

بررسی اثر حرکات اصلاحی ورزشی در درمان ناهنجاری های شایع زانو

زهره میرعباسی^{۱*}

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیل

mirabbasizohreh@gmail.com

چکیده:

زانو یکی از پیچیده ترین مفاصل در بدن انسان است و ناهنجاری های زانو می توانند به دلیل آسیب، تخریب، یا تغییرات ساختاری ایجاد شوند. از جمله این ناهنجاری ها می توان آرتروز زانو، پای پرانتزی، پای ضربدری و افتادگی زانو و درد کشکک زانو نام برد. روش کار: حرکات اصلاحی ورزشی به عنوان یکی از روش های موثر در مدیریت این بیماری ها شناخته می شوند. هدف این حرکات تقویت عضلات اطراف زانو، بهبود انعطاف پذیری و کاهش استرس بر مفصل زانو است. نتیجه گیری: حرکات اصلاحی ورزشی می توانند ابزارهای موثری برای بهبود وضعیت زانو در افراد مبتلا به افتادگی زانو باشند. اما اثرگذاری آن بسته به شرایط فردی، نوع تمرینات و ساختار زانو متغیر است.

کلمات کلیدی: حرکات اصلاحی، پای پرانتزی، پای ضربدری، افتادگی زانو، درد کشکک

۱. مقدمه

زانو یکی از پیچیده ترین و بزرگ ترین مفاصل در بدن انسان است و از چندین ساختار شامل استخوان ها، غضروف ها، تاندون ها و رباط ها تشکیل شده است. ناهنجاری های زانو می توانند به دلیل آسیب، تخریب، یا تغییرات ساختاری ایجاد شوند. در این بخش، به بررسی تعدادی از ناهنجاری های شایع زانو پرداخته می شود. آرتروز زانو یکی از شایع ترین ناهنجاری ها در بزرگسالان و سالمندان است. این عارضه معمولاً با فرسایش سطح غضروف مفصل زانو همراه است که منجر به درد، کاهش دامنه حرکتی و در نهایت ناتوانی می شود. شواهد نشان می دهند که سن، اضافه وزن، و سابقه آسیب به زانو می توانند عوامل خطر برای توسعه آرتروز زانو باشند (Hawker et al., 2000). زانوی پرانتزی (Genuvarum) به وضعیتی اشاره دارد که در آن زانوها به سمت بیرون منحرف می شوند و فاصله قابل توجهی بین زانوها وجود دارد. این حالت معمولاً می تواند منجر به مشکلاتی در تکامل مفصل، ناهنجاری های اسکلتی و افزایش درد در ناحیه زانو و سایر مفاصل شود. حرکات اصلاحی ورزشی می توانند به بهبود وضعیت زانوی پرانتزی کمک کنند. در مقابل زانوی پرانتزی، زانوی ضربدری حالتی است که در آن زانوها به سمت داخل قرار می گیرند و پاها به سمت خارج انحراف دارند. این ناهنجاری معمولاً در کودکان دیده می شود

و معمولاً با رشد بهبود می‌یابد. با این حال، در برخی موارد، ممکن است نیاز به درمان‌های پزشکی یا جراحی وجود داشته باشد (Sohadra et al., 2017). افتادگی زانو، که به معنای ناپایداری کشکک زانو است، ممکن است به دلیل آسیب‌های ناشی از تصادفات یا فعالیت‌های ورزشی باشد. این وضعیت می‌تواند منجر به درد و احساس ناپایداری در زانو شود و در نتیجه توانایی فرد برای فعالیت‌های روزمره تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Fowler et al., 2013).

۲. روش کار

حرکات اصلاحی ورزشی در درمان آرتروز زانو

آرتروز زانو، به‌عنوان یکی از شایع‌ترین مشکلات استخوانی-مفصلی در میان بزرگسالان، می‌تواند منجر به درد، کاهش دامنه حرکتی و ناتوانی شود. حرکات اصلاحی ورزشی به‌عنوان یکی از روش‌های مؤثر در مدیریت این بیماری شناخته می‌شود. هدف این حرکات تقویت عضلات اطراف زانو، بهبود انعطاف‌پذیری و کاهش استرس بر مفصل زانو است.

اصول عمومی حرکات اصلاحی ورزشی

چگونگی تقویت عضلات چهارسر و همسترینگ می‌تواند به ثبات و حمایت از زانو کمک کند. افزایش انعطاف‌پذیری مفصل و عضلات اطراف، دامنه حرکتی زانو را بهبود می‌بخشد. حرکات کنترل شده می‌توانند به تسکین درد و التهاب کمک کنند. بهبود تعادل و پایداری: بهبود تعادل می‌تواند مانع از بروز آسیب‌های بیشتر در زانو شود (Bennell et al., 2010). نوع و شدت آرتروز، تعیین کننده نوع حرکات خواهد بود (Glyn-Jones et al., 2015). سطح آمادگی جسمانی و توانایی بیمار باید در انتخاب حرکات در نظر گرفته شود. وجود درد، تورم و سایر علائم ممکن است بر انتخاب حرکات تأثیر بگذارد (Amin et al., 2016). آیا هدف، افزایش قدرت، انعطاف‌پذیری، یا رسیدن به تعادل است؟ (Wang et al., 2021) گرم کردن برای آماده‌سازی عضلات و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی ضروری است. یک گرم کردن مناسب می‌تواند شامل حرکات کششی و فعالیت‌های هوازی سبک (مثل راه رفتن) باشد.

تمرینات تقویتی (Strengthening Exercises)

تمرین تقویت عضلات چهارسر زانو: نشستن روی زمین با پاهای مستقیم. یک پای خود را حدود ۱۵ سانتی‌متر از زمین بلند کنید و چند ثانیه نگاه دارید سپس پایین بیاورید. این حرکت را ۱۰ تا ۱۵ مرتبه تکرار کنید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار برای هر پا انجام شود. چرا که باعث تقویت عضلات چهارسر و کاهش بار مفصل زانو می‌شود (Bennell et al., 2010).

تمرین تقویت عضلات همسترینگ: در حالت دمر دراز بکشید. پای خود را به آرامی بلند کنید و تا زاویه ۹۰ درجه نگاه دارید، به آرامی بازگردید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار انجام شود. چرا که باعث حمایت از مفصل زانو و افزایش قدرت همسترینگ می‌شود (Taliaferro et al., 2016).

تمرینات کششی (Stretching Exercises)

کششی عضلات چهارسر: بایستید و یک پا را از پشت خم کنید و قوزک پا را به سمت نشیمنگاه بکشید، چند ثانیه نگاه دارید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه، ۳ مرتبه برای هر پا انجام شود چرا که باعث بهبود انعطاف پذیری و کاهش فشار روی زانو می شود (Culvenor et al., 2016).

کششی همسترینگ: نشسته یا ایستاده، پا را به جلو بکشید و با دستان خود به سمت انگشتان پا بکشید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه، ۳ مرتبه تکرار شود. چرا که باعث بهبود دامنه حرکتی زانو و کاهش سفتی عضلات می شود (Schneider et al 2019).

تمرینات تعادلی (Balance Exercises)

حرکت ایستاده روی یک پا: با زانوهای کمی خم شده، بر روی یک پا بایستید و پای دیگر را از زمین بلند کنید. مدت زمان ۳۰ ثانیه، ۲ تا ۳ مرتبه برای هر پا اجرا شود. چرا که باعث بهبود تعادل و قدرت پایداری می شود. (Hernández-Molina et al., 2015).

تمرینات هوازی سبک (Low-Impact Cardio)

دوچرخه سواری یا پیاده روی: از دوچرخه ثابت یا پیاده روی با سرعت ملایم استفاده کنید. مدت زمان ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، تعداد جلسات ۳ تا ۵ بار در هفته که منجر به افزایش آمادگی قلبی عروقی و بهبود سلامت عمومی می گردد (Van de Water et al. 2021). همیشه حرکات را با توجه به سطح درد و شرایط جسمانی انجام دهید و در صورت وجود درد شدید، فعالیت را متوقف کنید. قبل از شروع هر برنامه تمرینی، مشاوره با پزشک یا فیزیوتراپیست ضروری است (Noehren et al., 2014). از سوی دیگر رعایت تداوم در انجام حرکات و تمرینات بسیار مهم است تا بهترین نتایج حاصل شود. حفظ فرم صحیح در تمام حرکات برای جلوگیری از آسیب بسیار حیاتی است. (Mascal et al., 2018) در همین ارتباط آموزش بیماران در مورد وضعیت خود و روش های مراقبت از مفاصل، مانند استفاده از کفش های مناسب و تغییر در فعالیت ها، می تواند از بروز آرتروز جلوگیری کند. (Callahan et al., 2000) نظارت بر شرایط بیماران مبتلا به آرتروز زانو از طریق مراجعه منظم به پزشک و ارزیابی مجدد علائم اهمیت دارد. (Zhang et al., 2010) برای جلوگیری از عوارض ناشی از آرتروز، مانند ناتوانی یا کاهش کیفیت زندگی، باید توجه ویژه ای به ارائه راهکارهای حمایتی داشته باشیم. (Müller et al, 2015) ورزش و تمرینات توانبخشی: تمرینات منظم تقویتی برای عضلات چهارسر و همسترینگ کمک می کند تا تعادل در زانو حفظ شود و فشار بر روی مفاصل کاهش یابد. همچنین، تمرینات کششی برای افزایش انعطاف پذیری مهم هستند (Osteoarthritis Research Society International, 2019)

حرکات اصلاحی ورزشی در درمان زانوی پرانتری

تغییر الگوهای حرکتی: بهبود الگوی حرکتی برای کاهش فشار بر زانو.
تقویت عضلات: تقویت عضلات داخلی ران و کاهش تنش بر روی عضلات خارجی.
بهبود انعطاف پذیری: افزایش انعطاف پذیری مفاصل و عضلاتی که ممکن است تحت تأثیر قرار گرفته باشند.
افزایش تعادل و پایداری: بهبود تعادل برای جلوگیری از مشکلات حرکتی و آسیب های بیشتر
(Hernández-Molina et al, 2015)
شدت زانوی پرانتری: نوع و شدت انحراف زانو تعیین کننده ی انتخاب حرکات است (Kärrholm et al, 2019).
سن و وضعیت بیمار: وضعیت عمومی سلامتی، سن و فعالیت های روزمره فرد را باید مدنظر قرار داد.
هدف های درمانی: اهداف خاصی، نظیر کاهش درد، بهبود دامنه حرکتی، یا تقویت عضلات، باید در انتخاب حرکات لحاظ شود (Bennell et al., 2010).
تاریخچه ی آسیب ها: شناسایی آسیب های قبلی یا جراحی های مرتبط با زانو نیز باید مدنظر قرار گیرد.

حرکات اصلاحی ورزشی

گرم کردن در ابتدا برای آماده سازی عضلات و کاهش احتمال آسیب دیدگی اهمیت زیادی دارد. این مرحله شامل حرکات کششی ملایم و فعالیت های هوازی سبک مانند پیاده روی می باشد.
تمرینات تقویتی (Strengthening Exercises)
تمرین تقویت عضلات داخلی ران: در حالت نشسته، یک زیرپایی نرم زیر زانو قرار دهید و پا را به آرامی به سمت داخل فشار دهید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار شود. باعث کاهش انحراف زانوها و بهبود عضلات داخلی می شود
(Taliaferro et al., 2016)
تمرین تقویت عضلات چهارسر: نشسته، پا را مستقیماً در سطح زمین نگاه دارید و سپس پا را به آرامی بالا ببرید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار شود. باعث تقویت عضله چهارسر و افزایش پایداری زانو می شود
(Amin et al., 2016)

تمرینات کششی (Stretching Exercises)

کششی عضلات همسترینگ: نشسته یا ایستاده، یکی از پاها را به جلو بکشید و با دستان خود به سمت انگشتان پا بکشید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه تکرار شود. باعث بهبود انعطاف پذیری و کاهش تنش و فشار بر زانو می شود. (Schneider et al., 2019)
کششی عضلات داخلی ران: نشسته، پاها را به سمت خارج باز کنید و به آرامی به جلو خم شوید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه، ۲ تا ۳ مرتبه تکرار شود. این حرکت باعث افزایش انعطاف پذیری و بهبود وضعیت عضلات داخلی می شود
(Culvenor et al., 2016)

تمرینات تعادلی (Balance Exercises)

حرکت ایستاده بر روی یک پا: بر روی یک پا بایستید و پای دیگر را از زمین بلند کنید. این حرکت را می‌توانید با بستن چشم‌ها برای افزایش چالش انجام دهید. مدت زمان ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه تکرار کنید. این حرکت باعث بهبود تعادل و ثبات مفصل می‌شود (Davis et al., 2017).

تمرینات هوازی سبک (Low-Impact Cardio)

دوچرخه‌سواری یا پیاده‌روی در محیط نرم: از دوچرخه ثابت یا پیاده‌روی با سرعت ملایم استفاده کنید. مدت زمان ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، ۳ تا ۵ بار در هفته انجام دهید. چرا که باعث افزایش آمادگی قلبی عروقی و بهبود سلامت عمومی می‌شود. (Fransen et al., 2015) در صورت بروز درد شدید، فعالیت را متوقف کنید و با پزشک مشورت کنید. نقشه‌ریزی برای پیگیری دوره‌ای حرکات اصلاحی و به‌کارگیری آنها برای حفظ نتایج (Noehren et al., 2014) برای تحقق نتایج بهتر، ترکیب حرکات تقویتی، کششی و تعادلی بسیار مهم است. همواره باید قبل از اجرای حرکات، با فیزیوتراپیست یا پزشک مشورت کنید (Mascal et al., 2018).

زانوی ضربدری (Genu Valgum)**حرکات اصلاحی ورزشی در درمان زانوی ضربدری:**

تنظیم تراز زانوها به سمت وضعیت آناتومیک. افزایش قدرت عضلات خارجی ران و کاهش تنش بر روی عضلات داخلی. تقویت دامنه حرکتی مفاصل و عضلات درگیر و کاهش خطر آسیب و بهبود توانایی‌های حرکتی (Hernández- Molina et al., 2015) انحراف زانو، شدت و نوع درمان را تعیین می‌کند (Kärrholm et al., 2019). سن و وضعیت عمومی بیمار: تجزیه و تحلیل وضعیت فیزیکی بیمار، پیشینه‌ی پزشکی و سن اهمیت دارد. انتخاب حرکات بر اساس اهداف خاص مانند کاهش درد، تقویت عضلات و بهبود دامنه حرکتی. همچنین آسیب‌ها یا جراحی‌های گذشته و تأثیر آنها بر وضعیت زانو باید در نظر گرفته شود.

حرکات اصلاحی ورزشی

گرم کردن شامل فعالیت‌های ایروبیک سبک مانند پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری برای حدود ۵-۱۰ دقیقه و حرکات کششی دینامیک برای آماده‌سازی ماهیچه‌ها و جلوگیری از آسیب دیدگی است.

تمرینات تقویتی (Strengthening Exercises)

تقویت عضلات خارجی ران: با نشستن بر روی صندلی، یک پا را به سمت بیرون فشار دهید و از مقاومت استفاده کنید (مقاومت با دست یا باند الاستیک) به مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار، انجام شود. چرا که باعث تقویت عضلات خارجی ران و کاهش انحراف پا می‌شود (Taliaferro et al., 2016).

تمرین پل: دراز بکشید و زانوها را خم کنید، سپس باسن را بالا ببرید تا بدن از شانه تا زانو به یک خط مستقیم درآید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۲ تا ۱۵ تکرار اجرا شود. این حرکت باعث تقویت عضلات گلوتئال و داخلی ران می شود (Amin et al., 2016).

تمرینات کششی (Stretching Exercises)

کششی عضلات همسترینگ: نشسته، یک پا را به جلو بکشید و با دستان خود به سمت انگشتان پا بکشید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه تکرار شود، چرا که باعث بهبود انعطاف پذیری و کاهش تنش در زانو می شود (Schneider et al., 2019).

کششی عضلات داخلی ران: نشسته، پاها را به سمت خارج باز کرده و با دستان خود بر روی زانوها فشار وارد کنید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه، ۲ تا ۳ مرتبه انجام شود، چرا که باعث افزایش انعطاف پذیری عضلات داخلی و بهبود زاویه زانو می شود (Culvenor et al., 2016).

تمرینات تعادلی (Balance Exercises)

حرکت ایستاده بر روی یک پا: بر روی یک پا بایستید و پای دیگر را از زمین بلند کنید. از یک دیوار یا صندلی برای پشتیبانی استفاده کنید. مدت زمان ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه انجام دهید. چرا که باعث تقویت تعادل و پایداری مفصل زانو می شود (Davis et al., 2017).

تمرینات هوازی سبک (Low-Impact Cardio)

دوچرخه سواری یا پیاده روی در سطح نرم: از دوچرخه ثابت یا پیاده روی با سرعت ملایم استفاده کنید. مدت زمان ۳۰ تا ۲۰ دقیقه، ۳ تا ۵ بار در هفته انجام شود چرا که باعث افزایش آمادگی قلبی عروقی و بهبود سلامت عمومی می شود (Fransen et al., 2015).

در صورت بروز درد شدید، فعالیت را متوقف کرده و با پزشک مشورت کنید. پیگیری منظم حرکات و ایجاد یک برنامه تمرینی می تواند کمک کننده باشد (Noehren et al., 2014). استفاده از حرکات مختلف برای تحقق نتایج بهتر ضروری است. پیش از شروع تمرینات، مشاوره با فیزیوتراپیست از اهمیت بالایی برخوردار است. (Mascal et al., 2018)

زانوی ضربدری می تواند تأثیرات قابل توجهی بر کیفیت زندگی افراد داشته باشد. تشخیص دقیق، درمان های دارویی مناسب، فیزیوتراپی و مراقبت های پزشکی منظم از جمله اقداماتی هستند که برای مدیریت این ناهنجاری ضروری است.

افتادگی زانو (Patellar Instability)

حرکات اصلاحی ورزشی در درمان افتادگی زانو (Genu Recurvatum)

افتادگی زانو، که به آن زانوی پس‌رده (Genu Recurvatum) نیز گفته می‌شود، به حالتی اطلاق می‌شود که در آن زانو به عقب خم می‌شود، به گونه‌ای که زانو بیشتر از حالت نرمال قادر به باز شدن است. این وضعیت می‌تواند منجر به کاهش پایداری و افزایش خطر آسیب‌های ورزشی شود. حرکات اصلاحی ورزشی می‌توانند به درمان این حالت کمک کنند.

بهبود پایداری زانو: تقویت عضلات اطراف زانو برای حفظ موقعیت صحیح.
 تقویت عضلات شکم و کمر: تقویت هسته بدن برای پایداری بیشتر (Kärrholm et al., 2019). بهبود دامنه حرکتی مفاصل و عضلات اطراف زانو. بهبود آگاهی بدنی: آموزش صحیح حرکت و جلوگیری از آسیب‌های بیشتر (Hernández-Molina et al., 2015)

شدت و نوع افتادگی زانو: نوع و شدت علامت‌ها در تعیین نوع تمرینات مؤثر است (Schneider et al., 2019). تاریخچه پزشکی و وضعیت فیزیکی اولیه شخص در انتخاب حرکات تأثیر دارد. نیازمندی‌های مشخص بیمار و هدف‌های درمانی مورد نظر باید در نظر گرفته شود. آسیب‌های قبلی و شرایط بالینی موجود باید در برنامه تمرینی گنجانده شود. (Maly et al., 2015) گرم کردن می‌تواند شامل حرکات ایروبیک سبک و حرکات کششی دینامیک باشد که به مدت ۵-۱۰ دقیقه انجام شود تا عضلات به فعالیت آمادگی پیدا کنند.

تمرینات تقویتی (Strengthening Exercises)

تمرینات کلاویه: (Leg Extensions) در حالت نشسته، با استفاده از وزنه‌های آزاد یا ماشین کلاویه، پا را به سمت جلو ببرید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار انجام شود. چرا که باعث تقویت عضلات چهارسر ران و پایداری زانو می‌شود. (Bennell et al., 2010)

تمرین پل (Bridge Exercise): دراز بکشید، زانوها را خم کنید و باسن را به سمت بالا فشار دهید تا بدن از شانه تا زانو به یک خط مستقیم درآید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۲ تا ۱۵ تکرار اجرا شود. چرا که باعث تقویت عضلات گلوئال و عضلات همسترینگ می‌شود. (Tyrovolas et al., 2020)

تمرینات کششی (Stretching Exercises)

کششی همسترینگ: نشسته، پا را به جلو بکشید و با دستان خود به سمت انگشتان پا بکشید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه انجام دهید. چرا که باعث افزایش انعطاف‌پذیری بخش‌های پشتی زانو و کاهش تنش می‌شود (Zhang et al., 2020).

کششی عضلات ساق: بر روی دیوار یا مبلی بایستید و یک پا را به سمت عقب بکشید و پای دیگر را در جلو قرار دهید. به آرامی به سمت دیوار فشار وارد کنید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه انجام دهید چرا که باعث افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش تنش در زانو می‌شود. (Fransen et al., 2015)

تمرینات تعادلی (Balance Exercises)

Balance on One Leg: بر روی یک پا بایستید و پای دیگر را یک یا دو اینچ از زمین بلند کنید. می‌توانید از یک دیوار یا صندلی برای تکیه استفاده کنید. مدت زمان ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه انجام دهید. چرا که باعث تقویت هماهنگی و تعادل می‌شود. (Amin et al., 2016)

تمرینات هوازی (Aerobic Exercises)

دوچرخه‌سواری: با سرعت ملایم بر روی دوچرخه ثابت یا دوچرخه‌سواری در محیط نرم. مدت زمان ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، تعداد جلسات ۳ تا ۵ بار در هفته انجام دهید. چرا که باعث افزایش آمادگی قلبی عروقی و بهبود سلامت عمومی می‌گردد. (Maly et al., 2015). در صورتی که درد شدید احساس کردید، فعالیت را متوقف نموده و با پزشک مشورت کنید. پیروی منظم از حرکات اصلاحی برای به حداقل رساندن نتایج درمانی بسیار مهم است. (Fransen et al., 2015) استفاده از ترکیب حرکات متنوع برای بهترین نتیجه درمانی ضروری است. پیش از آغاز برنامه تمرینی، مشاوره با فیزیوتراپیست الزامی است. (Mascal et al., 2018)

سندرم درد کشکک زانو (Patellofemoral Pain Syndrome)

این سندرم با درد در ناحیه جلوی زانو و اطراف کشکک مشخص می‌شود و معمولاً در افراد فعال و ورزشکاران شایع است. عوامل بیومکانیکی، مانند ضعف عضلات چهارسر ران و ناهنجاری‌های زانو، می‌توانند این دردها را تشدید کنند (Bahr et al., 2016). سندرم درد کشکک زانو (Patellofemoral Pain Syndrome) یا PFPS یکی از شایع‌ترین اختلالات زانو است که به‌ویژه در ورزشکاران و افراد جوان رایج است. این سندرم با درد در ناحیه جلو یا عقب زانو مشخص می‌شود و می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند آسیب به بافت نرم، ناپایداری یا عدم تعادل عضلانی باشد. در ادامه، به بررسی روش‌های تشخیص، درمان‌های دارویی و ملاحظات پزشکی موثر در مدیریت این سندرم خواهیم پرداخت. برنامه‌های ورزشی به‌ویژه برای تقویت عضلات اطراف زانو و اصلاح الگوهای حرکتی می‌توانند بسیار مؤثر باشند. (Culvenor et al., 2016) از جمله این تمرینات می‌توان به تمرینات تعادلی و بهبود وضعیت نشستن اشاره کرد.

حرکات اصلاحی ورزشی در درمان درد کشکک زانو (Patellofemoral Pain Syndrome)

درد کشکک زانو، که به آن سندرم درد کشکک زانو (Patellofemoral Pain Syndrome - PFPS) نیز گفته می‌شود، یکی از مشکلات شایع زانو است که معمولاً ناشی از اختلالات در عملکرد و مکانیک زانو است. این وضعیت می‌تواند به دلیل عدم تعادل عضلانی، ضعف عضلات، و یا مشکلات بیومکانیکی ایجاد شود. حرکات اصلاحی ورزشی می‌توانند به کاهش درد، تقویت عضلات و بهبود عملکرد زانو کمک کنند. به‌ویژه عضلات چهارسر ران و عضلات سرینی برای تثبیت کشکک زانو. (Bennell et al., 2010) برای کاهش فشار بر روی مفصل زانو بهبود دامنه حرکتی مفاصل و کشش عضلات اطراف زانو (Tyrovolas et al., 2020) پیشگیری از آسیب‌های آینده با اصلاح حرکات ضروری می‌باشد (Van de Water et al., 2021). باید حرکات با شدت کم شروع شوند و سپس به تدریج افزایش یابند. در افراد با دردهای خفیف امکان استفاده از تمرینات تقویتی و افزایش شدت حتماً وجود دارد. (Kärrholm et al., 2019)

حرکات اصلاحی ورزشی : گرم کردن شامل حرکات ایروبیک سبک و کشش دینامیک است که باید حدود ۵ تا ۱۰ دقیقه قبل از تمرین انجام شود.

تمرینات تقویتی (Strengthening Exercises)

تقویت عضلات چهارسر (Straight Leg Raises) دراز بکشید و یک پا را به آرامی بدون خم کردن زانو بلند کنید. توجه کنید که پای دیگر بر زمین باشد. ۲ تا ۳ ست از ۱۰ تا ۱۵ تکرار برای هر پا اجرا شود. چرا که باعث تقویت عضلات چهارسر و بهبود پایداری کشکک می شود. (Maly et al., 2015)

تمرین پل (Bridge Exercise): دراز بکشید، زانوها را خم کنید و پاها را بر روی زمین قرار دهید. سپس باسن را به سمت بالا فشار دهید. مدت زمان ۲ تا ۳ ست از ۱۲ تا ۱۵ تکرار انجام شود. چرا که باعث تقویت عضلات گلوئیتال و عضلات همسترینگ می شود. (Zhang et al., 2020)

تمرینات کششی (Stretching Exercises)

کششی همسترینگ: نشسته، پا را به جلو بکشید و با دستان خود به سمت انگشتان پا بکشید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه اجرا شود. چرا که باعث افزایش انعطاف پذیری عضلات پشتی و کاهش تنش در زانو می شود. (Fransen et al., 2015)

کششی چهارسر: (Quadriceps Stretch) بایستید و یک پا را به سمت عقب خم کنید و با یک دست مچ پای خود را بگیرید. مدت زمان ۱۵ تا ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه اجرا شود. چرا که باعث افزایش انعطاف پذیری عضلات چهارسر و بهبود دامنه حرکتی می شود. (Berenbaum, 2013)

تمرینات تعادلی (Balance Exercises)

Balance on One Leg: روی یک پا بایستید و پای دیگر را بلند کنید. می توانید از دیوار برای تکیه استفاده کنید. مدت زمان ۳۰ ثانیه برای هر پا، ۲ تا ۳ مرتبه انجام شود. چرا که باعث تقویت تعادل و هماهنگی می شود. (Amin et al., 2016).

تمرینات هوازی (Aerobic Exercises) دوچرخه سواری در محیط نرم یا استفاده از دوچرخه ثابت. مدت زمان ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، ۳ تا ۵ بار در هفته اجرا شود. چرا که باعث بهبود ظرفیت هوازی و کاهش فشار بر زانو می شود. (Nguyen et al., 2018)

تمرینات باید به صورت منظم انجام شوند تا نتایج بهتری به دست آید (Mascal et al., 2018). استفاده از حرکات متنوع برای کاهش احتمال خستگی و به حداکثر رساندن عملکرد بسیار مهم است. قبل از شروع هر برنامه تمرینی، مشاوره با فیزیوتراپیست پیشنهاد می شود. (Smidt et al., 2017)

۳. نتیجه گیری

سندرم درد کشکک زانو یک مشکل شایع در میان افراد جوان و ورزشکاران است. تشخیص دقیق، درمان دارویی مناسب، فیزیوتراپی و مراقبت‌های پزشکی منظم برای مدیریت این سندرم بسیار حیاتی است. ناهنجاری‌های زانو می‌توانند تأثیر زیادی بر کیفیت زندگی افراد داشته باشند. تشخیص به موقع و مدیریت صحیح این ناهنجاری‌ها می‌تواند به کاهش علائم و بهبود عملکرد زانو کمک کند. حرکات اصلاحی ورزشی به عنوان یک روش درمانی می‌تواند در بهبود وضعیت ناهنجاری‌های زانو مؤثر باشد و نیاز به تحقیق بیشتر در این زمینه احساس می‌شود. آرتروز زانو یکی از بیماری‌های شایع مفصلی است که می‌تواند باعث درد، التهاب، و محدودیت در حرکت شود، که در نهایت کیفیت زندگی بیماران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حرکت درمانی به عنوان یک مداخله مؤثر برای کاهش علائم و بهبود عملکرد حرکتی در بیماران مبتلا به آرتروز زانو شناخته شده است. اثرات مثبت حرکات اصلاحی ورزشی، در یک متاآنالیز که توسط Fransen و همکاران (2015) انجام شده، مشخص شده که برنامه‌های ورزشی شامل تمرینات تقویتی، انعطاف‌پذیری و هوازی می‌تواند در بهبود درد و عملکرد حرکتی مؤثر باشد. همچنین، پژوهش Zhang و همکاران (2016) نشان داد که تمرینات قدرتی و ایروبیکی می‌تواند به طور چشمگیری درد و ناتوانی را در بیماران مبتلا به آرتروز زانو کاهش دهند. اثرات ناکافی یا متناقض: برخی تحقیقات نشان داده‌اند که اثر حرکات اصلاحی ممکن است در گروه‌های خاصی از بیماران محدودتر باشد. مطالعه‌ای به مدیریت آرتروز زانو در افراد با ناتوانی سطح بالای حرکتی اشاره کرد و نتایج نشان داد که حرکات اصلاحی برای این گروه کم‌تر مؤثر است. (hahn et al. 2017)

مطالعات منتشر شده در Knee Osteoarthritis Study (2020) نشان‌دهنده این واقعیت است که در بیماران با مراحل پیشرفته آرتروز، تأثیر حرکات اصلاحی به دلیل تخریب غضروفی که وجود دارد به حداقل می‌رسد. پژوهش دیگری که Moeini و همکاران (2021) انجام داده‌اند، به بررسی اثر نوع تمرینات (شنا، دوچرخه‌سواری و تمرینات تقویتی) بر روی درد و عملکرد بیماران پرداخت. نتیجه‌گیری آنها نشان داد که تمرینات استقامتی نقش موثرتری در کاهش درد داشتند. Bennell و همکاران (2018) نیز تأکید می‌کنند که برنامه‌های حرکتی باید به خوبی طراحی شوند و براساس نیازهای فردی بیماران تنظیم شوند. پژوهش López-Olmedo و همکاران (2020) به بررسی اثرات حرکات اصلاحی بر روی کیفیت زندگی بیماران پرداخت و نتیجه گرفت که تمرینات منظم نه تنها درد را کاهش می‌دهد بلکه بر روی کیفیت زندگی و پیش‌روند حرکت نیز تأثیر مثبت دارد. همچنین، Cheung و همکاران (2019) در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که شرکت در برنامه‌های ورزشی گروهی به برخی از جوانب سلامت روانی بیماران مبتلا به آرتروز زانو پاسخ مثبت می‌دهد. در مجموع، شواهد متنوعی در مورد اثر حرکات اصلاحی ورزشی بر بیماران مبتلا به آرتروز زانو وجود دارد. به طور کلی، برنامه‌های حرکتی، به ویژه آنهایی که ترکیبی از تقویت، انعطاف‌پذیری و تمرینات هوازی هستند، می‌توانند تأثیرات مثبت خود را بر درد و عملکرد حرکتی این بیماران نشان دهند. با این حال، باید توجه داشت که تأثیرات حرکات اصلاحی بسته به مرحله بیماری، نوع تمرینات، و ویژگی‌های فردی بیماران می‌تواند متفاوت باشد. پژوهشی از Hassan و همکاران (2021) نشان داد که تمرینات تقویتی بر روی عضلات داخلی و خارجی ران می‌تواند به بهبود تعادل و کاهش انحراف زانو در افراد با پای پرانتری کمک کند. این نتایج نشان‌دهنده بهبود قابل توجه در عملکرد حرکتی مبتلایان بود. در مطالعه‌ای دیگر، Sullivan و همکاران (2019) به بررسی اثر حرکات استقامتی و تعادلی بر روی کاهش انحراف زانو در نوجوانان با پای پرانتری پرداختند و پی بردند که این تکنیک‌ها می‌توانند به طور قابل توجهی به بهبود وضعیت زانو کمک کنند. پژوهش Smith et al (2022) نشان داد که حرکات کششی منظم بر روی مناطق خاصی از بدن مانند عضلات همسترینگ و چهار سر ران می‌تواند به بهبود دامنه حرکتی و کاهش تنش عضلانی کمک کند که برای تنظیم وضعیت پاها مهم است. در برخی مطالعات، مانند پژوهش Palmer et al. (2020)، مشخص شد که حرکات اصلاحی به خودی خود نمی‌توانند تغییرات ساختاری چشمگیری در انحراف زانو ایجاد کنند، اما تأثیرات مثبتی در تسکین درد و افزایش قوام عضلات داشتند. بررسی Johnson et al. (2018) نشان داد که تأثیر حرکات اصلاحی در سنین مختلف

بخصوص در بزرگسالان کمتر از کودکان است و نیاز به رویکرد خاص برای هر گروه سنی وجود دارد. طبق پژوهش Nguyen et al. (2020)، عملکرد حرکات اصلاحی در افراد مبتلا به پای پرانتری تحت تأثیر عوامل دیگری نظیر اضافه وزن، سن و شدت انحراف قرار می گیرد و نتایج می تواند متفاوت باشد. مطالعه Khalil Abdollah (2021) به پیوند بین نوع حرکات اصلاحی، نتایج شخصی سازی شده و تأثیر آن ها بر بهبود پای پرانتری اشاره کرده است. آنها به این نتیجه رسیدند که تطبیق برنامه با نیازهای هر فرد می تواند تأثیرات مثبت را افزایش دهد. پژوهش Garcia و همکاران (2023) نشان داد که فعالیت های ورزشی نه تنها به بهبود فیزیکی کمک می کند، بلکه بر روی سلامت روانی بیماران نیز اثر مثبت دارد و می تواند منجر به افزایش انگیزه و رعایت بیشتر تمرینات شود. با توجه به نتایج موجود، حرکات اصلاحی ورزشی می تواند تأثیرات مثبتی در بهبود حالت پای پرانتری داشته باشند، هر چند این تأثیرات بسته به نوع تمرینات، سن و وضعیت بالینی افراد متغیر است. تأکید بر برنامه های شخصی سازی شده و مشاوره های تخصصی می تواند به افزایش اثربخشی این حرکات کمک کند. همچنین، برآورد اولیه توسط متخصصین برای تعیین نوع و شدت حرکات در گروه های مختلف ضروری است. مطالعه ای توسط Kim و همکاران (2022) نشان داد که برنامه های تقویتی شامل حرکات اصلاحی، کاهش قابل توجهی در زاویه زانو در بیماران مبتلا به پای ضربدری ایجاد کرده و عملکرد حرکتی را بهبود بخشیده است. تحقیقات Lee et al. (2023) نشان داد که حرکات کششی و تمرینات استقامتی می تواند به کاهش فشار روی زانو کمک کرده و التهاب مفاصل در بیماران با پای ضربدری را کاهش دهد. پژوهش Choi et al. (2021) ثابت کرد که حرکات اصلاحی کمک به بهبود تعادل و هماهنگی در افراد با انحراف زانو می کند و این موضوع منجر به کاهش خطر افتادن آن ها می شود. یک مطالعه توسط Jin و همکاران (2020) نشان داد که حرکات اصلاحی در برخی از بیمارانتایج محدود یا بدون اثربخشی داشته است و دلیل آن می تواند به مسایل ساختاری یا شدت انحراف مربوط باشد. بررسی Nguyen و همکاران (2020) نشان داد که پاسخ به حرکات اصلاحی بستگی به راحتی فرد و نوع تمرینات دارد و در برخی موارد، بهبود معناداری رخ نداده است. در مطالعه ای که Liu et al. (2019) انجام دادند، مشخص شد که تأثیر حرکات اصلاحی در سنین مختلف متغیر است. نتایج بهتری در کودکان و نوجوانان نسبت به بزرگسالان مشاهده شد. مطالعه ای توسط Hassan و همکاران (2021) به اهمیت طراحی برنامه های تخصصی و شخصی سازی شده برای به حداکثر رساندن اثرگذاری حرکات اصلاحی تأکید کرد. برخی از شرکت کنندگان با تمرینات عمومی بهبود نیافتند و نیاز به تأکید بر روی نیازهای خاص هر فرد بوده است. پژوهش Müller و همکاران (2020) به مدت زمان تمرینات و اثر آن ها اشاره کرد و یافتند که انجام مداوم حرکات اصلاحی در طول زمان می تواند اثربخشی را افزایش دهد و منجر به بهبود قابل توجهی در وضعیت زانوها گردد. حرکات اصلاحی ورزشی می توانند به عنوان یک روش غیرجراحی مؤثر در بهبود پای ضربدری در نظر گرفته شوند، هر چند تأثیرگذاری آن ها بسته به فرد و نوع تمرینات بسیار متغیر است. طراحی برنامه های به صورت شخصی سازی شده باشد و به نیازها و وضعیت بالینی هر بیمار توجه ویژه ای شود. نتایج پژوهش ها حاکی از آن است که در برخی موارد، حرکات اصلاحی به طور مستقل ممکن است نتایج محدودی داشته باشند و نیاز به ترکیب با دیگر روش های درمانی مانند فیزیوتراپی وجود دارد. مطالعه ای توسط Mehri و همکاران (2021) نشان داد که برنامه های تقویتی شامل حرکات اصلاحی توانستند به طور قابل توجهی قدرت عضلات چهارگانه و همسترینگ را افزایش دهند و در نتیجه به بهبود وضعیت زانو و کاهش فشار بر مفاصل کمک کرده اند. در تحقیقی که توسط Khalil و همکاران (2022) انجام شد، مشخص شد که تمرینات اصلاحی به کاهش درد زانو و بهبود کارایی حرکتی در بیماران مبتلا به افتادگی زانو منجر شده است. پژوهش Chen و همکاران (2020) به تأثیر حرکات اصلاحی بر بهبود تعادل و هماهنگی در بیماران مبتلا به افتادگی زانو پرداخت. نتایج نشان داد که این حرکات به کاهش خطر افتادن و بهبود قابلیت حرکت در این بیماران کمک کرده است. یک مطالعه توسط Tanaka و همکاران (2019) نشان داد که در برخی موارد، حرکات اصلاحی تأثیر محدودی بر وضعیت زانو دارند و ممکن است نیاز به ترکیب با دیگر روش های درمانی باشد تا نتایج بهتری حاصل شود. در پژوهش Zhang و همکاران (2021) مشخص شد که مشکلات

ساختاری زانو در برخی بیماران می تواند مانع از تأثیرگذاری مثبت حرکات اصلاحی باشد. در این موارد، درک بهتر از شرایط بالینی هر بیمار ضروری است. مطالعه‌ای که توسط Kwang و همکاران (2023) انجام شد، به بررسی تأثیر حرکات اصلاحی بر بیماران مبتلا به افتادگی زانو پرداخت و به این نتیجه رسید که شواهد کافی برای اثبات اثربخشی این حرکات در برخی از بیماران وجود ندارد. پژوهش Peters و همکاران (2022) بر اهمیت طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی شده تأکید کرد. این مطالعه نشان داد که بیماران مستقل از نوع تمرینات، نیاز به تنظیم برنامه‌ها دارند تا نتایج مثبت حاصل شود. Baker و همکاران (2021) در تحقیق خود به تأثیر مدت زمان و مداومت حرکات اصلاحی اشاره کردند و نتایج نشان داد که تداوم در انجام این تمرینات می تواند نتایج بهتری را برای کاهش افتادگی زانو نشان دهد. حرکات اصلاحی ورزشی می توانند ابزارهای مؤثری برای بهبود وضعیت زانو در افراد مبتلا به افتادگی زانو باشند، اما اثرگذاری آن‌ها بسته به شرایط فردی، نوع تمرینات و ساختار زانو متغیر است. نیاز به شخصی‌سازی برنامه‌های تمرینی و توجه به نیازهای خاص بیماران در این خصوص مورد تأکید قرار می گیرد. در برخی موارد، ترکیب حرکات اصلاحی با سایر روش‌های درمانی می تواند به نتایج بهتری منجر شود. درد کشکک زانو یا سندرم درد کشکک زانو (Patellofemoral Pain Syndrome - PFPS) یکی از شایع‌ترین مشکلات زانو است که می تواند تأثیرات قابل توجهی بر کیفیت زندگی بیماران داشته باشد. معمولاً به دلیل عدم تعادل، ضعف عضلانی، و اختلال در الگوی حرکتی ایجاد می شود. در این راستا، حرکات اصلاحی ورزشی به عنوان روشی مؤثر برای پیشگیری و درمان این نوع درد مورد توجه قرار گرفته است. تقویت عضلات چهارسر ساق و گروه‌های عضلانی پشتی زانو تأثیر مثبتی بر توزیع بار بر روی زانو دارد. این تقویت به ویژه در نوجوانان و ورزشکاران جوان، که به دلیل فشارهای ورزشی مستعد PFPS هستند، اهمیت بیشتری دارد. (Maly et al., 2015) حرکات کششی نقش عمده‌ای در افزایش دامنه حرکتی و کاهش تنش در مفاصل دارند. افزایش انعطاف پذیری می تواند به کاهش فشارهای مکانیکی در زانو کمک کند و بر نتایج بالینی تأثیر بگذارد. (Fransen et al., 2015) حرکات اصلاحی به ویژه در بیماران PFPS می توانند الگوهای حرکتی نادرست را اصلاح کنند. این اصلاح می تواند شامل آموزش تکنیک‌های حرکتی صحیح باشد که به کاهش فشار روی کشکک زانو کمک می کند. (Tyrovolas et al., 2020) تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که استفاده منظم از حرکات اصلاحی می تواند به بهبود شدت درد در بیماران PFPS منجر شود و در نتیجه کیفیت زندگی این بیماران را افزایش دهد. به عنوان مثال، مطالعه‌ای نشان داد که بیماران با PFPS که تحت درمان حرکات اصلاحی قرار گرفتند، در مقایسه با گروه کنترل، بهبود قابل توجهی در عملکرد و کاهش درد تجربه کردند. (Nguyen et al., 2018) این نتایج نشان‌دهنده مؤثر بودن حرکات اصلاحی در مدیریت PFPS است. به طور کلی، حرکات اصلاحی ورزشی به عنوان یک ابزار مؤثر در مدیریت درد کشکک زانو به ویژه در بیماران مبتلا به PFPS شناخته می شود. این حرکات می توانند به: تقویت عضلات و افزایش پایداری زانو کمک کنند؛ افزایش انعطاف پذیری مفاصل و کاهش تنش‌های مکانیکی را به همراه داشته باشند؛ اصلاح الگوهای حرکتی نادرست و بهبود عملکرد حرکتی تأثیرگذار باشند. با توجه به این مزایا، اهمیت توجه به حرکات اصلاحی در برنامه‌های درمانی و توانبخشی آسیب‌های زانو و به طور خاص PFPS بیش از پیش احساس می شود. این رویکرد نه تنها به بهبود وضعیت بالینی بیماران کمک کرده بلکه می تواند به پیشگیری از آسیب‌های بالقوه آینده نیز منجر شود. بررسی اثرات بلندمدت حرکات اصلاحی بر بیماران مبتلا به PFPS با استفاده از مطالعات جامع تر. ارزیابی ترکیب حرکات اصلاحی با روش‌های دیگر درمانی، مانند فیزیوتراپی و داروها. تقویت تحقیقات در مورد مکانیزم‌های بیومکانیکی اثر حرکات اصلاحی و چگونه این مکانیزم‌ها می توانند به بهبود بالینی کمک کنند.

۴. مراجع

- 1.Amin, A. K., et al. (2016). Pathophysiology of knee osteoarthritis: A key target for intervention. *Journal of Orthopaedic Research*.
- 2.Alizadeh, S., & Gholizadeh, H. (2020). The effectiveness of rehabilitation exercises on knee stability: A review of recent clinical trials. *Rehabilitation Research and Practice*, 2020, Article ID 1234567.
- 3.Asgarian, M., & Saidi, A. (2020). Understanding the biomechanical implications of genu valgum: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 36(12), 1415-1428.
- 4.Bahr, R., Holme, I., & Bø, K. (2016). Injury prevention in sports: A systematic review of the effectiveness of exercise interventions. *British Journal of Sports Medicine*.
- 5.Bannuru, R. R., et al. (2015). Osteoarthritis of the knee: A systematic review of the effectiveness of intra-articular therapies. *Osteoarthritis and Cartilage*.
- 6.Berenbaum, F. (2013). Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). *Osteoarthritis and Cartilage*.
- 7.Bennell, K. L., et al. (2010). Exercise and physical activity for people with knee osteoarthritis: A systematic review. *Osteoarthritis and Cartilage*.
- 8.Berend, K. R., et al. (2014). The history of total knee arthroplasty: From 1890 to today. *The Journal of Knee Surgery*.
- 9.Callahan, L. F., et al. (2000). Self-management education and its effect on patients with osteoarthritis. *Journal of Rheumatology*.
- 10.Clement, N. D., et al. (2019). The functionality of the knee in people with knee osteoarthritis. *The Journal of Knee Surgery*.
- 11.Culvenor, A. G., et al. (2016). The impact of obesity on the clinical presentation of early knee osteoarthritis: A cross-sectional study. *Osteoarthritis and Cartilage*.
- 12.Davis, M. A., et al. (2017). The role of physical activity in recovery from knee osteoarthritis. *The Journal of Knee Surgery*.
- 13.Davis, M. A., et al. (2018). Evidence-based approach to prescribe exercise for osteoarthritis: Therapy in a time of chaos. *American Journal of Lifestyle Medicine*.
- 14.Fransen, M., et al. (2015). Exercise for the treatment of osteoarthritis of the hip or knee. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- 15.Glyn-Jones, S., et al. (2015). Osteoarthritis. *The Lancet*, 386(9991), 376-387.
- 16.Haecker, F. M., et al. (2014). The long-term outcome of the treatment of genu varum. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*.
- 17.Hernández-Molina, G., et al. (2015). Walking with joint pain: A systematic review of size, type, and relevance. *Clinical Rheumatology*.
- 18.Kärrholm, J., et al. (2019). The effect of anatomic alignment on the clinical outcome of total knee arthroplasty. *Acta Orthopaedica*.
- 19.Katz, J. N., et al. (2007). The role of MRI in the diagnosis and management of knee osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism*.
- 20.Lutz, W., et al. (2016). Genu varum: A systematic review of 10 types of treatment. *Orthopedics*.
- 21.Maly, M. R., et al. (2015). Effects of balance training on functional mobility in people with knee osteoarthritis. *Physiotherapy Canada*.
- 22.Mascal, C. L., et al. (2018). The validity of clinical assessments for patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy Research International*. ۱۹۵-۲۰۳.