



# مقایسه امتیازات ارزیابی عملکردی اندام تحتانی در نوجوانان فعال با و بدون زانوی پرنانتری

ملیحه حدادنژاد<sup>۱\*</sup>، مریم نظرزاده ده بزرگی<sup>۲</sup>

۱. استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. کارشناسی ارشد، حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه آزاد بروجرد، لرستان، ایران

دریافت ۱۸ خرداد ۱۳۹۵؛ پذیرش ۵ اسفند ۱۳۹۵

## چکیده

زمینه و هدف: هدف پژوهش حاضر مقایسه امتیازات ارزیابی عملکردی اندام تحتانی در نوجوانان فعال با و بدون زانوی پرنانتری می‌باشد.

روش بررسی: ۳۲ نوجوان پسر فعال در دو گروه با (۱۷ نفر: سن  $17/24 \pm 1/7$ ، قد  $173/34 \pm 9/6$ ، وزن  $64/18 \pm 5/7$ ، فاصله بین کندیل‌ها،  $4/25$ ) و بدون (۱۵ نفر: سن  $17/02 \pm 0/79$ ، قد  $169/80 \pm 8/3$ ، وزن  $62/65 \pm 6/4$ ، فاصله بین کندیل‌ها،  $2/03$ ) زانوی پرنانتری در این تحقیق شرکت کردند. برای تشخیص زانوی پرنانتری فاصله بین دو کندیل داخلی استخوان ران در برجسته‌ترین نقطه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. عملکرد اندام تحتانی با استفاده از آزمون عملکردی ۴۵ دقیقه‌ای اندام تحتانی که مجموعه‌ای از هشت آزمون اجرای عملکردی استاندارد با سه مؤلفه عملکرد اندام تحتانی شامل کنترل، توان و استقامت است، سنجیده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی مستقل استفاده شد ( $p \leq 0/05$ ).

یافته‌ها: نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین امتیاز آزمون ارزیابی عملکردی اندام تحتانی در افراد با و بدون ژنواروم تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که احتمالاً وجود ناهنجاری ژنواروم موجب کاهش امتیاز ارزیابی عملکردی اندام تحتانی شده و می‌تواند موجب کاهش عملکرد و در نتیجه افزایش احتمال وقوع آسیب‌دیدگی شود.

## واژگان کلیدی

زانوی پرنانتری  
ارزیابی عملکردی اندام تحتانی  
آسیب دیدگی

## مقدمه

صورت مساوی بین بخش‌های داخلی و خارجی زانو تقسیم می‌شود (بختیاری، فاطمی، سلطانی، ۲۰۱۲: ۳۳۰).

ناهنجاری زانوی پرانتری نیروها را در قسمت داخلی زانو افزایش می‌دهد (بون واتلیم، هینمن، ریگلی، شارما، بنل، ۲۰۰۸: ۹۴۳، لیم، هینمن، رگلی، بنل، ۲۰۰۸: ۹۳۵). همچنین تغییر زاویه بین استخوان ران و درشت نی، با وارد کردن یا برداشتن فشار بر بافت‌های خاص منجر به آسیب‌های ورزشی می‌شود. عضله چهارسر که عضله غالب در مفصل زانو می‌باشد در ناهنجاری‌های زانو به علت تغییر در راستای تاندون عضله و جابجایی کشکک دچار کاهش کارایی می‌شود. همچنین این ناهنجاری‌ها با تغییر در وضعیت پا، حرکات جانبی را در صفحه عرضی حین دویدن افزایش می‌دهند. انقباض اسنتریک شبیه سازی شده عضله چهارسر در ترکیب با نیروهای واروس (بین ۱۵ تا ۴۵ درجه فلکشن) و والگوس (بین ۱۵ تا ۳۰ درجه فلکشن) بیشترین استرین را بر لیگامان ACL وارد می‌کند (آرمز، پپ، جانسون، فیشر، ۱۹۸۴: ۸). حین ایستادن عضله چهارسر و پلنتر فلکسورها به صورت سینرژیک فلکشن و اکستنشن زانو را تنظیم می‌کنند. انقباض عضله چهارسر و همسترینگ حین ایستادن با فشردن قسمت داخلی و خارجی زانو در برابر گشتاور اداکتوری مقاومت می‌کنند ولیکن در ناهنجاری‌های زانوی پرانتری و ضربدری توانایی عضله چهارسر در ایجاد ثبات پویا در صفحات عرضی و سهمی کاهش پیدا می‌کند. همچنین راستاهای جبرانی نیز استراتژی‌های عضلات پلانتر فلکسور را در ایجاد ثبات در زانو تحت تأثیر قرار می‌دهد (نایلند، اسمیت، بک من، آرمسی، کربن، ۲۰۰۲: ۱۱۵۰). همچنین تغییرات بیومکانیکی منتج از این ناهنجاری‌ها، با تأثیر بر حس عمقی مفاصل ران و زانو رفتار رفلکسی عضلانی اسکلتی را تغییر داده و ثبات مفصلی را کاهش می‌دهد. همچنین مزیت مکانیکی و مشارکت نسبی عضلات در ثبات‌دهی به مفاصل به علت اختلال در جهت و راستا و یا تغییر رابطه طول و تنش عضلات تحت تأثیر قرار می‌گیرد (رز، شالتز، آرنولد، گانسندر، پیرن، ۲۰۰۲: ۱۳۳).

آزمون‌های عملکردی استاندارد، مجموعه‌ای از آزمون‌ها می‌باشند که عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران را با مقایسه با مقادیر نرم می‌سنجد. نقص‌های عملکردی، در این آزمون‌ها با استفاده از سنجش اجرای عملکردی حین مانورهای

مفصل زانو نقش بسیار مهمی در حمایت بدن و انتقال وزن آن حین فعالیت‌های استاتیک و داینامیک ایفا می‌کند، ولی از آنجا که تقریباً هیچ عامل استخوانی در ایجاد ثبات آن نقش ندارد، یکی از آسیب‌پذیرترین مفاصل بدن است (نام آوریان، سلطانی، بختیاری، ۲۰۱۴: ۱). تغییر شکل‌های اسکلتی زانو یکی از شایع‌ترین اختلالات آن هستند و از شایع‌ترین آنها می‌توان به ژنووآروم و ژنووآلگوم اشاره کرد (نام آوریان و همکاران، ۲۰۱۴: ۱). راستای نامناسب اندام تحتانی به‌عنوان یکی از عوامل خطر زیبیال داخلی<sup>۱</sup>، شکستگی فشاری<sup>۲</sup>، التهاب فاشیای کف پا و آسیب منیسک معرفی شده است (ان گویان و شالتز، ۲۰۰۹: ۵۱۱، کیم، جو، چا، ۲۰۱۲: ۱۸۴۹). تغییرات بیومکانیکی منتج از ناهنجاری‌ها نیروهای وارده به مفاصل، مزیت مکانیکی عضلات، حس عمقی و فیدبک ران و زانو را تحت تأثیر قرار داده و در نتیجه عملکرد نوروماسکولار و کنترل اندام تحتانی را دچار اختلال می‌سازد. با این وجود ارتباط بین راستای ایستای اندام تحتانی و ناهنجاری‌های آن با وقوع آسیب‌ها هنوز به خوبی روشن نشده است (ان گویان و شالتز، ۲۰۰۹: ۵۱۱).

همان طور که ذکر شد، پوسچر استاتیک و راستای اندام تحتانی با وقوع برخی آسیب‌های اندام تحتانی در ارتباط است (مورفی، کونولی، بینون، ۲۰۰۳: ۱۳). از علل احتمالی وجود این ارتباط، تغییر میزان نیروهای وارده به سگمان‌ها به علت تغییرات بیومکانیکی در محور مفاصل گزارش شده است (چادری و آندریاچی، ۲۰۰۴: ۳۳۰). همچنین تغییر در راستای صحیح اندام تحتانی می‌تواند منجر به تغییر در عملکرد عضلات و کاهش کارایی آنها گردد (کارتر، تراول، مارک، ۲۰۰۲: ۱۵۹، دی کی رامسی، سیندر ماکلر، لوک، ۲۰۰۷: ۳۸۹). زانوی پرانتری از ناهنجاری‌های شایع در مفصل زانو می‌باشد. چنین تغییراتی در اندام تحتانی می‌تواند موجب برهم خوردن خط جاذبه نسبت به سطح اتکا و در نهایت موجب تغییرات فاحش در شاخص تعادل فرد شود. محور مکانیکی زانو در حالت طبیعی از مرکز مفصل زانو یعنی از توبرکل بین کوندیلی درشت نی می‌گذرد و در حالت ایستاده روی دو پا، نیروی وزن به

مقیاس ارزیابی عملکردی اندام تحتانی در افراد با و بدون زانوی پرانتری می‌باشد.

### موارد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات توصیفی مقایسه‌ای است. جامعه آماری شامل نوجوانان پسر فعال ۱۶ تا ۱۸ ساله و نمونه‌های آماری متشکل از ۳۲ نوجوان فعال می‌باشند. نمونه‌ها به صورت هدفمند انتخاب و به دو گروه با (۱۷ نفر) و بدون زانوی پرانتری (۱۵ نفر). تقسیم شدند. سعی شد آزمودنی‌ها از لحاظ قد و وزن و سن در محدوده نزدیک به هم باشند. شرایط خروج از تحقیق برای آزمودنی‌ها، شامل وجود سابقه جراحی در اندام‌های تحتانی و کمر، وجود سابقه آسیب در دو سال گذشته و وجود درد در هر نقطه‌ای از تنه و اندام تحتانی در روند انجام تحقیق بود (ان گویان، ۲۰۰۷). قبل از انجام تحقیق افراد فرم رضایت نامه کتبی را تکمیل کرده و روند انجام تست برای آزمودنی‌ها شرح داده شد.

برای تشخیص زانوی پرانتری فاصله بین دو کندیل داخلی استخوان ران در برجسته‌ترین نقطه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و ثبت شد. به این صورت که افراد بدون کفش و جوراب در حالی که زانو، ران و مچ پا نمایان بود در مقابل آزمونگر به صورت کاملاً راحت و بدون انقباض غیر طبیعی در عضلات اندام تحتانی ایستادند. برای ارزیابی از آزمودنی‌ها خواسته شد در حالی که پشت به دیوار ایستاده‌اند و ناحیه پشت سر، ستون فقرات پشتی، باسن و پاشنه در تماس با دیوار قرار دارد پاها را به صورت جفت در کنار هم نگه دارند. در افراد بدون زانوی پرانتری هم زمان با تماس قوزک‌های داخلی، کندیل‌های داخلی ران نیز در تماس با هم بودند. در صورت وجود فاصله بیش از ۳ سانتی‌متر بین دو کندیل داخلی ران، فرد در گروه افراد مبتلا به زانوی پرانتری قرار می‌گرفت (بختیاری و همکاران، ۲۰۱۲: ۳۳۰).

برای انجام آزمون‌های FLEE (روایی: ۰/۵۸-۰/۷۱ و پایایی درون آزمونگر: ۰/۸۳-۱/۰۰ و روایی برون آزمونگر: ۰/۷۱-۰/۹۵) جلسه با ۵ دقیقه گرم کردن شامل حرکات کششی و دویدن نرم آغاز شد. برای انجام آزمون‌هایی که روی یک پا انجام می‌شدند، پای غالب تعیین شد (انتخاب پا توسط آزمودنی برای شوت کردن توپ). آزمون‌ها شامل موارد زیر می‌باشند (هیتز و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۴۷):

ورزشی خاص که مشابه با تقاضاهای اعمال شده بر اندام تحتانی حین فعالیت‌های ورزشی است آشکار می‌شود (هیتز، شالتز، هادجینز، متسون، ۲۰۱۴: ۹۴۷). ارزیابی عملکردی اندام تحتانی<sup>۱</sup> (FLEE)، مجموعه‌ای از هشت آزمون اجرای عملکردی استاندارد است و دارای سه بخش عملکردی اندام تحتانی شامل کنترل<sup>۲</sup>، توان<sup>۳</sup> و استقامت<sup>۴</sup> می‌باشد (هیتز و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۴۷). آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی بسیار متنوع می‌باشند. هدف از تدوین FLEE، استفاده از مجموعه‌ای از آزمون‌های جامع برای کنترل روند توانبخشی ورزشکاران به دنبال آسیب‌دیدگی‌های مختلف در اندام تحتانی بود (ریمن و مانسکه، ۲۰۰۹: ۱). تعادل و حس عمقی، سرعت و چابکی، آمادگی هوازی و بی‌هوازی، انعطاف‌پذیری، قدرت، توان و استقامت در این آزمون سنجیده می‌شود (هیتز و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۴۷). بنابر گزارش پژوهش‌های پیشین، ۱۰ جزء کلینیکی شناسایی شده‌اند که مهمترین متغیرهای مرتبط با عملکرد اندام تحتانی می‌باشند. این متغیرها شامل راستای پا، زانو و ران، تعادل، دقت جاگذاری پا، قدرت، استقامت، چابکی و کنترل در جهات چندگانه، کنترل شتاب و تکنیک فرود می‌باشد (دمریت، شالتز، دوهرتی، گانسندر، پرین، ۲۰۰۲: ۵۰۷، هیتز و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۴۷، نادلر، مالانگا، فینبرگ، روبانی، مالی و همکاران، ۲۰۰۲: ۷۳). با توجه به این موارد، FLEE به صورت مجموعه‌ای جامع از هشت تکلیف طراحی شده است (هیتز و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۴۷).

در زمینه ناهنجاری زانوی پرانتری، تغییر در برخی از متغیرهای مربوط به عملکرد اندام تحتانی مانند تعادل و برخی متغیرهای مرتبط با آمادگی جسمانی گزارش شده است (حدادنژاد، لطافت کار، ۲۰۱۱: ۱۸۸، سمعی، بختیاری، سلطانی، ۲۰۱۲: ۴۶۹) ولی تحقیقات در این زمینه بسیار محدود می‌باشد. با توجه به مطالب ذکر شده و اینکه کاهش امتیازات FLEE می‌تواند افراد را مستعد آسیب‌دیدگی کند، انجام پژوهشی که عملکرد اندام تحتانی افراد مبتلا به ناهنجاری‌های اندام تحتانی را به صورت کامل با استفاده از آزمون‌های جامع عملکردی مورد بررسی قرار دهد، می‌تواند مفید باشد. از این رو هدف پژوهش حاضر مقایسه امتیازات

1. Functional Lower Extremity Evaluation
2. control
3. power
4. endurance

خطا انجام دهد، یا به علت درد و ناتوانی قادر به ادامه نباشد و یا ۱۸۰ ثانیه از شروع آزمون گذشته باشد. حرکات خطا نیز شامل ایجاد والگوس در زانو، از دست دادن تعادل، سقوط از پله و جدا شدن دستان از کمر می‌باشد.

آزمون ۲: پرش طرفی و گرفتن: این آزمون شامل پرش مداوم یک طرفه با یک پا و فرود با پای دیگر بر روی خطی است که با فاصله ۶۰٪ قد آزمودنی تنظیم شده است. آزمون ۶۰ ثانیه و با آهنگ ۴۰ ضربه در دقیقه می‌باشد. تعداد دفعاتی که فرد از خط کاملاً عبور پیدا نکند ثبت می‌شود. در صورت وجود سه خطا (والگوس زانو، افتادگی لگن و از دست دادن تعادل) آزمون متوقف می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱: آزمون استپ داون طرفی زمان بندی شده (راست)، آزمون پرش طرفی و گرفتن (چپ)

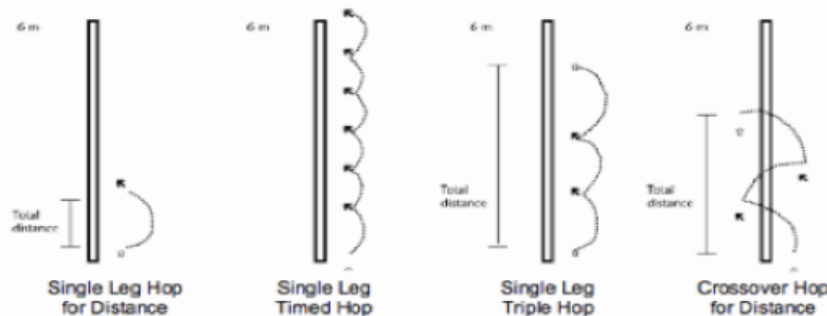
حفظ کرده و پس از ۲ ثانیه می‌تواند پای دیگر را بر روی زمین قرار دهد ولی وضعیت خود را تغییر ندهد تا آزمونگر فاصله را تا جایی که پاشنه فرود آمده اندازه‌گیری کند. در صورتی که آزمودنی سر بخورد و یا دست‌ها از ران‌ها پایین تر بیایند، به‌عنوان خطا در نظر گرفته می‌شود. میانگین سه تلاش در نظر گرفته‌شده و تلاش‌های همراه با خطا از میانگین خارج می‌شود (شکل ۲).

سکانس کنترل (آزمون ۱ و ۲)

آزمون ۱: استپ داون طرفی زمان‌بندی شده: این آزمون شامل اسکات با یک پا بر روی پله می‌باشد. حین آزمون دست‌های آزمودنی بر روی لگن است و در هر تماس آزمودنی با پاشنه زمین را لمس کرده و پنجه را بالا نگه می‌دارد. ارتفاع پله به گونه‌ای تنظیم می‌شود که حین لمس زمین زاویه فلکشن زانو، ۶۰ تا ۷۰ درجه باشد. همچنین ریتم ۸۰ ضربه در دقیقه با استفاده از مترونوم برای این آزمون در نظر گرفته می‌شود. آزمودنی موظف است در طول انجام آزمون راستای صحیح اندام تحتانی را حفظ کند. آزمون تاجایی ادامه پیدا می‌کند که آزمودنی سه حرکت

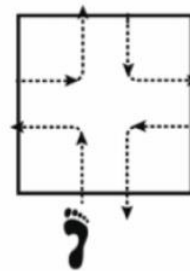
سکانس آزمون لی لی (آزمون ۳ تا ۶): این سکانس

شامل لی لی بر روی یک پا، لی لی زمان‌بندی شده شش متر، سه لی لی متوالی، لی لی ضربدری (آزمودنی ۳ بار لی لی را از روی دو خطی که ۱۵ سانتی متر با هم فاصله دارند انجام می‌دهد). آزمودنی در ابتدا بر روی پای غالب با تقریباً ۵۰٪ و سپس ۷۵٪ و نهایتاً با تلاش حداکثر آزمون‌ها را تمرین می‌کند. سپس آزمون را برای پای غیر غالب انجام می‌دهد. در آخرین فرود آزمودنی ۲ ثانیه وضعیت خود را



شکل ۲: از سمت راست: لی لی ضربدری، سه لی لی متوالی، لی لی زمان‌بندی شده شش متر، لی لی بر روی یک پا

آزمون ۸: در این آزمون دو مخروط به فاصله ۱۰ متر از هم در یک راستا قرار می‌گیرد. آزمودنی در نقطه شروع در پشت مخروط یک قرار گرفته و با فرمان آزمونگر با حداکثر سرعت به سمت مخروط دو می‌دود و با لمس مخروط دو به حالت عقب به سمت مخروط یک برمی‌گردد. با لمس مخروط دو بلافاصله به حالت شافل به سمت مخروط دو می‌دود و با همین حالت به سمت مخروط یک باز می‌گردد. سپس به حالت کاربوکا به سمت مخروط دو می‌دود و با همین حالت به سمت مخروط یک باز می‌گردد. در نهایت با حداکثر سرعت به سمت مخروط دو می‌دود و به محض عبور از مخروط زمان آزمون پایان می‌پذیرد و زمان ثبت می‌شود. این آزمون سه بار تکرار و میانگین سه تکرار به عنوان امتیاز نهایی ثبت می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳: لی لی مربعی (راست)، آزمون عملکردی (چپ)

سکانس استقامت (آزمون ۷ و ۸):

آزمون ۷: برای انجام لی لی مربعی، آزمودنی ۳۰ ثانیه در جهت حرکت عقربه‌های ساعت، بر روی یک پا در داخل و خارج مربع ۴۰ \* ۴۰ سانتی‌متر که بر روی زمین ترسیم شده است، لی لی را انجام می‌دهد. در طی انجام آزمون، به آزمودنی تعداد تلاش‌ها با صدای بلند اطلاع داده می‌شود ولی تعداد خطاها که با لمس پا با خطوط مشخص می‌شود، ثبت شده ولی اطلاع داده نمی‌شود. آزمودنی پس از ۳۰ ثانیه به آزمون خاتمه می‌دهد و امتیاز فرد را تعداد عبور از خطوط منتهای تعدادی که با خطوط تماس داشته است، مشخص می‌کند. آزمودنی قبل از انجام آزمون تمرین می‌کند و اجازه ندارد در طی انجام آزمون پای مخالف را با زمین تماس دهد.

#### یافته‌ها

نتایج آزمون آماری کولموگروف اسمیرنوف نشان داد که توزیع داده‌های مورد استفاده در این تحقیق نرمال می‌باشد ( $p=0/618$ ). ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است. آزمودنی‌های گروه‌های تحقیقی از لحاظ میانگین ویژگی‌های فردی تا حدودی یکسان بوده، اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد.

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. جهت تشخیص نرمال بودن داده‌ها، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تی مستقل در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد ( $\alpha \leq 0/05$ ) در نرم افزار SPSS 18 استفاده شد.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	گروه
	۱۷/۲۴±۱/۷	۱۷۳/۳۴±۹/۶	۶۴/۱۸±۵/۷	زانوی پرانتری
	۱۷/۰۲±۰/۷۹	۱۶۹/۸۰±۸/۳	۶۲/۶۵±۶/۴	سالم

گروه در تست‌های مورد بررسی و نیز نتایج آزمون تی مستقل در جدول (۲) ذکر شده است.

میانگین و انحراف استاندارد نمرات آزمودنی‌های دو

جدول ۲: نتایج آزمون تی مستقل برای آزمون‌های ۱ تا ۸ در گروه دارای زانوی پرنانتری و طبیعی

آزمون	لی لی	لی لی	سه لی لی	لی لی	شامل لی لی	پرش طرفی	استپ داو	آزمون
عملکردی	ضربدری	متوالی	زمانبندی	بر روی یک	گرفتن	زمانبندی	طرفی زمانبندی	عملکردی
اندام تحتانی	(سانتی متر)	(سانتی متر)	شده ۶ متر	پا	(تعداد	(ثانیه)	(ثانیه)	اندام تحتانی
(ثانیه)			(ثانیه)	(سانتی متر)	خطا)			(ثانیه)
پای	۳۴۸±۴/۷۳	۷۳±۹/۵۶	۲/۲۱±۰/۲	۹۴±۶/۴۰	۴±۲	۹۴/۶۳±۴/۳۹	زانوی پرنانتری	۳۱±۳/۴۹
غالب	۵۶	۳۸۲	۱۲۹	۲۲				
زانوی طبیعی	۷۶±۳/۲۶	۵۲±۳/۶۰	۱/۶۶±۰/۲۴	۸۸±۳/۲۹	۲±۱	۱۰۳/۲۳±۴/۷۵	زانوی طبیعی	۸۸±۱/۹۹
میزان t	-۳/۴۷	-۳/۱۵	-۳/۴۷	-۳/۴۳	-۱/۳۶	-۲/۳۶		
معناداری	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱*	۰/۰۲۴*		

\* نشان دهنده تفاوت معنی دار بین گروه دارای زانوی پرنانتری و طبیعی

## بحث

شکل‌ها ایجاد می‌شوند، تغییراتی که در بیومکانیک این مفاصل رخ می‌دهند و همچنین تغییر خط کشش عضلات در اثر تغییر راستای اندام و از طرف دیگر افزایش نیروهای وارده بر ساختارهای کپسولی لیگامانی سمت داخل و یا خارج زانو در وضعیت‌های استاتیک و دینامیک برحسب نوع این تغییر شکل‌ها و در نتیجه افزایش طول و شل شدن این ساختارها و در نتیجه تغییر سیگنال‌هایی که از گیرنده‌های مکانیکی آنها به سمت سیستم عصبی مرکزی می‌روند همگی می‌توانند در تغییر عملکرد عضلات اندام تحتانی در افراد مبتلا به این تغییر شکل‌ها نقش داشته باشند (نام‌آوریان و همکاران، ۲۰۱۴: ۱).

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق حدادنزاد و همکاران (۱۳۹۰)، شجاع‌الدین و همکاران (۱۳۹۳)، بختیاری و همکاران (۱۳۹۱)، مهکی و همکاران (۱۳۹۱) هم‌راستا می‌باشد.

در ارتباط با عملکرد در افراد مبتلا به ناهنجاری‌ها، تحقیقات بسیار معدودی وجود دارد ولیکن در رابطه با زانوی پرنانتری و تعادل تحقیقاتی موجود می‌باشد. نتایج این دسته از تحقیقات حاکی از کاهش تعادل در افراد مبتلا به زانوی پرنانتری می‌باشد، اگرچه این کاهش تعادل بیشتر با تغییر محل خط ثقل در ارتباط است ولی می‌تواند با ضعف عضلات دورکننده ران نیز که نقش مهمی را در تعادل ایفا می‌کنند، نیز مرتبط باشد. نایلند و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند افراد مبتلا به زانوی پرنانتری و ضربدری برای کنترل وضعیتی بیشتر به کنترل مفاصل میدتارسال و ساب تالار (عضلات پلنتار فلكسور) تکیه می‌کنند و کمتر از عضلات فوقانی استفاده می‌کنند (نایلند و همکاران، ۲۰۰۲:

هدف تحقیق حاضر مقایسه امتیاز آزمون ارزیابی عملکردی اندام تحتانی در افراد با و بدون راستای طبیعی زانو بود. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که بین امتیاز آزمون ارزیابی عملکردی اندام تحتانی در افراد با راستای طبیعی زانو و ژنواروم تفاوت معنی دار وجود دارد.

تغییر شکل‌های ژنواروم و ژنووالگوم از شایع‌ترین تغییر شکل‌های مفصل زانو هستند. این تغییر شکل‌ها، عوارض زیادی به دنبال دارند و در زمان ابتلا به آنها نیروهای مفصلی، کفایت مکانیکی عضلات، فیدبک‌هایی که از مفاصل لگن و زانو منشا می‌گیرند و میزان آگاهی از حس عمقی، تحت تأثیر قرار گرفته و این منجر به ایجاد تغییراتی در عملکرد عصبی عضلانی و کنترل اندام تحتانی می‌شود. طبق گزارش تحقیقات پیشین آزمون‌های لی لی پیشگوی ثبات دینامیک زانو می‌باشند (فیتزجرالد، لفارت، هوانگ، وینر، ۲۰۰۱: ۵۸۸). از آنجایی که قدرت ایزوکنتریک عضلات اکستانسور زانو با اجرای لی لی بر روی یک پا و پرش ارتفاع ارتباط معناداری ندارد (گرینبرگر و پترنو، ۱۹۹۵: ۲۰۲)، بنابراین عملکرد اندام تحتانی باید با آزمون‌های عملکردی مانند لی لی بر روی یک پا سنجیده شود (گرینبرگر و پترنو، ۱۹۹۵: ۲۰۲). آزمون‌های FLEE نیز آزمون‌هایی هستند که به‌وسیله آنها تعادل و حس عمقی، سرعت و چابکی، آمادگی هوازی و بی‌هوازی، انعطاف‌پذیری، قدرت، توان و استقامت سنجیده می‌شود (هیتز و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۴۷).

بنابراین تغییر در حس عمقی و تعادل می‌تواند نتایج آزمون را تحت تأثیر قرار دهد. تغییر شکل‌های همراه و جبرانی که در مفاصل لگن پا و مچ پا متعاقب این تغییر

پوسچر در ایشان گردد. این موضوع با یافته‌های هیم<sup>۱</sup> و همکاران مطابقت دارد که نشان دادند دفورمیتی زانو می‌تواند توزیع نرمال و متقارن وزن را در این مفصل تغییر دهد که این توزیع غیرمتقارن وزن در صفحه فرونتال خود می‌تواند عامل افزایش نوسانات پوسچر در مفصل زانو و مچ پا گردد. به نظر می‌رسد که افزایش توزیع نامتقارن وزن موجب افزایش بی‌ثباتی پوسچرال از طریق کاهش تأثیر مکانیسم لود/آنلود<sup>۲</sup> مفصل ران و افزایش گشتاورهای جبرانی در مفصل مچ پا می‌گردد که در نهایت افزایش نوسانات پوسچرال را به همراه دارد (سماعی و همکاران، ۲۰۱۲: ۴۶۹).

همچنین با توجه به این موضوع که بیشتر سکناس‌های آزمون FLEE را انواع لی لی تشکیل می‌دهد، بایستی عنوان کرد که پرش عمودی از نوع حرکات انفجاری می‌باشد که مفاصل زیادی از جمله زانو، ران و مچ پا را درگیر می‌کند (حدادنژاد و لطافت‌کار، ۲۰۱۱: ۱۸۸؛ پریرا، ماچادو، سانتوس، پریرا، سامپیوجرج، ۲۰۰۸: ۸۵). عملکرد بهینه در این‌گونه حرکات به انتقال نیروها بین مفاصل ران و زانو بستگی دارد و انتقال دهنده اصلی نیرو بین این دو مفصل عضله راست رانی و دو سر رانی می‌باشد. انقباض همزمان این عضلات باعث انتقال نیروها بین مفاصل می‌شود. همکاری بهینه بین عضله‌های راست رانی و دو سر رانی، باعث انتقال ایده‌آل نیرو و ارتقای بازشدن زانو و ران در هنگام پرش می‌شود. همچنین ترتیب انقباض عضلات نیز بسیار مهم است. در ناهنجاری‌های وضعیتی مانند زانوی پرانتزی به علت به هم خوردن تعادل عضلانی و تغییر نسبت قدرت عضلات ممکن است تغییر در ترتیب فعال‌شدن عضلات و کاهش کنترل عصبی عضلانی رخ دهد (مک لین، فلین، سودکم، کالابرس، پاسرالو، ۲۰۰۷: ۵۰۲؛ پریرا و همکاران، ۲۰۰۸: ۸۵). که دلیل احتمالی کاهش اجرا در این سکناس‌های آزمون می‌تواند به این موارد مربوط باشد. کاهش اجرا در سکناس ۱ کنترلی آزمون نیز می‌تواند با کاهش قدرت برخی از عضلات به ویژه عضله سرینی میانی به علت تغییر در رابطه طول و تنش و کاهش تعادل مربوط باشد (حدادنژاد و لطافت‌کار، ۲۰۱۱: ۱۸۸؛ پالی، ۲۰۱۴).

همچنین این محققین اظهار داشتند در طراحی برنامه‌های تمرینی پیشگیری از آسیب و برنامه‌های توانبخشی بعد از آسیب باید به این مسئله در افراد مبتلا به ناهنجاری‌های زانو توجه داشته باشند (نایلند و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۱۵۰). بختیاری و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند در افراد مبتلا به زانوی پرانتزی تعادل طرفی ضعیف‌تر است که این عدم تعادل خطر افتادن را بیشتر می‌کند. این محققین افزایش خطر افتادن را به دلیل افزایش گشتاور نیروی جاذبه در جهت داخلی خارجی روی اندام تحتانی و زانو دانستند که می‌تواند موجب افزایش اثر گشتاور نزدیک‌کننده تحت تأثیر تغییر وضعیت مرکز فشار روی مفصل زانو باشد. بختیاری و همکاران (۲۰۱۲) افراد مبتلا به زانوی پرانتزی را در معرض خطر سقوط حین فعالیت‌های عملکردی و در نتیجه آسیب می‌دانند (بختیاری و همکاران، ۲۰۱۲: ۳۳۰). همچنین به کاهش اجرا در انجام تکالیف قدرتی و تعادلی که در ارتباط با عضله سرینی میانی می‌باشند نیز در تحقیق حدادنژاد و همکاران (۲۰۱۱) در افراد مبتلا به زانوی پرانتزی اشاره شده است (حدادنژاد و لطافت‌کار، ۲۰۰۱: ۱۸۸). در ژنوواروم، ابداعش بیش از حد فمور، منجر به کاهش طول گلوئوس مدیوس، و تغییر در رابطه طول و تنش و در نتیجه ضعف این عضله می‌شود (پالی، ۲۰۱۴). شجاع‌الدین و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند در افراد مبتلا به زانوی پرانتزی با افراد سالم، حین فرود در حداکثر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین و میزان بار تفاوت وجود دارد. این محققین عنوان کردند تغییرات اندک در زاویه مفصل زانو در صفحه فرونتال بر فعالیت عضلانی، گشتاورها و نیروهای مفصلی در مفاصل زانو و مچ پا تأثیر می‌گذارد. ممکن است یکی از دلایل بالاتر بودن خطر آسیب‌دیدگی و ابتلا به آرتروز در افراد دارای زانوی پرانتزی نسبت به افراد نرمال، نیروهای عکس‌العمل زمین و نرخ بارگذاری بالای اعمال شده به اندام تحتانی حین فرود باشد، بنابراین توصیه می‌شود برای کاهش خطر آسیب‌دیدگی و ابتلا به آرتروز، بر تمرینات اصلاحی و عمل بیومکانیکی اصلاح یافته تمرکز شود (شجاع‌الدین، مهکی، معمار، ۲۰۱۲: ۱).

به نظر می‌رسد که جابه‌جایی خط ثقل به طرف داخل در افراد مبتلا به ژنوواروم می‌تواند موجب افزایش نوسانات

تمرینی خاص جهت بهبود عملکرد و پیشگیری از وقوع آسیب‌دیدگی گنجانده شود. پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تمرینات عملکردی خاص بر روی متغیرهای مرتبط با عملکرد این دسته از افراد بپردازد تا اطلاعات مفیدتری در این زمینه به دست آید.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که وجود ناهنجاری ژنوروم موجب کاهش امتیازات آزمون عملکردی FLEE شده و احتمالاً می‌تواند موجب کاهش عملکرد شود. پیشنهاد می‌شود تمرینات ویژه‌ای خاص این افراد طراحی و جهت پیشگیری از وقوع آسیب‌دیدگی مورد استفاده قرار گیرد.

### تشکر و قدردانی

به این ترتیب نویسندگان مقاله بر خود واجب می‌دانند که از آزمودنی‌های تحقیق حاضر تشکر و قدردانی کنند.

آزمون‌های عملکردی در چهار دسته‌بندی حرکتی، تعادلی، لی/لی/پرش و چابکی دسته‌بندی می‌شوند. هدف کلیه این آزمون‌ها سنجش و متعاقباً بهبود کنترل نوروماسکولار و کنترل حرکتی است. عقیده بر این است که آزمون‌های عملکردی با سنجش و بکارگیری الگوهای حرکتی بنیادی و توانایی‌های افراد باعث اطلاع یافتن از حس عمقی و حس حرکت افراد می‌شود. آنچه مشخص است این است که هدف نهایی این گونه ارزیابی‌ها، کمک به کاهش خط آسیب‌دیدگی و پیشگیری از آسیب مجدد، بهبود عملکرد و نهایتاً بهبود کیفیت حرکتی و کیفیت زندگی است (کیولان، گارسیا، کلمنته، فلپس و مارتین، ۲۰۱۳: ۳۶۰). از آنجایی که در افراد مبتلا به زانوی پرانتری کنترل نوروماسکولار تغییر پیدا می‌کند، نتایج آزمون‌های ارزیابی عملکردی در این افراد با افراد بدون زانوی پرانتری متفاوت است با توجه به نتایج به دست آمده، وجود ناهنجاری ژنوروم موجب کاهش امتیازات آزمون عملکردی FLEE و در نتیجه افزایش خطر وقوع آسیب‌دیدگی می‌شود. با توجه به این یافته‌ها پیشنهاد می‌شود در تمرینات افراد با ناهنجاری ژنوروم برنامه‌های

### References

- Arms, S. W., R. J. Pope, R. A. Johnson and I. Fischer (1984). "The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction." *Am. J. Sports Med* 12: 8-18.
- Bakhtiaty, A. H., E. Fatemi and A. Rezasoltani (2012). "Genu varum deformity may increase postural sway and falling risk." *koomesh* 13(3): 330 - 337 (in persian).
- Boon-Whatlim, R. S. Hinman, T. V. Wrigley, L. Sharma and K. L. Bennell (2008). "Does Knee Malalignment Mediate the Effects of Quadriceps Strengthening on Knee Adduction Moment, Pain, and Function in Medial Knee Osteoarthritis? A Randomized Controlled Trial." *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)* 59(7): 943-951.
- Carter, R., F. Tarteval and R. Marks (2002). "Knee muscle torques of healthy adults with tibia vara: Hypothetical relationship to medial compartment knee Osteoarthritis." *Journal of Isokinetics and Exercise Science* 10(3): 159-165.
- Chaudhari, A. M. and T. P. Andriacchi (2004). "The mechanical consequences of dynamic frontal plane limb Alignment for non-contact ACL injury." *Journal of Biomechanics* 39: 330-338.
- Demeritt, K. M., S. J. Shultz, C. L. Docherty, B. M. Gansneder and D. H. Perrin (2002). "Chronic ankle instability does not affect lower extremity functional performance." *journal of Athletic Training* 37(4): 507.
- DK Ramsey, L. Snyder-Mackler and M. Lewek (2007). "Effect of anatomic realignment on muscle function during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis." *Journal of Arthritis & Rheumatism* 57(3): 389-397.
- Fitzgerald, G. K., S. M. Lephart, J. H. Hwang and M. R. S. Wainner (2001). "Hop tests as predictors of dynamic knee stability." *journal of orthopaedic & sports physical therapy* 31(10): 588-597.
- Greenberger, H. B. and M. V. Paterno (1995). "Relationship of knee extensor strength and hopping performance in the assessment of lower extremity function." *journal of orthopaedic & sports physical therapy* 22(5): 202-206.
- Hadadnezhad, M. and A. Letafatkar (2011). "The relationship between genu varum abnormality and lower extremity's performance and strength in teenage footballers." *journal of research in rehabilitation science* 7(2): 188-196 (in persian).
- Hadadnezhad, M., A. Letafatkar (2011). "The relationship between genu varum abnormality and



- lower extremity's performance and strength in teenage footballers." *Journal of Research in Rehabilitation Sciences* 7(2):1-7 (in persian).
- Haitz, K., R. Shultz, M. Hodgins and G. O. Matheson (2014). "Test-Retest and Interrater Reliability of the Functional Lower Extremity Evaluation." *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 44(12): 947-954.
- Kim, Y.-M., Y.-B. Joo and S.-M. Cha (2012). "Role of the mechanical axis of lower limb and body weight in the horizontal tear and root ligament tear of the posterior horn of the medial meniscus." *International Orthopaedics (SICOT)* 36: 1849-1855.
- Kivlan, B. R., Carcia, C. R., Clemente, F. R., Phelps, A. L., & Martin, R. L. (2013). Reliability and validity of functional performance tests in dancers with hip dysfunction. *International journal of sports physical therapy*, 8(4), 360-366.
- Lim, B.-W., R. S. Hinman, T. V. Wreglay and K. L. Bennell (2008). "Varus Malalignment and Its Association With Impairments and Functional Limitations in Medial Knee Osteoarthritis." *Arthritis & Rheumatism (Arthritis Care & Research)* 59(7): 935-942.
- McLean, S. G., R. E. Felin, N. Suedekum, G. Calabrese, A. Passerallo and S. Joy (2007). "Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies." *Medicine and science in sports and exercise* 39(3): 502-509.
- Murphy, D., D. Connolly and B. Beynnon (2003). "Risk factor for lower extremity injury: a review of the literature." *Br J Sports Med* 37: 13-29.
- Nadler, S. F., G. A. Malanga, J. H. Feinberg, M. Rubanni, P. Moley and P. Foye (2002). "Functional performance deficits in athletes with previous lower extremity injury." *Clinical Journal of Sport Medicine* 12(2): 73-78.
- Namavarian, N., R. Soltani and M. Rekabizadeh (2014). "Study on the function of the knee muscles in genu varum and genu valgum." *Journal of modern rehabilitation*. 9-1: (3) 8. (in persian)
- Nguyen, A.-D. (2007). Effects of Lower Extremity Posture on Hip Strength and Their Influence on Lower Extremity Motion during a Single Leg Squat, The University of North Carolina at Greensboro.
- Nguyen, A.-D. and S. J. Shultz (2009). "Identifying Relationships Among Lower Extremity Alignment Characteristics." *Journal of Athletic Training* 44(5): 511-518.
- Nyland, J., S. Smith, K. Beickman, T. Armsay and D. N. M. Carbon (2002). "Frontal plane knee angle affects dynamic postural control strategy during unilateral stance." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34(7): 1150-1157.
- Paley, D. (2014). *Principles of deformity correction*, Springer.
- Pereira, R., M. Machado, M. Santos, L. Pereira and F. Sampaio-Jorge (2008). "Muscle activation sequence compromises vertical jump performance." *Erbian Journal of Sports Sciences* 2(4): 85-90.
- Reiman, M. and R. Manske (2009). *Functional Testing in Human Performance*. Champaign, Human Kinetics.
- Rose, H. M., S. J. Shultz, B. L. Arnold, B. M. Gansneder and D. H. Perrin (2002). "Acute Orthotic Intervention Does Not Affect Muscular Response Times and Activation Patterns at the Knee." *Journal of Athletic Training* 37(2): 133-140.
- Samaei, A., A. Bakhtiary, F. Elham and A. Rezasoltani (2012). "Effects of genu varum deformity on postural stability." *International journal of sports medicine* 33(6): 469.
- Shojaedin, S. S., M. Mahaki and R. Mi'mar (2012). "The comparison of peak vertical ground reaction forces and the rate of loading during single leg drop landing between men with genu varum deformity and normal knee." *Journal of research in rehabilitation science* 8(3): 1-10. (in persian).