقب توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای مصطفی شاهوردی به راهنمایی آقای دکتر محمد حسین

References

- Akseki, D., Erduran, M. and Kaya, D. (2012). "Sport Injury and Proprioception: Current Trends and New Horizons", Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 67-71.
- Andersson, M.A. and Foreman, T.L. (1996). "Return to competition functional rehabilitation": In zachazeveski JE., Magee DJ., Quillen WS. Athletic Injuries and rehabilitation. 1 ed. New York, W.B.Sunders company. PP:229-236.
- Baharlue, J. and K. Khayambashi. (2012). "The Effect of a Period of Sub-Maximal and Maximal Running on Knee Joint Position Senses and Static Balance in Healthy Young Male Athletes". World Journal of Sport Sciences, 6(3):242-246.
- Bates, B., Morrison, E. and Hamill, J. (1984). "A Comparison Between Forward and Backward Running. Olympic Scientific Congress: Biomechanics, Microfilm Publication", 127-135.
- Borg, G. (1998). "Borg's Perceived Exertion and Pain Scales". Champaign: Human Kinetics. 29-38.
- Bouët, V and Y. Gahéry. (2000). "Muscular Exercise Improves Knee Position Sense in Humans". Neuroscience Letters, 289(2):143-146.
- Brink, M. (2010). "The effects of backward locomotion as part of a rehabilitation program on the functional ability of patients following knee injury", MA theses: Stellenbosch University.
- Bronner, S., Agraharasamakulam, S. and Ojofeitimi, S. (2010). "Reliability and validity of electrogoniometry measurement of lower extremity movement", Journal of Medical Engineering & Technology, 34(3):232-242.
- Flynn, T.W. and R.W. Soutas-Little. (1993). "Mechanical Power and Muscle Action during Forward and Backward Running". Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 17(2):108-112.
- Flynn, T.W. and R.W. Soutas-Little. (1995). "Patello-Femoral Joint Compressive Forces in Forward and Backward and Forward Running". Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 21(5):277-282.
- Fouladi, R., Rajabi, R. and Naseri, N. (2009). "The Comparison of Two Functional Movements in Knee Joint Proprioception Assessment of Healthy
- Chaloupka, E.C., Kang, I., Alysia, M.M. and Donnelly, M.S. (1997). "Cardiorespiratory and Metabolic Responses During Forward and Backward walking". Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 25(5): 302-306.
- Chand, D. and S. John. (2014). Comparison of Retro walking and Stretching on Balance and Flexibility. International Journal of Physical Therapy & Rehabilitation Sciences. 1(1):35-42.
- Chen, M., Fan, X. and Moe, S. (2002). "Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis". Journal of sports sciences. 20(11):873-99.
- Cipriani, J.D., Armstrong, W.C. and Gaul, S. (1995). "Backward Walking at Three Levels of Treadmill Inclination: An Electromyographic and Kinematic Analysis". Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 22(3): 95-102.
- Clanton, L.T., Zuo, L. and Klawitter, p. (1999). "Oxidants and Skeletal Muscle Function: Physiologic and Pathophysiologic Implications". Wiley Online Library. 222(3):253-262.
- Cordo, P., Carlton, L., Bevan, L., Carlton, M. and Kerr, GK. (1994). "Proprioceptive coordination of movement sequences: role of velocity and position information". J Neurophysiol. 71(5):1848-1861.
- Duysens, J., Tax, A.A., Murrer, L. and Dietz, V. (1996). "Backward and forward walking use different patterns of phase-dependent modulation of cutaneous reflexes humans", J Neurophysiol, 76:301-310.
- Female Athletes", Journal of Sports Medicine. (1):123-257, (in Persian).
- Hao, W. and Y. Chen. (2011). "Backward Walking Training Improves Balance in School-Aged Boys", Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology, 3:24.
- Jan, M.H., Lin, C.H., Lin, Y.F., Lin, J.J. and Lin, D.H. (2009). "Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial". Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 90(6):897-904.

- Kachanathu, S.J., Hafez, A.R., and Zakaria, A.R. (2013). "Efficacy of backward versus forward walking on hamstring strain rehabilitation", *Journal of Therapies and Rehabilitation Research*, 2(1):8-14.
- Kachanathu, S.J., Nuhmani, S. and Chand, D. (2013). "Efficacy of Retrowalking Versus Passive Static Stretching on Hamstring Tightness and Balance in Young Collegiate Students", *Indian journal of applied research*, 3(9): 446-448.
- Karavatas, S.G. and Tavakol, K. (2005). "Concurrent Validity of Borg's Rating of Perceived Exertion in African- American Young Adult, Employing Heart Rate as The Standard", *The Internet Journal of Allied Health Science and Practice*, 3(1): 1-5.
- Kelly, A.K. (2008). "Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention", *Curr Sports Med Rep*, 7(5):255-262.
- Leonardo, C.T. (1998). "The neuroscience of human movement". 1 ed. USA, Mosby.
- Leung, R. and Tong, T. (2008). "The use of a 10-point effort perception scale in adults: A preliminary study". *J Exerc Sci Fit*. 6(1):44-49.
- Lönn, J., Crenshaw, A.G., Djupsjöbacka, M., Pedersen, J. and Johansson, H. (2000). "Position Sense Testing: Influence of Starting Position and Type of Displacement". *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 81(5):592-597.
- Magalhães, T., Ribeiro, F., Pinheiro, A. and Oliveira, J. (2010). "Warming-up before sporting activity improves knee position sense". *Physical Therapy in Sport*. 11:86-90.
- Miura, K., Ishibashi, Y., Tsuda, E., Okamura, Y., Otsuka, H. and Toh, S. (2004). "The effect of local and general fatigue on knee proprioception". *The J. Arthroscopic and Related Surgery*. 20(4):414-418.
- Nadeau, S., Amblard, B., Mesure, S. and Bourbonnais, D. (2003). "Head and trunk stabilization strategies during forward and backward walking in healthy adults", *Gait & Posture*, 18:134-142.
- Naylor, J.M., Ko, V., Adie, S., Gaskin, C., Walker, R., Harris, I.A. and Mittal, R. (2011). "Validity and Reliability of Using Photography for Measuring Knee Range of Motion: a Methodological Study", *BMC Musculoskeletal Disorders*. 12:77:2-10.
- Norkin, C. and D. White. (2016). "Measurement of Joint Motion: A Guide to Goniometry". 5 ed.: F. A. Davis Company, Philadelphia. 315-320.
- Petrella, R., Lattanzio, P, and Nelson, M. (1993) "Effect of Age and Activity on Knee Joint Proprioception". *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 76(3):235-241.
- Pinsault, N., Vuillerme, N. and Pavan, P. (2008). "Cervico-Cephalic Relocation Test to The Neutral Head Position: Assessment in Bialateral Labyrinthine-defective and Chronic, Nontraumatic Neck Pain Patient", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(2):2375-2378.
- Refshauge, K.M. and R.C. Fitzpatrick. (1995). "Perception of movement at the human ankle: effects of leg position". 488(Pt 1):243-248.
- Riemann, B. and S.M. Iephart. (2002). "The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability", *J Athl Train*, 37(1): 80-84.
- Rosenbaum, D., Schubert, C. and Sterzing, T. (2012). "Does Backward Running Train Specific Muscles? Comparison of Emg Activity Patterns in Forward and Backward Treadmill Running". *Journal of Biomechanics*. 45(S1).
- Skinner, H. "Pathokinesiology and Total Joint Arthroplasty". (1993). *Clin Orthop Relat Res*, 288: p. 78-86.
- Stillman, B.C. and J.M. McMeeken. (2001). "The role of weightbearing in the clinical assessment of knee joint position sense". *The Australian Journal of Physiotherapy*. 47(4):247-253.
- Subasi, S.S., Gelecek, N. and Aksakoglu, G. (2008). "Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals", *Journal of Sport Rehabilitation*. 17(2):186-205.
- Terblanche, E., Page, C., Kroff, J. and Venter, R.E. (2005). "The Effect of Backward Locomotion Training on The Body Composition and Cardiorespiratory Fitness of Young Women". *International Journal of Sports Medicine*, 26(3):214-219.
- Vaugoyeau, M., Viel, S., Amblard, B., Azulay, J.P. and Assaiante, C. (2008). "Proprioceptive Contribution of Postural Control as Assessed from Very Slow Oscillations of The Support in Healthy Humans", *Gait & posture*, 27(2): 294-302.
- Verhaegen, F., Ganseman, Y., Arnout, N., Vandenneucker, H. and Bellemans, J. (2010). "Are Clinical Photographs Appropriate to Determine: The Maximal Range of Motion of The Knee?" *Acta Orthopædica Belgica*, 76(6):794-798.
- Vila-Cha, C., Riis, S., Lund, D., Møller, A., Farina, D. and Falla, D. (2011). "Effect of Unaccustomed Eccentric Exercise on Proprioception of The Knee in Weight and Non-Weight Bearing Tasks", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(1):141-147.
- Wegner, H.A., Mcfadyen, P.F. and Mcfadyen, R.A. (1996). "Physiological principle of conditioning in: Zachazevski JE., Magee DJ., Quillen WS. *Athletic Injuries and rehabilitation*", 1 ed. New York, W.B. Saunders company.
- Williams, M.J. and B.M. Andersen. (2012). "Psychosocial Antecedents of Sport Injury and Interventions for Risk Reduction". *Handbook of Sport Psychology*. 3 ed. Wiley Online Library.
- Yu, J.G. and L.E. Thornell. (2002). "Desmin and actin alterations in human muscles affected by delayed onset muscle soreness: a high resolution immunocytochemical study". *Histochem Cell Biol*. 118(2):171-179.
- Zarei, M., Rahnama, N. and Rajabi, R. (2008). "Effect of Soccer Player Post on Rate of Sport Injury in Iranian Pro League", *Harakat*, 39:65-78 (in Persian).