

بررسی تاثیر تمرینات اصلاحی موضعی بر راستای زانو در دانش آموزان دختر مقطع ابتدایی شهر قائمشهر دارای زانوی پرنانزی

صدیقه واحدی رئیسی

دانشجوی کارشناسی ارشد رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

Vahedisedigheh20@gmail.com

چکیده

در افراد مبتلا به زانو پرنانزی یا پای پرنانزی نسبت به افراد عادی که در حالت طبیعی می ایستند و زانوهایشان صاف است، قوزک پاها کنار یکدیگر قرار می گیرند و فاصله چندانی بین زانوها وجود ندارد، افراد مبتلا فاصله بین زانوها به تدریج افزایش می یابد، در حالی که قوزکها نیز به هم چسبیده اند که به اصطلاح پای پرنانزی یا ژنوواروم گفته می شود. از آنجایی که پاها به صورت کمانی در کنار یکدیگر قرار می گیرند به این بیماری پای پرنانزی می گویند. زمانی که فرد دچار این اختلال شود، ساق پاها به سمت داخل انحراف می یابد و قوزکها نیز به داخل منحرف می شوند. میزان شیوع ناهنجاری زانو پرنانزی در دختران بسیار بالا گزارش شده است. به همین منظور تمرین های اصلاحی باید هر چه سریعتر در سنین پایه صورت پذیرد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر شش هفته تمرینات اصلاحی موضعی و تمرینات عصبی - عضلانی بر راستای زانو در دختران دارای زانوی پرنانزی در حرکت برشی می باشد. ۳۶ نفر از دانش آموزان دختر دارای زانوی پرنانزی مدارس دانش آموزان دختر مقطع ابتدایی شهر قائمشهر انتخاب شدند و در سه گروه (تمرین اصلاحی موضعی، تمرین عصبی عضلانی و کنترل) قرار گرفتند. سینماتیک زانوی داوطلبان با دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت در اجرای حرکت برشی، اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که تمرینات اصلاحی موضعی نسبت به گروه کنترل باعث کاهش معنی دار زاویه والگوس به مقدار ۷/۱۱ درجه در صفحه فرونتال شده است ($P=0.005$). همچنین تمرینات عصبی عضلانی نسبت به گروه کنترل باعث کاهش معنی دار زاویه والگوس به مقدار ۹/۱۵ درجه در صفحه فرونتال شده است ($P=0.001$) ولی بین دو نوع تمرین عصبی عضلانی و اصلاحی موضعی تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P=0.273$). هر چند دو نوع تمرین بر کاهش زاویه والگوس زانو اثر داشتند اما با توجه به مدت زمان کوتاه تمرین تفاوت معنی داری بین دو روش تمرین مشاهده نگردید.

واژه های کلیدی: تمرینات اصلاحی موضعی، زانوی پرنانزی، ارزیابی عملکرد، تمرینات عصبی عضلانی.

۱- مقدمه

داشتن وضعیت بدنی مناسب و حفظ راستای طبیعی بدن، یکی از هدف‌های مهم فعالیت‌های بدنی به شمار می‌رود. وضعیت بدنی مطلوب علاوه بر آنکه عملکرد فرد را بهبود می‌بخشد، به سایر اندام‌ها کمک می‌کند که کارایی مطلوبتری داشته باشد (دانشمندی و همکاران، ۱۳۹۵). انحراف از وضعیت بدنی مطلوب، موجب از بین رفتن زیبایی و کاهش کارایی مکانیکی فرد می‌شود و او را مستعد آسیب‌های عضلانی یا عصبی می‌کند (هریسومالیس و همکاران، ۲۰۲۱؛ یانگ، ۲۰۲۲). از آنجایی که مفصل زانو بزرگترین مفصل بدن و یکی از مهمترین مفاصل بدن از لحاظ ایجاد ثبات و استحکام تحمل وزن بدن است (رهنما و همکاران، ۱۳۹۷)، در حالت ایستادن طبیعی در صفحه ی فرونتال خط مرکز ثقل یا محور مکانیکی اندام تحتانی از میان مرکز مفصل زانو می‌گذرد به طوری که وزن بین قسمت‌های داخلی و خارجی زانو تقریباً به طور مساوی تقسیم می‌شود (جانسون و همکاران، ۲۰۱۸). در این حالت عضلات با حداقل انرژی تولید نیرو کرده و به وسیله ی استخوانها و مفصل زانو این نیرو را منتقل می‌کنند. حال اگر این حالت مطلوب بنا به شرایطی تغییر کند منجر به بروز مشکلاتی شامل استئو آرتروز، کشیدگی و پارگی منیسک، کشیدگی و پارگی رباط‌های اطراف زانو مثل رباط جانب خارجی، رباط جانب داخلی، رباط صلیبی خلفی، رباط صلیبی قدامی می‌شود.

یکی از عواملی که باعث برهم خوردن راستای طبیعی زانوها می‌شود ناهنجاری زانوی پرانتری است که در این عارضه زانوها از هم دور و قوزک‌های داخلی به هم نزدیک میشوند و پاها شکل پرانتری پیدا می‌کنند (لطافت کار، ۱۳۹۹). در این عارضه عضلات قسمت داخلی زانو نیم غشایی نیم وتری، راست داخلی و درشت نی قدامی) کوتاه و عضلات قسمت خارجی زانو دوسر رانی کشنده پهن نیام و گروه عضلات نازک نی) کشیده شده اند و باعث تغییر اعمال نیروها بر زانو می‌شود (ویتسورو، ۲۰۱۹)، طوری که خط کشش ثقل به سمت داخل زانو جابه جا می‌شود و سبب اعمال بار بیشتر به ساختار داخلی زانو می‌گردد، به طوری که میزان نیروی عکس العمل در این بخش حدود ۵/۳ برابر قسمت خارجی خواهد بود (لویک و همکاران، ۲۰۱۴؛ شمسی ماجلان و همکاران (۱۳۹۱) این امر ممکن است باعث اختلال در تحمل وزن گردد و منجر به بی ثباتی در وضعیت بدنی شده و استراتژی کنترل وضعیت را در افراد دارای زانوی پرانتری حین ایستادن دچار اختلال سازد (سمانی و همکاران، ۲۰۲۰). افراد دارای زانوی پرانتری ممکن است در معرض خطر بیشتر آسیب طی فعالیت‌های ورزشی خود باشند.

حرکت برشی، تغییر مسیر وضعیت بدن به طرفین با زوایای مختلف است یکی از متداول ترین حرکت هایی است که در اکثر رشته های ورزشی نظیر هندبال فوتبال فوتسال والیبال بسکتبال، بدمینتون و غیره و همچنین فعالیت‌های روزانه انجام می‌شود. همچنین یکی از حرکات شایع در آسیب های غیر برخوردی می‌باشد. به نظر میرسد، بتوانیم فشار بر مفصل زانو را در حرکت برشی با بهبود راستای زانو توسط تمرینات ورزشی کاهش داده و از مشکلاتی مثل عدم تعادل داخلی خارجی مفصل زانو و فشار بر رباط صلیبی قدامی در افراد زانوی پرانتری بکاهیم.

زانوی پرانتری یکی از دلایل برهم خوردن راستای زانو است. شلی یا ضعف و کوتاهی عضلات سبب برهم خوردن فعالیت عضلانی، گشتاورها و نیروهای مفصلی در مفاصل زانو و منجر به در هنگام فعالیت های روزمره و فعالیت‌های ورزشی می‌شود (اندرز و همکاران، ۲۰۱۶؛ اندریاک، ۲۰۱۴؛ چاو و همکاران، ۲۰۱۴). نیلند و همکاران گزارش کردند که افراد دارای زانوی پرانتری در مقایسه با افراد نرمال هنگام ایستادن روی یک پا به علت اتکای بیشتر به مفصل سابتالار و میدتارسال دارای کنترل وضعیتی و تعادل ضعیف تری هستند (نیلند و همکاران، ۲۰۲۲) آرامز و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند احتمال وقوع آسیب لیگامان صلیبی قدامی در افرادی که زانوی پرانتری دارند بیشتر است همچنین (بختیاری و همکاران، ۱۳۹۱) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که افراد دارای زانوی پرانتری پویا و ایستای ضعیف تری در راستای داخلی خارجی دارند و دلیل نتیجه خود را برون چرخیدگی تحمیلی ناشی از زانوی پرانتری در مفصل زانو می دانند و این عامل سبب جابجایی خط جاذبه به داخل مفصل زانو می‌شود (هایم و همکاران، ۲۰۱۸).

علاوه براین، حرکاتی مثل حرکت برشی که در صفحه ی فرونتال انجام میشود با جابجایی وضعیت خط جاذبه به داخل مفصل زانو سبب برهم خوردن تعادل عضلانی شده و احتمال آسیب دیدگی زانو را بالا می‌برد. علت این افزایش آسیب پذیری، برهم

خوردن تعادل عضلات همسترینگ داخلی خارجی است. این عضلات محدود کننده زاویه آبداکشن در صفحه فرونتال می‌باشد. بر اساس تعریف کمیته پوسچر آکادمی جراحی اورتوپدی آمریکا در سال ۱۹۷۴، حالتی از تعادل اسکلتی عضلانی است که صرف نظر از وضعیت قرارگیری بدن مثل خوابیده نشسته، ایستاده، در هنگام کار و استراحت از ساختارهای حمایت کننده در مقابل آسیب یا ناهنجاری پیش رونده محافظت می‌نماید (وگن، ۲۰۱۵). در چنین شرایطی، انرژی مصرفی عضلات برای حفظ راستای صحیح بدن کاهش خواهد یافت (لوینجی و نورکین، ۲۰۲۱) بنابراین در یک وضعیت مطلوب کمترین میزان استرس بر روی ساختارهای حمایت کننده بدن دارد و بیشترین کارایی مشاهده می‌شود.

در مقابل وضعیت بدنی نامطلوب یا ضعیف آرایش نسبی نامناسب مفاصل و قسمت‌های مختلف بدن در ارتباط با یکدیگر است به طوری که سبب افزایش استرس و استرین بر ساختارهای حمایتی بدن، تغییر عملکرد عضلات و طول استراحت آنها و همچنین کاهش کارایی تعادل بر روی سطح اتکا میشود (کندال و همکاران، ۲۰۱۵؛ هال و همکاران، ۲۰۱۱) در واقع بروز انحرافات قابل ملاحظه در وضعیت بدنی می‌تواند در بلند مدت سبب بروز سازگاریهای منفی گسترده ای در مفاصل و بافت‌های نرم گردد که از آن جمله میتوان به کوتاهی و سفتی عضلات در سمت آگونیزست و طول شدگی و ضعف آنها سمت آنتاگونیزست اشاره کرد که این مسئله می‌تواند بر وضعیت بدنی افراد مبتلا تاثیر گذار بوده و سبب بروز ناهنجاریهای مختلف وضعیتی از جمله زانوی پرانتری گردد (کندال و همکاران، ۲۰۱۵).

تمرینات رایجی است که براساس تئوری کندال صرفا به منظور کاهش میزان زاویه بین ران و درشتنی طراحی شده است. این گونه برنامه های تمرینی غالبا مشتمل بر حرکات کششی در قسمت داخلی زانو و تمرینات مقاومتی در ناحیه خارجی زانو میباشد (هریسومالیس، ۲۰۲۱).

تمرین مقاومتی به عنوان انقباضهای تکراری اختیاری عضله در مقابل مقاومتی تعریف میشود که بزرگتر از مقاومتی است که به طور طبیعی در فعالیتهای زندگی روزمره با آن مواجه می‌شود. تمرین مقاومتی قدرت را از طریق سازگاری در هر دو سیستم عضلانی و عصبی افزایش می‌دهد.

سازگاری های عصبی افزایش قدرت از راه‌های زیر صورت می‌گیرد:

۱. بنابر اصل اندازه سیستم عصبی برای انجام انقباضات کوچکتر و ضعیف تر واحدهای حرکتی کوچک درون عضله را فعال میکند و هر چه کار بیشتر شود واحدهای حرکتی بزرگتر فعال خواهد شد.

۲. کنترل عصبی با تعیین این که چه تعداد و کدام واحدهای حرکتی در انقباض عضلانی درگیر می‌شوند و همچنین میزان فراخوانی واحدهای حرکتی بر مقدار نیروی تولید شده یک عضله تاثیر می‌گذارد.

۳. تمرین مقاومتی برون داد عصبی به عضله موافق را افزایش و گاهی فعال سازی عضله مخالف را کم کند.

استراتژیها و برنامه های تمرینات عصبی عضلانی میتواند با تاثیر گذاشتن بر مفاصل هیپ، زانو و مچ پا، از بوجود آمدن راستای نامناسب اندام تحتانی به خصوص در حرکاتی مانند فرود آمدن از یک پرش و حرکات برشی جلوگیری کند. این نوع تمرینات ترکیبی از تمرینات چابکی پلايومتریک، تمرینات حس عمقی تعادلی، تمرینات مقاومتی و تمرینات استقامتی می‌باشند که بر بهبود و مهارت حرکتی در این اندام موثرند. تمرینات عصبی عضلانی پویا ممکن است انطباق پذیری میان عصب و عضله را تسهیل کند که در نتیجه راستای نامناسب زانو افراد را کاهش میدهد.

به علاوه تمرینات حرکتی و هوشیار کننده به ورزشکاران کمک می‌کند که از عهده حرکات پیش‌بینی نشده برآیند و تمرینات اختلال گرایانه برای تهییج الگوهای فعالیتهای اصلاحی نویدبخش است. به‌طوریکه توان عضلات به اندازه کیفیت عملکردشان ارتقا پیدا میکند به قدرت عضلات مرکزی باید به اندازه قدرت عضلات چهار سر و همسترینگ توجه داشت نسبت بالای قدرت چهار سر به همسترینگ باید کاهش پیدا کند.

تمرینات اصلاحی موضعی با تکیه بر تئوری کندال جهت بهبودی عارضه زانوی پرانتری به اصلاح ناهنجاری در مفصل زانو کشش عضلات نیم غشایی نیم، و تری راست داخلی و درشت نی قدیمی و تقویت عضلات دوسررانی کشنده پهن نیام و گروه عضلات نازک نی می‌پردازد (حسنوند و همکاران، ۱۳۹۰). با وجود سازوکاری که تمرینات اصلاحی موضعی در بهبود این

گروههای عضلانی دارد، تحقیقات اندکی در این باره انجام شده است. بنابراین به لحاظ تئوریک میدانیم ارتباطی وجود دارد ولی نمی دانیم که در شرایط عملی تمرینات اصلاحی میتواند عمل چند گروه عضلانی را به نحوی تغییر دهد که راستای مفصل زانو را در حرکت برشی حفظ کند یا خیر؟

از دیگر روشهای تمرینی که امروزه برای پیشگیری از آسیبها مورد استفاده قرار می گیرد تمرینات عصبی عضلانی است. بنابر مطالعات انجام شده این تمرینات اثرات مثبتی در ارتقای توانایی های حس عمقی، عصبی عضلانی و حسی حرکتی و بطور کلی بر عملکرد خوب زانو داشته اند که این نوع برنامه ها از تمرینات مختلفی شامل تمرینات پلايومتریک، مهارتی، حس عمقی تعادلی و مقاومتی تشکیل شده اند.

اثرات این گونه تمرینات هم بر زانو و مچ پا و ران تاثیر می گذارد.

بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر مقایسه شش هفته تمرینات اصلاحی موضعی و رینات عصبی - عضلانی بر راستای زانو دختران دارای زانوی پرانتری در حرکت برشی میباشد.

۲- روش تحقیق

مطالعه ای کاربردی از نوع علی معلولی و از نوع کنترل متغیرها نیمه تجربی است. طرح تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با طرحی بین گروهی برای مقایسه تغییرات زاویه زانو در بین گروه- های اصلاحی موضعی، عصبی عضلانی، کنترل و با روند پیش آزمون و پس آزمون در هر سه گروه همراه می باشد.

محدوده تحقیق

معیارهای ورود

۱. برای ورود به تحقیق حاضر افراد میبایست حداقل سه سانتی متر بین کندیلهای داخلی ران در حالت ایستاده (قوزکهای داخلی به هم چسبیده) فاصله داشته باشند. همچنین رضایت نامه کتبی آزمودنی ها برای شرکت داوطلبانه از شرایط دیگر ورود به تحقیق حاضر بود.

معیارهای خروج

۱. شرکت کنندگانی که یکی از موارد ذیل را داشته باشند از نمونه های آماری این تحقیق خارج شدند.
۲. افرادی که در شش ماه گذشته دچار شکستگی در اندام تحتانی پارگی رباط و منیسک بودند.
۳. افرادی که در شش ماه اخیر عمل جراحی کرده بودند.

معیارهای حذف

۱. عدم رضایت فرد برای ادامه همکاری
۲. همکاری نامناسب آزمودنی در طول تحقیق
۳. غیبت به هر دلیلی بیش از دو جلسه متوالی و یا بطور مجموع سه جلسه.

متغیرهای تحقیق

متغیر مستقل: برنامه تمرینی (مداخله) است که به دو شکل تمرینات اصلاحی موضعی و تمرینات عصبی عضلانی می- باشد.

متغیر وابسته: راستای زانو در افراد زانوی پرانتری در حرکت برشی متغیر وابسته این تحقیق بود.

جامعه آماری تحقیق حاضر کلیه دانش آموزان ابتدایی دختر شهر قائمشهر بودند که ۷ تا ۱۱ ساله بودند. حجم نمونه آماری این تحقیق پنج مدرسه از بین مدارس مقطع ابتدایی شهر قائمشهر بصورت تصادفی انتخاب و کلیه دانش آموزان این مدارس

غربالگری و افرادی که دارای ناهنجاری زانوی پرانتری بودند (۱۲۰ نفر) و حاضر به همکاری (۳۶ نفر) شدند را بصورت آرایش تصادفی در سه گروه تمرین اصلاحی ($n=12$) تمرین عصبی عضلانی (۱۲) و کنترل (۱۲) قرار دادیم. برای ارزیابی سینماتیکی راستای دو بعدی از دستگاه تجزیه و تحلیل با نام تجاری SIMI MOTION3D ساخت کشور آلمان با سه دوربین و با سرعت تصویر برداری ۱۵۰ فریم بر ثانیه استفاده شد. از نرم افزار Model 6.2fe, Version: SIMI Motion V.5.0.24 برای آنالیز داده های بدست آمده از دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت SIMI Motion استفاده گردید. مارکرهای یک اینچی انعکاسی به منظور شناسایی نقاط خاص اندامهای بدن برای اندازه گیری توسط نرم افزار SIMI Motion بودند که با نوار چسبهای دو طرفه به اندام تحتانی چسبانده شدند. برای کالیبره کردن دستگاه SIMI Motion از فریم کالیبراسیون فلزی هشت نقطه ای مکعبی شکل استفاده گردید. سکوهایی چوبی پرش به ارتفاع و طول ۴۸/۳۰ سانتی متر (۱۲) اینچ و عرض ۱/۳۸ سانتی متر (۱۵) اینچ، برای تمرینات عصبی عضلانی استفاده شد. اسفنج های فشرده به طول و عرض ۵۰ سانتی متر و به ضخامت ۷ سانتی متر با سختی متوسط، برای تمرینات عصبی عضلانی استفاده شد. تخته های تعادل به قطر ۵۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۰ سانتی متر برای تمرینات عصبی عضلانی استفاده شد.

۳- روند کلی تحقیق

در این تحقیق، تعداد ۳۶ نفر از دانش آموزان ابتدایی دختر شهر قائمشهر که دارای ناهنجاری زانوی پرانتری بودند شناسایی و به طور تصادفی در سه گروه تمرینات اصلاحی ($n=12$)، تمرینات عصبی عضلانی (۱۱۲) و کنترل قرار گرفتند. سپس از گروههای مذکور در آزمایشگاه تربیت بدنی دانشگاه حکیم سبزواری دعوت به عمل آمد. قبل از انجام پیش آزمون فرآیند اجرای تحقیق به طور کامل برای افراد تشریح شده و اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی و داده های استخراج شده از فرآیند تحقیق، کاملاً محرمانه خواهد ماند. سپس فرم مربوط به مشخصات فردی در اختیار افراد قرار گرفت و پس از آن که مشخص شد چه افرادی شرایط ورود به تحقیق را دارند از آنان خواسته شد در صورت تمایل به همکاری، فرم رضایت نامه را مطالعه و امضاء نمایند قبل از اجرای آزمون ابتدا قد و وزن افراد اندازه گیری شد و با استفاده از فرمول نسبت وزن بر مجذور قد، شاخص توده بدن محاسبه گردید. در مرحله بعدی بروی اندام تحتانی هر کدام از افراد با روش مشخص شده مارکر گذاری شد (بخش ۲-۱۰-۳) و در مرحله آخر از آنان با دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت از حالت استاتیک آناتومیکی) و وضعیت «برش با پای برتر جهت بررسی سینماتیک دو بعدی حرکات مفصل زانو در صفحه فرونتال از لحظه تماس با زمین تا لحظه جدا شدن به طور جداگانه فیلم برداری انجام گرفت. ضمناً با توجه به اینکه ممکن است شرایط یادگیری بر نتیجه آزمون اثر داشته باشد قبل از اجرای آزمون برای تسلط پیدا کردن به نحوه اجرای آن افراد ۳ الی ۵ مرتبه به طور آزمایشی تمرین کردند. سرانجام پس از انجام محاسبات در دو وضعیت آناتومیکی و «برش با پای برتر و بررسی اختلاف، آن زاویه زانو در صفحه فرونتال مشخص گردید.

بعد از انتخاب نمونه ها به مدت ۴۵-۲۵ دقیقه در هر جلسه ۳ جلسه در هفته و به مدت ۶ هفته به تمرینات مربوطه در گروههای خود پرداختند پیوست ۳ و ۴ پس از دوره تمرینی مجدداً از هر سه گروه مطابق شرایط پیش آزمون آزمون دیگری انجام پذیرفت و در نهایت نتایج پیش آزمون و پس آزمون با هم مقایسه گردید.

روش مارکر گذاری

برای ارزیابی راستای دو بعدی زانو، ابتدا نیاز به نصب مارکرهایی بر نقاطی در اندام تحتانی بود. برای اجرای این عمل از روش مارکر گذاری پلاگین گیت مدل استفاده شد لی و هر تل، ۲۰۱۲؛ ناکوا و همکاران (۲۰۱۱) به همین منظور مکانهایی که مارکرها با این روش بر روی اندام تحتانی مورد نیاز در حالت استاتیک نصب شدند عبارتند از خار خارصه ای قدامی سمت برتر تروکانتر بزرگ ران هر دو پا، وسط ران، کندیل داخلی و خارجی، زانو، ساق قوزکهای داخلی و خارجی برجستگی پاشنه، مفصل دومین استخوان کف پا با انگشت دوم.

آزمون ارزیابی سینماتیکی سه بعدی مفصل زانو

دستگاه تجزیه و تحلیل حرکت SIMI MOTION با سه دوربین و با سرعت تصویر برداری ۱۵۰ فریم در ثانیه در دو وضعیت استاتیک و اجرای برش با پای برتر در یک فضای سه بعدی کالیبراسیون شده در لحظه اولین تماس پا با زمین تا لحظه جدا شدن پا از زمین به عنوان یک متغیر اصلی و با استفاده از فیلتر زیرگذر و فرکانس برشی THz ردیابی شد. تصاویر بدست آمده از زوایای خط بین مارکرهای روی ران و کندیل خارجی زانو از ران و مارکرهای کندیل خارجی و قوزک خارجی از ساق پا بر روی سطح فرونتال توسط نرم افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پارامتر والگوس واروس در این صفحه مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از پایان هفته ششم، تمرین مجدداً از نمونه های تحقیقی هر سه گروه آزمونهای مذکور با روش و شرایط قبلی پیش آزمون گرفته شد و نتایج بدست آمده از هر دو آزمون با توجه به روش های آماری ذیل مقایسه گردیدند.

۴- روش های آماری

اطلاعات بدست آمده از تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این خصوص معیارهای مهم تمایل مرکزی از قبیل میانگین و پراکندگی از قبیل دامنه تغییرات و انحراف استاندارد محاسبه شدند در بخش آمار استنباطی، از آزمون نرمال بودن جهت اطمینان از نرمال بودن داده های هر سه گروه استفاده شد و در ادامه برای بررسی همسان بودن دو گروه در پیش آزمون و مقایسه تفاضل میانگینهای پیش آزمون و پس آزمون (مقایسه بین گروهی) هر دو گروه از آزمون آنوای یک طرفه و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. همچنین جهت مقایسه میانگینها در پیش آزمون و پس آزمون ون (مقایسه درون گروهی در هر گروه از آزمون تی زوجی) استفاده گردید. در نهایت اندازه اثر آماری متغیر مستقل با توجه به فرمول دی-کوهن" مورد محاسبه قرار گرفت و سطح معنی داری در سراسر تحقیق در سطح ۹۵ با آلفای ۰.۰۵٪ در نظر گرفته شد.

برنامه تمرینی

برنامه تمرینات اصلاحی موضعی

منظور از برنامه تمرینات اصلاحی موضعی در تحقیق حاضر همان تمرینات رایجی است که بر اساس تئوریهای کندال، صرفاً به منظور کاهش زاویه بین ران و زانو و اصلاح بافتهای پیرامون آن در افراد مبتلا به ناهنجاری زانوی پرانتری وضعیتی طراحی شده است. این تمرینات شامل حرکات کششی در قسمت داخل زانو و تمرینات قدرتی در قسمت خارجی زانو اس

در تحقیق حاضر، محقق مدت زمان برنامه تمرینات اصلاحی (کش) پتل، (۲۰۰۵) را شش هفته، هفته ای سه جلسه در نظر گرفت. هر جلسه تمرین شامل ۲۵ الی ۴۵ دقیقه به طول می انجامید که شامل تمریناتی مانند گرم کردن ۵-۶ دقیقه، تمرینات کششی (۲۵-۱۰ دقیقه و تمرینات مقاومتی (۲۰-۱۵ دقیقه) و تحت نظارت مستقیم آزمونگر انجام شد پیوست (۳) همچنین در فرایند اجرا، نیز حجم تمرینات (تکرار و مدت زمان) به صورت تدریجی در طول شش هفته برنامه تمرینی و با توجه به ویژگیهای فردی هر آزمودنی افزایش یافت.

برنامه تمرینات عصبی عضلانی

منظور از تمرینات عصبی عضلانی در این تحقیق انجام یکسری تمرینات به منظور بهبود راستای زانو افزایش یافت.

برنامه تمرینات عصبی-عضلانی

منظور از تمرینات عصبی عضلانی در این تحقیق انجام یکسری تمرینات به منظور بهبود راستای زانو می باشد که به مدت شش هفته هفته ای سه جلسه، هر جلسه ۲۵ الی ۴۰ دقیقه به طول می انجامید که شامل تمریناتی مانند گرم کردن ۵-۶ دقیقه، تمرین بر روی اسفنج فشرده ۴-۵ دقیقه، تمرین روی تخته تعادل (۴-۵ دقیقه)، تمرینات قدرتی دو نفره ۵-۶ دقیقه و تمرینات پلايومتریك (۴-۵ دقیقه) بودند، تجویز گردید.

۵- یافته‌ها

ویژگیهای آنترپومتریکی

خصوصیات مربوط به، قد وزن سن و شاخص توده بدن نمونه های مورد آزمایش به تفکیک گروههای مربوط در جدول ۱ گزارش شده است.

جهت بررسی همگن بودن مشخصات آنترپومتریکی بین گروههای تحقیق از آزمون آنووا یک استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگیهای آنترپومتریکی سه گروه

P	F	گروه کنترل	گروه عصبی-عضلانی	گروه اصلاحی	ویژگیهای آنترپومتریکی
۰/۴۹۲	۰/۷۳۱	۱۷۶/۴±۴/۴	۱۷۳/۱±۵/۶	۱۷۴/۱±۷/۷	قد
۰/۷۵۴	۰/۲۸۶	۶۰±۹/۴	۵۷/۰۵±۸/۴	۵۷±۱۱/۰۴	وزن
۰/۱۱	۲/۴۳۳	۱۶/۱±۰/۶	۱۶/۱±۰/۶	۱۵/۵±۰/۷۵	سن
۰/۹۱۹	۰/۰۸۵	۱۹/۲±۲/۵	۱۹±۲/۱	۱۸/۷±۳	BMI

نتایج آزمون آنوای یکسویه نشان داد بین قد، وزن، سن، شاخص توده بدن گروههای تحقیق اختلاف معنی داری وجود ندارد. ارائه نتایج تمرینات اصلاحی موضعی

فرضیه ۱: تمرین اصلاحی بر راستای زانو پرنانتری در حرکت برشی در صفحه فرونتال تاثیر معنی داری دارد.

نتایج مقایسه آماری بین میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون گروه تمرین اصلاحی موضعی بر راستای زانو در صفحه فرونتال در حرکت برشی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد زاویه زانو در صفحه فرونتال در پیش آزمون و پس آزمون و اختلاف آماری در حرکت برشی گروه اصلاحی موضعی

اندازه اثر	P	t	میانگین و انحراف استاندارد در پس آزمون	میانگین و انحراف استاندارد در پیش آزمون	گروه
۰/۴۷۵	۰/۰۴۰	۲/۵۲۱	۵۱±۴/۷	۱۲/۷±۱۱/۳	اصلاحی
	۰/۱۲۳	-۱/۷۲۲	۱۱/۷±۹/۷	۷/۶±۸/۸	کنترل

نتایج آزمون تی زوجی نشان داد اختلاف معنی داری بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرین اصلاحی موضعی وجود دارد، ولی اختلاف معنی داری در گروه کنترل مشاهده نشد.

ارائه نتایج تمرینات عصبی عضلاتی

فرضیه دوم: تمرین عصبی عضلانی بر راستای زانوی پرانتری در حرکت برشی در صفحه فرونتال تاثیر معنی داری دارد.

نتایج مقایسه آماری بین میانگین نمرات پیش آزمون و پس آزمون گروه تمرین عصبی عضلانی بر راستای زانو در صفحه فرونتال در حرکت برشی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- میانگین و انحراف استاندارد زاویه زانو در صفحه فرونتال در پیش آزمون و پس آزمون و اختلاف آماری در حرکت برشی گروه عصبی عضلانی

اندازه اثر	P	t	میانگین و انحراف استاندارد در پس آزمون	میانگین و انحراف استاندارد در پیش آزمون	گروه
۰/۷۲۸	۰/۰۰۲	۴/۶۳۹	۵/۶ ± ۷/۴	۱۷/۳ ± ۱۱/۲	عصبی-عضلانی

نتایج آزمون زوجی نشان داد اختلاف معنی داری بین پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرین عصبی-عضلانی وجود دارد.

ارائه نتایج مقایسه ی بین گروهی

فرضیه سوم بین تمرینات اصلاحی موضعی و تمرینات عصبی عضلانی از نظر اثرگذاری بر راستای زانوی پرانتری در حرکت برشی در صفحه فرونتال تفاوت معنی داری وجود دارد.

نتایج مقایسه آماری بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون و اختلاف نمرات پیش آزمون و پس آزمون گروه های اصلاحی عصبی عضلانی و کنترل بر راستای زانو در صفحه فرونتال در حرکت برشی در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- تغییرات زاویه زانو در گروه های تجربی و کنترل قبل و بعد از تمرین

متغیر	گروه ها	قبل	بعد	درصد تغییرات (درجه)	P قبل	P بعد	F	اندازه اثر	P اختلاف نمرات
	کنترل	۷/۶ ± ۸/۸	۱۱/۷ ± ۹/۷	-۴/۱۷					
زاویه	اصلاحی	۱۲/۷ ± ۱۱/۳	۵/۱ ± ۴/۷	۷/۵	۰/۱۶۴	۰/۱۵۴	۱۰/۱۲۹	۰/۵۰	۰/۰۰۱
زانو عضلانی	عصبی-	۱۷/۳ ± ۱۱/۲	۵/۶ ± ۷/۴	۱۱/۸					

نتایج آزمون آنوای یکسویه نشان داد اختلاف معنی داری بین گروه های تحقیق وجود دارد که برای مشخص شدن این معنی داری از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد که در جدول مشاهده می کنید.

ارائه نتایج مقایسه ی بین گروهی

فرضیه سوم بین تمرینات اصلاحی موضعی و تمرینات عصبی عضلانی از نظر اثرگذاری بر راستای زانوی پرانتری در حرکت برشی در صفحه فرونتال تفاوت معنی داری وجود دارد.

نتایج مقایسه آماری بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون و اختلاف نمرات پیش آزمون و پس آزمون گروه‌های اصلاحی، عصبی عضلانی و کنترل بر راستای زانو در صفحه فرونتال در حرکت برشی در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج یافته

- ۱- تمرین اصلاحی باعث کاهش معنی دار زاویه ولگوس به مقدار ۵/۷ درجه نسبت به پیش آزمون در صفحه فرونتال شد.
- ۲- تمرین عصبی عضلانی باعث کاهش معنی دار زاویه ولگوس به مقدار ۸/۱۱ درجه نسبت به پیش آزمون در صفحه فرونتال شد.
- ۳- تمرین اصلاحی نسبت به گروه کنترل باعث کاهش معنی دار زاویه ولگوس به مقدار ۶۹/۱۱ درجه در صفحه فرونتال شد.
- ۴- تمرین عصبی عضلانی نسبت به گروه کنترل باعث کاهش معنی دار زاویه ولگوس به مقدار ۹۳/۱۵ درجه در صفحه فرونتال شد.
- ۵- تمرین عصبی عضلانی نسبت به تمرین اصلاحی باعث کاهش زاویه ولگوس به مقدار ۲۴/۴ درجه شده که از نظر آماری این اختلاف معنی دار نیست.

۷- بحث و نتیجه گیری

یکی از عواملی که باعث برهم خوردن راستای طبیعی زانوها می‌شود ناهنجاری زانوی پرانتری است که در این عارضه زانوها از هم دور و قوزکهای داخلی به هم نزدیک میشوند و پاها شکل پرانتری پیدا می‌کنند. لطافت کار (۱۳۸۹) در این عارضه عضلات قسمت داخلی زانو (نیم) غشایی نیم وتری، راست داخلی و درشت نی قدامی کوتاه و عضلات قسمت خارجی زانو (دوسر)، رانی کشنده پهن نیام و گروه عضلات نازک نی) کشیده شده‌اند و باعث تغییر اعمال نیروها بر زانو می‌شود (ویتورو، ۲۰۰۹)، طوری که خط کشش ثقل به سمت داخل زانو جابه جا می‌شود و سبب اعمال بار بیشتر به ساختار داخلی زانو می‌گردد، به طوری که میزان نیروی عکس العمل در این بخش حدود ۵/۳ برابر قسمت خارجی خواهد بود (لویک و همکاران، ۲۰۱۴؛ شمسی ماجلان و همکاران (۱۳۹۱) این امر ممکن است باعث اختلال در تحمل وزن گردد و منجر به بی ثباتی در وضعیت بدنی شده و استراتژی کنترل وضعیت را در افراد دارای زانوی پرانتری حین ایستادن دچار اختلال سازد (سمائی و همکاران، ۲۰۲۰). افراد دارای زانوی پرانتری ممکن است در معرض خطر بیشتر، آسیب طی فعالیتهای ورزشی خود باشند.

جهت بهبود این ناهنجاری تمرینات اصلاحی بطور رایج مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از تمرینات اصلاحی اصلاح عملکرد عضلاتی است که بر اثر برهم خوردن مکانیک زانو دچار تغییر شده اند. در نتیجه

اصلاح عملکرد این عضلات مقدار و جهت نیروهای وارده به زانوها در راستای طبیعی خود قرار خواهند

گرفت. همچنین امروزه برای پیشگیری از آسیب و راستای نامناسب زانو از تمرینات عصبی عضلاتی استفاده می‌کنند. هدف از انجام تمرینات عصبی عضلاتی تحریک سیستم حسی حرکتی که موجب افزایش هماهنگی و سفتی مفصلی می‌شود (کیبلر و همکاران، ۲۰۲۱) در نتیجه باعث کاهش بار وارده بر مفصل زانو در هنگام حرکت می‌شود (هویت و همکاران، ۲۰۱۶).

با توجه به اثرات منفی ناهنجاری زانوی پرانتری در بروز آسیبها، بررسی تاثیر حرکات اصلاحی بر رفع این ناهنجاری ضروری به نظر میرسد لذا در تحقیق حاضر اثر شش هفته تمرینات اصلاحی بر راستای زانوی پرانتری پسران در حرکت برشی بررسی شد. بیشتر تمرینات در این زمینه به مقایسه نیروی عکس العمل زمین و بررسی عملکرد اندام تحتانی و تعادل افراد دارای زانوی پرانتری با افراد دارای پای ضربدری و نرمال پرداخته اند.

به طور کلی مرور تحقیقات گذشته نشان داده است که یکی از ناهنجاری‌های شایع در اندام تحتانی زانوی پرانتری میباشد که افراد دارای این ناهنجاری خطر آسیب دیدگی بالاتری نسبت به افراد زانوی نرمال دارند. بنابراین تمرین درمانی توصیه میشود. از این رو نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات اصلاحی موضعی با شاخصهای تمرینی گرم کردن تمرینات کششی و تمرینات مقاومتی و همچنین شش هفته تمرینات عصبی عضلانی با شاخصهای تمرینی گرم کردن تمرین بر روی اسفنج فشرده، تمرین بر روی تخته تعادل، تمرینات مقاومتی دو نفره و تمرینات پلایومتریک سبب بهبود پارامتر سینماتیکی

(والگوس) مفصل زانو در صفحه فرونتال شده است که در این میان اندازه اثر تمرینات عصبی عضلانی بالاتر بوده است. لذا میتوان برنامه تمرین عصبی عضلانی را به عنوان یک الگوی تمرینی برای بهبود راستای زانو به متخصصان مربوطه معرفی نمود.

منابع

- حسنوند، بهمن؛ بهرامی، فرید؛ درویشی، اعظم؛ کرمی، کبری و چگنی، مسعود (۱۴۰۰). تاثیر حرکات اصلاحی منظم بر ناهنجاری‌های عضلانی-اسکلتی دختران دانش‌آموز شهر خرم‌آباد. دانشگاه علوم پزشکی لرستان. شماره ۱: ۷۹-۸۵.
- دانشمندی، حسن؛ علیزاده، محمدحسین و مقدسی، مهرداد (۱۳۹۵). بررسی راستای طبیعی زانوها و ارتباط آن با برخی عامل‌های موثر در ورزشکاران حرفه‌ای. المپیک، شماره ۳۳، ۴۱-۵۰.
- رهنما، نادر؛ بمبئی چی، عفت و دانشجو، عبدالحمید (۱۳۹۷). شیوع و علل آسیب لیگامنت متقاطع قدامی در فوتبالیست‌های مرد حرفه‌ای. المپیک؛ شماره ۴۴.
- سخنگویی، یحیی؛ افشارمند زهره (۱۳۹۲). حرکات اصلاحی (چاپ اول). انتشارات حتمی. ۳۴۵-۳۴۹.
- شاه‌امیری فتاحی، فرج‌الله؛ علیزاده، محمد حسین و مینونژاد، هومن (۱۳۹۲). تاثیر ناهنجاری زانوی پراتنزی بر پایداری داینامیکی در تکلیف پرش فرود تک پا، مطالعات طب ورزشی، ۱۳، ۳۹-۵۲.
- لطافت کار، امیر؛ دانشمندی، حسن؛ حدادنژاد، ملیحه و عبدالوهابی، زهرا (۱۳۹۲). حرکات اصلاحی پیشرفته از تئوری تا عمل (چاپ دوم). تهران: آوای ظهور.
- Andrews, M., Noyes, F. R., Hewett, T. E., & Andriacchi, T. P. (2016). Lower limb alignment and foot angle are related to stance phase knee adduction in normal subjects: a critical analysis of the reliability of gait analysis data. *Journal of orthopedic research*; 14(2), 289-295.
- Haim, A., Rozen, N., Dekel, S., Halperin, N., & Wolf, A. (2018). Control of knee coronal plane moment via modulation of center of pressure: a prospective gait analysis study. *Journal of biomechanics*; 41(14), 3010-3016.
- Hewett, TE., Stroupe, AL., Nance, TA., & Noyes, FR. (2016). Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American Journal of Sports Medicine*; 24: 765-773.
- Johnson, F., Leidl, S., & Waugh, W. (2018). The distribution of load across the knee. A comparison of static and dynamic measurements. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*; 62(3), 346-349.
- Kibler, WEI., Livingston, B. (2021). Closed-chain rehabilitation for upper and lower extremities. *J Am Accad Orthop Surg*; 9:412-421.
- Tasaddoghi, Z., & Asady, S. K. Posture condition of upper and lower extremity and its relationship with physical fitness related to physical fitness and body composition.
- Utting, M. R., Davies, G., & Newman, J. H. (2005). Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *The knee*, 12(5), 362-365.
- Van De Graaff, K. M., Fox, S. I., & LaFleur, K. M. (2017). *Synopsis of Human Anatomy & Physiology*. Wm. C. Brown Publishers.
- Weiser, S., Nordin, M., Andersson, G. B. J., & Pope, M. H. (2017). *Musculoskeletal disorders in the workplace: principles and practice*. *Musculoskeletal Disorders in the Workplace: Principles and Practice*. 273-274.
- Young, M., & Michael, L. (2013). A review on postural realignment and its muscular and neural components. *Elite Trac*.