DOI: 10.22122/jrrs.v14i5.3397 Published by Vesnu Publications

# تأثیر سه نوع زانوبند پیشگیری‌کننده بر متغیرهای ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو و وضعیت چرخش پا طی فرود تک پا بر آسیب لیگامنت متقاطع قدامی

حسین گل‌دشتی[۱]، منصور اسلامی[۲]، محمد تقی‌پور[۳]

مقاله پژوهشی


## چکیده

**مقدمه:** آسیب لیگامنت متقاطع قدامی زانو (Anterior cruciate ligament یا ACL)، یکی از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی به شمار می‌رود که طی حرکات مکرر فرود اتفاق می‌افتد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سه نوع زانوبند پیشگیری‌کننده بر متغیرهای زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو در سه نوع فرود تک پای افراد جوان سالم انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه، کاربردی و از نوع نیمه تجربی بود و ۱۵ مرد جوان سالم در آن شرکت نمودند. از آزمودنی‌ها درخواست شد از روی یک سکو به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر، بر روی یک صفحه نیرو در سه جهت جلو، داخل و خارج فرود آیند. داده‌ها طی هم‌زمان سازی دستگاه دوربین و صفحه نیرو ثبت و حداکثر زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو از طریق دینامیک معکوس در نرم‌افزار MATLAB محاسبه شد. به منظور ارزیابی اثر تعاملی انواع زانوبند بر فرودهای مختلف، از آزمون Repeated measures ANOVA در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

**یافته‌ها:** اثر تعاملی انواع زانوبندها بر متغیرهای زاویه ابداکشن (P = ۰/۴۱۶) و گشتاور ابداکشن مفصل زانو (P = ۰/۴۴۲) به نوع فرود بستگی نداشت. تفاوت معنی‌داری بین انواع زانوبند و بدون زانوبند در متغیر ابداکشن زانو (P = ۰/۷۵۹) و گشتاور ابداکشن مفصل زانو (P = ۰/۶۵۷) مشاهده نشد. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین سه نوع فرود در متغیرهای ابداکشن زانو (P = ۰/۰۰۷) و گشتاور ابداکشن مفصل زانو (P = ۰/۰۰۱) وجود داشت.

**نتیجه‌گیری:** اثر تعاملی زانوبند بر متغیرهای دینامیکی مفصل زانو به نوع فرود بستگی ندارد و بین متغیر فرود و زانوبند، متغیر فرود مهم‌تر است و ورزشکاران تا حد امکان باید از فرود با چرخش خارجی پا اجتناب نمایند.


**کلید واژه‌ها:** زانوبند، فرود، ابداکشن، گشتاور ابداکشن، آسیب ACL

**ارجاع:** گل‌دشتی حسین، اسلامی منصور، تقی‌پور محمد. **تأثیر سه نوع زانوبند پیشگیری‌کننده بر متغیرهای ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو و وضعیت چرخش پا طی فرود تک پا بر آسیب لیگامنت متقاطع قدامی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۵): ۲۸۸-۲۸۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۲ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۹/۱۵

## مقدمه

آسیب لیگامنت متقاطع قدامی زانو (Anterior cruciate ligament یا ACL) اغلب در ورزش‌هایی مانند بسکتبال، والیبال، فوتبال و بدمینتون اتفاق می‌افتد (۳-۱). عملکرد اولیه ACL از انتقال قدامی و چرخش تیبیا نسبت به ران جلوگیری می‌کند. بر این اساس، پارگی ACL باعث افزایش انتقال قدامی و چرخش تیبیا می‌شود (۵، ۴). بسیاری از عوامل خطر شناخته شده اصلی در آسیب ACL همچون زوایای کمتر فلکشن زانو، افزایش اداکشن و چرخش داخلی ران، افزایش ابداکشن زانو و چرخش داخلی و خارجی تیبیا که در سطح ساجیتال اتفاق می‌افتد، غیر برخوردی (Noncontact) در افزایش بار ACL حین فرود سهیم می‌باشند (۸-۶). به نظر می‌رسد که کوچک‌ترین تغییرات در راستای اندام تحتانی طی تغییر جهت وضعیت پا، بر متغیرهای دینامیکی زانو تأثیر می‌گذارد.

محققان برای جلوگیری و کاهش صدمات ناشی از اثرات فرود پا، زانوبندهای مختلفی را طراحی و بررسی نموده‌اند که کاربردهای چندگانه دارد و از آن جمله می‌توان به ثبات زانو، پیشگیری از آسیب مفصل زانو و تسریع در بازتوانی مفاصل آسیب دیده اشاره کرد. یکی از زانوبندهایی که برای پیشگیری و کاهش شدت آسیب زانو به کار می‌رود، زانوبندهای پیشگیری‌کننده (Prophylactic knee braces) است (۱۰، ۹). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از زانوبند نیمه سخت (Semi rigid) نسبت به زانوبند الاستیک (Elastic) در سطح ساجیتال فرود، زاویه ابداکشن زانو را بیشتر کاهش می‌دهد

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۳- دانشیار، مرکز تحقیقات اختلال حرکت، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
**نویسنده مسؤول:** حسین گل‌دشتی
Email: hgoldashti@gmail.com

(۱۴-۱۱)؛ در حالی که استفاده از زانوبند لولایی (Hinge)، منجر به افزایش زاویه ابداکشن می‌شود (۱۵)، اما با استفاده از زانوبند الاستیک، تفاوتی در زاویه ابداکشن زانو مشاهده نمی‌گردد. همچنین، نتایج به دست آمده از مطالعات، کاهش گشتاور ابداکشن زانو با استفاده از زانوبند الاستیک را نشان داد (۱۷، ۱۶)، اما با زانوبند تریزون (Trizone) تفاوتی در گشتاور ابداکشن زانو مشاهده نشد (۱۸). زانوبند با پخش بار به دور از مفصل زانو، باعث ایجاد تغییرات کنترل عصبی- عضلانی می‌شود که می‌تواند مفاصل را در برابر بارهای برخوردی و فشارهای والگوسی (Valgus) محافظت نماید (۱۹). ممکن است عواملی مانند به کارگیری زانوبندهای مختلف، تفاوت در گروه‌های شرکت‌کننده، ارتباط با رشته ورزشی خاص و یا شرایط مختلف فرود، علل تناقض در نتایج حاصل از کاربرد زانوبندهای مختلف بر متغیرهای دینامیکی مفصل زانو باشد.

بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در متغیرهای زانو در فرود مستقیم بوده و کمتر به چرخش پا در فرود به داخل و خارج پرداخته شده است. با توجه به موقعیت‌های مسابقه و فعالیت‌های ورزشی، فرودها ممکن است با نیازهای عملکردی متفاوت اجرا شود و فرد در حین انجام مهارت ورزشی به اقتضای شرایط مختلف، با چرخش داخلی و یا خارجی پا فرود آید. به دلیل این که تحقیق جامعی در فرود با زانوبندهای رایج و پیشگیری‌کننده از آسیب در بازار ایران صورت نگرفته است، بنابراین در تجویز آن‌ها قاعده خاصی مشاهده نمی‌شود. همچنین، اطلاعات کافی از چگونگی عکس‌العمل دینامیکی متغیرهای زانو نسبت به حرکات چرخشی پا با زانوبندها در دسترس نیست. علاوه بر این، در زمینه اثر و تعامل بین انواع زانوبندها بر وضعیت چرخش فرود پا و عوامل خطر دینامیکی بروز آسیب مفصل زانو، مطالعات تخصصی انجام نشده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه اثرات فرود پا از لحاظ نیروی غالب وارد بر زانو (چرخش به داخل، خارج و جلو) با و بدون استفاده از انواع زانوبندهای پیشگیری‌کننده بر برخی متغیرهای منتخب دینامیکی زانو (زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو) انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع کاربردی و نیمه تجربی بود. آزمودنی‌های مطالعه شامل ۱۵ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه مازندران بود که واحد درسی تربیت بدنی عمومی را انتخاب کرده بودند و عضو هیچ تیم ورزشی نبودند. شرکت‌کنندگان به کمک یک فیزیوتراپ و به شیوه در دسترس وارد مطالعه شدند. نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار G*Power (version 3.1.5, University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) و با در نظر گرفتن $\beta$ = ۰/۸۰ و $\alpha$ = ۰/۰۵ انتخاب شدند (۲۰). طرح پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه مازندران مورد تأیید قرار گرفت. پیش از اجرای آزمون، فرم رضایت‌نامه آگاهانه توسط داوطلبان تکمیل و امضا شد و سپس اطلاعات دموگرافیک و آنتروپومتریک آن‌ها ثبت گردید. معیارهای ورود به تحقیق شامل دانشجویان پسر سالم، پای برتر راست و عدم وجود سابقه ناهنجاری، شکستگی و آسیب در اندام تحتانی بود. افرادی دارای زانوهای پرانتزی، ضربدری و آنتی‌ورژن اندام تحتانی به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری متغیر سینتیکی (Cinetic)، از دستگاه صفحه نیرو Kistler (Kistler force plate, Winterthur، سوئیس) با ابعاد ۴۰ × ۶۰ سانتی‌متر و قدرت نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز استفاده گردید و داده‌های آن به طور هم‌زمان (Synchronized) در نرم‌افزار Simi Motion (سوئد) ضبط شد. به منظور ثبت مؤلفه‌های مربوط به سینماتیک فرود، از شش دوربین تصویربرداری Basler (Motion Analaysis، ژاپن) با سرعت نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز استفاده گردید. سپس این اطلاعات با کمک نرم‌افزار Simi Motion به صورت اطلاعات خام در دسترس قرار گرفت.

زانوبندهای پیشگیری‌کننده مطالعه حاضر (دو فنره، چهار فنره و بدون فنر یا ساده) با طرح کشکک باز و چسب‌های بالایی و پایینی (شرکت خزرطب طبرستان، ایران) مورد استفاده قرار گرفت. قابلیت پشتیبانی، ثبات و تنظیم‌پذیری در این زانوبندها به وسیله فلزهای انعطاف‌پذیر و پد نگهدارنده تأمین می‌گردد. جنس آن‌ها از پارچه نئوپرن می‌باشد و تنها در تعداد فنرهای فلزی با هم تفاوت دارند (شکل ۱).

**شکل ۱. زانوبند از پارچه نئوپرن**

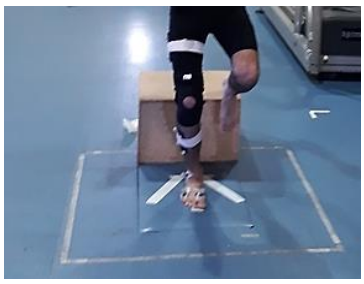
در پژوهش حاضر از نشانگرهایی به قطر ۲۲ میلی‌متر استفاده شد. بر اساس نیازهای تحقیق و بررسی متون گذشته، محل نشانگرها در «خار خاصره قدامی چپ و راست، مرکز مفصل خاجی- خاصره‌ای، اپی‌کندیل داخلی- خارجی، قوزک داخلی و خارجی، مرکز پاشنه، انتهای دیستال استخوان‌های اول و پنجم، انتهای دیستال بند سوم انگشت دوم» و هشت نشانگر به صورت دو کلاستر در کنار خارجی ران و ساق بود (۲۱).

مطالعه حاضر در آزمایشگاه بیومکانیک علوم ورزشی دانشگاه مازندران انجام گردید. قبل از شروع، شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه را امضا نمودند. ابتدا مشخصات آنتروپومتریک شامل قد و وزن اندازه‌گیری شد و پس از گرم کردن و تمرین فرود به مدت ۱۰ دقیقه، نشانگرها به نقاط اندام متصل گردید. پس از اطمینان از صحت دستگاه‌ها (صفحه نیرو و دوربین) و کالیبره (با استفاده از یک مکعب ۱۲ نقطه‌ای ثابت) و همگام‌سازی آن‌ها، آزمودنی بر روی سکویی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ایستاد و با دست‌های آزاد و پای برتر راست و برهنه با زاویه ۳۰ درجه در سه حالت (جلو، داخل و خارج) و با انواع زانوبندها (چهار فنره، دو فنره، ساده یا بدون فنر و بدون زانوبند) بر روی صفحه نیرو فرود آمد. بدین ترتیب، یکی از زانوبندها به صورت تصادفی بسته می‌شد و آزمودنی فرود در جهت جلو، داخل و خارج پا را انجام می‌داد و سپس زانوبند دیگری بسته می‌شد و سه نوع فرود صورت می‌گرفت. هر فرود چند بار تکرار می‌شد و سه فرود موفق (با تعادل و عدم برخورد پای غیر برتر با زمین) در هر جهت، با و بدون انواع زانوبند جهت تجزیه و تحلیل انتخاب گردید. بین هر دو مرحله فرود با زانوبند، ۵ دقیقه استراحت داده شد. به منظور جلوگیری از اثر تقدم اجرای زانوبندها بر



http://jrrs.mui.ac.ir

نتایج، بستن زانوبندها به صورت تصادفی بین آزمودنی‌ها انجام شد تا فقط تأثیر متغیر مستقل اندازه‌گیری شود (شکل ۲).



**شکل ۲. نمایی از سه نوع فرود**

پس از ثبت تصاویر به وسیله شش دوربین کالیبره شده، مختصات سه بعدی نشانگرها از نرم‌افزار Simi Motion استخراج شد. زوایای نسبی مفصل زانو از طریق کم کردن زوایای مطلق دو اندام مجاور در سه صفحه حرکتی انجام و حداکثر زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو به وسیله دینامیک معکوس در نرم‌افزار MATLAB نسخه ۱۵ (Matlab software, Mathworks Authors and Developers, USA) محاسبه گردید. در تحقیق حاضر از توالی چرخش Cardan XYZ استفاده گردید. بر طبق قانون، اولین چرخش حول محور X در سطح ساجیتال به عنوان فلکشن- اکستنشن، دومین چرخش حول محور Y در سطح فرونتال به عنوان اداکشن- ابداکشن و سومین چرخش حول محور Z در سطح هوریزنتال به عنوان چرخش داخلی- خارجی به دست می‌آید (۲۲).

هدف اصلی، بررسی اثر تعاملی (Interaction) انواع زانوبند بر نوع فرود بود؛ یعنی آیا نوع فرود بسته به نوع زانوبند استفاده شده تغییر می‌کند؟ بر این اساس، از آزمون Repeated measures ANOVA استفاده گردید. اگر اثر تعاملی معنی‌دار بود، نشان می‌داد که نوع زانوبند بر نوع فرود مؤثر است. در این صورت از آزمون One Way ANOVA استفاده می‌شد تا تفاوت هر نوع فرود با هر نوع زانوبند مقایسه گردد (۳ × ۴). چنانچه اثر تعاملی معنی‌دار نبود، از اثر اصلی (Main effect) استفاده شد تا نوع فرود مستقل از نوع زانوبند و نوع زانوبند مستقل از نوع فرود بررسی گردد. بر این اساس، در مطالعه حاضر به دلیل این که اثر تعاملی معنی‌دار نبود، زانوبند بدون توجه به فرود و فرود بدون توجه به زانوبند مورد بررسی قرار گرفت.

برای تعیین میانگین و انحراف معیار داده‌ها از آمار توصیفی، جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk (آمار استنباطی) و به منظور ارزیابی تفاوت میان حالات مختلف فرود با انواع زانوبند نیز از آزمون Repeated measures ANOVA در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ (version 23, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## یافته‌ها

میانگین سن، وزن و قد آزمودنی‌ها به ترتیب ۲/۲۹ ± ۲۱/۶۰ سال، ۱۲/۳۲ ± ۷۴/۴۰ کیلوگرم و ۸/۴۹ ± ۱۷۶/۵۳ سانتی‌متر بود. شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) شرکت‌کنندگان نیز ۲/۸۲ ± ۲۳/۷۷ کیلوگرم بر مترمربع به دست آمد.

بر اساس نتایج آزمون Repeated measures ANOVA، اثر انواع زانوبند بر متغیرهای ابداکشن (P = ۰/۴۳۵) و گشتاور ابداکشن (P = ۰/۴۴۲) مفصل زانو، به نوع فرود بستگی نداشت (جدول ۱).

**جدول ۱. اثر متقابل انواع زانوبند در سه نوع فرود بر متغیرهای دینامیکی مفصل زانو**

| مقدار P | ابداکشن | گشتاور ابداکشن |
|---|---|---|
| زانوبند | ۰/۶۹۹ | ۰/۶۵۷ |
| فرود | ≤ ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ |
| زانوبند × فرود | ۰/۴۳۵ | ۰/۴۴۲ |

تفاوت معنی‌داری بین انواع زانوبند و بدون زانوبند در متغیر ابداکشن (P = ۰/۷۵۹) و گشتاور ابداکشن مفصل زانو (P =۰/۶۵۷) مشاهده نشد (جدول ۲).

**جدول ۲. مقایسه میانگین اوج متغیر زاویه ابداکشن مفصل زانو با انواع زانوبند و بدون آن**

| متغیر | نوع زانوبند | میانگین ± انحراف معیار | آماره F | Eta | مقایسه دو به دوی زانوبندها | مقدار P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ابداکشن (درجه) | دو فنره | -۱۳/۵۶۰ ± ۱۳/۴۸۱ | ۰/۴۷۸ | ۰/۳۳۰ | دو فنره- چهار فنره | > ۰/۹۹۹ |
| | چهار فنره | -۱۴/۶۶۰ ± ۱۲/۱۴۸ | | | دو فنره- ساده | > ۰/۹۹۹ |
| | ساده | -۱۲/۹۸۲ ± ۱۰/۴۶۸ | | | دو فنره- بدون فنر | > ۰/۹۹۹ |
| | بدون زانوبند | -۱۳/۲۰۶ ± ۹/۹۹۲ | | | چهار فنره- ساده | > ۰/۹۹۹ |
| | | | | | چهار فنره- بدون فنر | > ۰/۹۹۹ |
| | | | | | ساده- بدون فنر | > ۰/۹۹۹ |
| گشتاور ابداکشن (نیوتن‌متر بر کیلوگرم) | دو فنره | -۱/۴۱۱ ± ۰/۵۶۸ | ۰/۳۸۷ | ۰/۰۲۷ | دو فنره- چهار فنره | > ۰/۹۹۹ |
| | چهار فنره | -۱/۳۲۶ ± ۰/۶۱۵ | | | دو فنره- ساده | > ۰/۹۹۹ |
| | ساده | -۱/۳۱۷ ± ۰/۶۳۳ | | | دو فنره- بدون فنر | > ۰/۹۹۹ |
| | بدون زانوبند | -۱/۴۴۵ ± ۰/۸۷۰ | | | چهار فنره- ساده | > ۰/۹۹۹ |
| | | | | | چهار فنره- بدون فنر | > ۰/۹۹۹ |
| | | | | | ساده- بدون فنر | > ۰/۹۹۹ |



http://jrrs.mui.ac.ir

**جدول ۳. مقایسه میانگین اوج متغیر گشتاور ابداکشن مفصل زانو در سه نوع فرود تک پا**

| متغیر | نوع فرود | میانگین ± انحراف معیار | آماره F | Eta | مقایسه دو به دوی فرودها | مقدار P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ابداکشن (درجه) | فرود جلو | -۵/۵۹۶ ± ۳/۱۷۶ | ۲۴/۸۸۳ | ۰/۶۴۰ | فرود جلو- داخل | ۰/۰۴۱* |
| | فرود داخل | -۲۷/۴۱۷ ± ۱۴/۲۷۷ | | | فرود جلو- خارج | > ۰/۹۹۹ |
| | فرود خارج | -۷/۷۳۴ ± ۷/۱۷۳ | | | فرود داخل- خارج | ۰/۰۴۹* |
| گشتاور ابداکشن (نیوتن‌متر بر کیلوگرم) | فرود جلو | -۱/۳۴۵ ± ۰/۴۸۵ | ۱۳/۲۹۷ | ۰/۴۸۷ | فرود جلو- داخل | ۰/۰۳۶* |
| | فرود داخل | -۰/۹۴۱ ± ۰/۷۹۲ | | | فرود جلو- خارج | ۰/۰۲۵* |
| | فرود خارج | -۱/۸۳۸ ± ۰/۷۳۸ | | | فرود داخل- خارج | ۰/۰۰۴* |

*وجود تفاوت معنی‌دار

تفاوت معنی‌داری بین حالت بدون زانوبند و با انواع زانوبند در متغیرهای دینامیکی ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو وجود نداشت (P < ۰/۰۵۰). همچنین، بین انواع فرود در متغیر ابداکشن (P = ۰/۰۰۷) و گشتاور ابداکشن مفصل زانو (P = ۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. تفاوت بین سه نوع فرود در متغیرهای ابداکشن زانو و گشتاور ابداکشن مفصل زانو، معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵۰) (جدول ۳).

## بحث

هدف از انجام تحقیق حاضر، تأثیر سه نوع زانوبند پیشگیری‌کننده بر متغیرهای زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو در سه نوع فرود چرخش پا به جلو، داخل و خارج بود. نتایج نشان داد که اثر انواع زانوبندها بر متغیرهای زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو، به نوع فرود بستگی ندارد و بین آن‌ها اثر تعاملی معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج مطالعات نشان داده است که هیچ اثر تعاملی بین استفاده از زانوبند و بدون زانوبند با حرکات عملکردی پرش- فرود وجود ندارد (۲۳، ۱۲). بنابراین، می‌توان گفت که اثر زانوبند به نوع فرود بستگی ندارد و دو متغیر از نوع مستقل می‌باشند و هیچ تعاملی بین آن‌ها در متغیرهای زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو مشاهده نمی‌شود. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، می‌توان گفت که زانوبندها در کاهش و یا افزایش متغیرهای دینامیکی تأثیری نداشتند، اما فرودها نقش مهمی در تغییرات متغیرهای دینامیکی و کاهش و پیشگیری از آسیب ACL ایفا نمودند. تحقیقی که وضعیت فرود پا با چرخش داخلی و خارجی همراه با زانوبند را بررسی کرده باشد، گزارش نشده است.

تفاوت معنی‌داری بین اوج میانگین متغیر زاویه ابداکشن مفصل زانو با انواع زانوبند و بدون زانوبند مشاهده نشد. در مطالعه Teng و همکاران، زاویه ابداکشن مفصل زانو با استفاده از زانوبند نسبت به بدون زانوبند افزایش داشت (۲). عدم تفاوت معنی‌دار در نتایج پژوهش‌های Wu و همکاران (۱۱)، Yang و Lim (۱۶)، Ewing و همکاران (۲۴) و Yu و Garrett (۲۵)، کاهش زاویه ابداکشن زانو در تحقیق Hanzlikova و همکاران (۲۶) و کاهش گشتاور ابداکشن زانو در مطالعه Yang و Lim (۱۶) گزارش گردید که علت آن را می‌توان تفاوت در نوع زانوبند و نوع حرکت عملکردی دانست. بر اساس نتایج پژوهش‌ها، زانوبندها زوایای شدید مفاصل زانو را محدود نمی‌کنند، اما ممکن است در حرکات فیزیولوژیک مفاصل زانو مداخله نمایند و اثرات محافظتی زانوبند ممکن است منجر به مکانیسم فیزیولوژیک دیگری گردد (۱۲). نتایج تحقیقات نشان داده است که زانوبند در کاهش درد (۲۷)، میزان حرکت زانو (۲۷)، اجرای عملکرد و نیروی عضلانی (۲۸) مفید نیست، اما می‌تواند فعالیت الکترومیوگرافی عصبی- عضلانی و گیرنده‌های عمقی را بهبود بخشد (۳۰-۲۸).

مرتضی و همکاران در مطالعه خود، تأثیر استفاده از زانوبندهای پیشگیری‌کننده بر عملکرد افراد را با استفاده از آزمون‌های ایزوکنتیک و عملکردی (Cross-over و پرش عمودی) در چهار وضعیت بدون زانوبند، زانوبند نئوپرنی ساده، زانوبند نئوپرنی چهار فنره و زانوبند پیش‌ساخته بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که هیچ تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های مورد بررسی با هر سه نوع زانوبند نسبت به گروه شاهد وجود ندارد و افراد ورزشکار می‌توانند از زانوبندهای پیشگیری‌کننده بدون این که بر عملکرد آن‌ها تأثیری داشته باشد، استفاده کنند (۳۱). Sinclair و همکاران بیان کردند که تفاوت معنی‌داری بین متغیرهای کینتیک و کینماتیک حرکات ورزشی با زانوبند نسبت به بدون زانوبند مشاهده نشد، اما استفاده از زانوبند باعث افزایش ثبات زانوی شرکت‌کنندگان گردید. همچنین، گزارش نمودند که کاربرد زانوبند در شاخص‌های بیومکانیکی مرتبط با آسیب زانو، وابسته به ابزار مورد استفاده می‌باشد (۲۳) و این مشاهدات با ساختار مکانیکی زانوبند که قادر نیست محدودیت فیزیکی کافی را برای تغییرات در بارهای مفصل زانو فراهم نماید، مرتبط می‌باشد.

یکی از دلایل عدم تفاوت تأثیر زانوبندها در تحقیق حاضر را می‌توان به جمعیت مورد مطالعه و وضعیت جسمانی و قدرت عضلانی افراد جوان سالم نسبت داد. چنین می‌توان بیان نمود که این افراد قادر هستند نیروی عضلانی کافی را در اندام تحتانی جهت غلبه بر مقاومت که ممکن است توسط زانوبندها به این تغییرات اعمال شود، ایجاد نمایند و یا این که میزان محدودکنندگی این زانوبندها مشخص نبود. انجمن آکادمی جراحی ارتوپدیک آمریکا معتقد است که زانوبند می‌تواند شدت یا حرکات غیر طبیعی را فقط در شرایط بار کم و یا در حالت استاتیک کنترل کند و نمی‌تواند مفصل را در برابر آسیب‌ها با فعالیت شدید و یا تصادفات محافظت نماید (۱۲). مطالعات نشان داده است که زانوبندها در برابر نیروهای کم و ضعیف از ACL محافظت می‌نمایند، اما در شرایط نیروی شدید با شدت بالا، مقاومتی از خود نشان نمی‌دهند (۳۲). در نتیجه، ممکن است ساختار مکانیکی زانوبندهای پژوهش حاضر به گونه‌ای بوده باشد که قادر نبودند مهار فیزیکی کافی برای تغییرات بارهای مختلف وارد بر زانو را فراهم نمایند.

Ishida و همکاران با انجام تحقیقی دریافتند که چرخش خارجی پا همراه با زاویه ابداکشن زانو در شرایط بدون زانوبند، خطر آسیب زانو را به دلیل برخورد آن با کندیل ران افزایش می‌دهد و چرخش داخلی همراه با زاویه ابداکشن زانو در مقایسه با زاویه ابداکشن زانو به تنهایی، منجر به کشیدگی بیشتر ACL می‌گردد. در نتیجه، آنان حرکت فرود به جلو را نسبت به فرود داخل و خارج بهتر می‌دانند (۳۳). Teng و همکاران گزارش کردند که زاویه ابداکشن زانو در چرخش خارجی پا افزایش می‌یابد و در طی تماس اولیه فرود در چرخش خارجی، زاویه فلکشن کم می‌باشد و مکانیسم پیچ خانگی (Screw home mechanism) اتفاق می‌افتد که موجب چرخش خارجی تیبیا بر روی ران می‌گردد (۲). در



http://jrrs.mui.ac.ir

نتیجه، فرود در وضعیت چرخش به خارج ممکن است خطر آسیب ACL را در طی فرود تک پا افزایش دهد. بنابراین، ورزشکاران در طی فعالیت‌های ورزشی باید از فرود پا در وضعیت به خارج اجتناب نماید.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فرود داخل پا به نسبت جلو و خارج، دارای گشتاور ابداکشن کمتری می‌باشد و فرود به خارج بیشترین گشتاور ابداکشن را دارد. در طی فرود پا به خارج، گشتاور ابداکشن مفصل زانو افزایش می‌یابد. در نتیجه، فرود در این وضعیت خطر آسیب ACL را طی فرود تک پا افزایش می‌دهد. از نظر بیومکانیکی، افزایش بازوی گشتاور ابداکشن، سبب افزایش گشتاور ابداکشن مفصل زانو می‌شود و این افزایش نیز با احتمال پارگی ACL مرتبط می‌باشد. در بسیاری از پژوهش‌ها، ضعف عضلات و درگیری بیشتر سمت خارجی فرود پا، با افزایش زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن در زمان فرود، کاهش کنترل مفصلی و افزایش احتمال پارگی ACL همراه است (۳۴). زمانی که افزایش زاویه ابداکشن و گشتاور ابداکشن مفصل زانو در طی فرود به خارج بزرگ‌تر می‌شود، برآورد چرخش نیز نسبتاً بزرگ‌تر می‌گردد. بزرگ‌تر بودن چرخش مفصل به این معنی است که موقعیت مفصل زانو و ACL کشیده می‌شود و منجر به افزایش بی‌ثباتی مفصل زانو و احتمال آسیب ACL می‌گردد. بنابراین، با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، می‌توان گفت که اثر زانوبند در متغیرهای دینامیکی به نوع فرود بستگی ندارد و تعاملی را با فرود نشان نمی‌دهد. تفاوت معنی‌داری بین شرایط زانوبند در متغیرهای دینامیکی مفصل زانو وجود نداشت و نقش کمتری در بروز آسیب ACL داشت، اما بین سه نوع فرود در هر دو متغیر دینامیکی مفصل زانو تفاوت مشاهده شد که می‌تواند در بروز و یا کاهش آسیب ACL نقش مهم‌تری داشته باشد.

## محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به مقایسه زانوبندها در مطالعات پراکنده اشاره نمود که نتایج جامعی را به دنبال نداشت. تعداد تحقیقات در این زمینه با انواع فرود اندک بود و به بررسی بیشتری نیاز است. پژوهش‌های طولانی مدت و با تعداد نمونه‌های گسترده‌تر نیاز است تا نتایج بهتری به دست آید.

## پیشنهادها

برای درک بهتر عملکرد جبرانی سایر مفاصل، بهتر است مفاصل مچ پا و ران نیز همزمان با مفصل زانو بررسی گردد. همچنین، برای درک بهتر مکانیسم این عملکرد، پیشنهاد می‌شود از الکترومیوگرافی عضلات اندام تحتانی به صورت همزمان استفاده شود.

## نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که متغیرهای دینامیکی مفصل زانو با استفاده از زانوبند تغییر نکرد؛ به این معنی که زانوبند نمی‌تواند محافظت مؤثری را در فعالیت فرود به عمل آورد. در نتیجه، به نظر می‌رسد متغیر فرود برای کاهش آسیب ACL در اجرای حرکت مهم‌تر باشد و ورزشکاران تا حد امکان باید از فرود با چرخش خارجی پا اجتناب نمایند؛ چرا که در مطالعه حاضر، فرود پا به جلو منجر به کاهش زاویه ابداکشن می‌شود و فرود داخل پا کمترین گشتاور ابداکشن مفصل زانو را داشت و ورزشکاران و مربیان ورزشی باید در تمرینات خود بر جهت فرود پا نسبت به زانوبند تمرکز بیشتری نمایند.

## تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله مقطع دکتری تخصصی با کد اخلاق IR.UMZ.REC.1397.061، مصوب دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از ریاست و کارکنان محترم آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

## نقش نویسندگان

حسین گل‌دشتی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، منصور اسلامی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات تخصصی آمار، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید محتوای نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال به دفتر مجله، محمد تقی‌پور، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید محتوای نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال به دفتر مجله را بر عهده داشتند.

## منابع مالی

مطالعه حاضر بر اساس تحلیل بخشی از اطلاعات مستخرج از رساله مقطع دکتری با کد اخلاق IR.UMZ.REC.1397.061، در دانشگاه مازندران تنظیم گردید. دانشگاه مازندران در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

## تعارض منافع

هیچ یک از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر منصور اسلامی، بودجه انجام مطالعات پایه مرتبط با این پژوهش را از دانشگاه مازندران جذب نمود و در این دانشگاه مشغول به فعالیت می‌باشد. حسین گل‌دشتی دانشجوی مقطع دکتری تخصصی رشته بیومکانیک ورزشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه مازندران می‌باشد.

## References

1. Hanzlikova I, Richards J, Hebert-Losier K, Smekal D. The effect of proprioceptive knee bracing on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. Gait Posture 2019; 67: 242-7.
2. Teng PSP, Kong PW, Leong KF. Effects of foot rotation positions on knee valgus during single-leg drop landing: Implications for ACL injury risk reduction. Knee 2017; 24(3): 547-54.
3. Harput G, Ulusoy B, Ozer H, Baltaci G, Richards J. External supports improve knee performance in anterior cruciate ligament reconstructed individuals with higher kinesiophobia levels. Knee 2016; 23(5): 807-12.
4. Tomescu S, Bakker R, Wasserstein D, Kalra M, Nicholls M, Whyne C, et al. Dynamically tensioned ACL functional knee

braces reduce ACL and meniscal strain. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018; 26(2): 526-33.
5. Hangalur G, Brenneman E, Nicholls M, Bakker R, Laing A, Chandrashekar N. Can a knee brace reduce the strain in the anterior cruciate ligament? A study using combined in vivo/in vitro method. Prosthet Orthot Int 2016; 40(3): 394-9.
6. LaPrade RF, Smith SD, Wilson KJ, Wijdicks CA. Quantification of functional brace forces for posterior cruciate ligament injuries on the knee joint: An in vivo investigation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2015; 23(10): 3070-6.
7. Hewett TE, Torg JS, Boden BP. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: Lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. Br J Sports Med 2009; 43(6): 417-22.
8. Taylor JB, Ford KR, Nguyen AD, Shultz SJ. Biomechanical comparison of single- and double-leg jump landings in the sagittal and frontal plane. Orthop J Sports Med 2016; 4(6): 2325967116655158.
9. Rishiraj N, Taunton JE, Lloyd-Smith R, Woollard R, Regan W, Clement DB. The potential role of prophylactic/functional knee bracing in preventing knee ligament injury. Sports Med 2009; 39(11): 937-60.
10. Ochi A, Ohko H, Ota S, Shimoichi N, Takemoto T, Mitsuke K. Custom-made hinged knee braces with extension support can improve dynamic balance. J Exerc Sci Fit 2018; 16(3): 94-8.
11. Wu D, Zheng C, Wu J, Wang L, Wei X, Wang L. Protective knee braces and the biomechanics of the half-squat parachute landing. Aerosp Med Hum Perform 2018; 89(1): 26-31.
12. Chang H, Liu C, Chang B. Effects of bracing on knee kinematics in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. International Journal of Sport and Exercise Science 2012; 4(1): 1-10.
13. Fleming BC, Renstrom PA, Beynnon BD, Engstrom B, Peura G. The influence of functional knee bracing on the anterior cruciate ligament strain biomechanics in weightbearing and nonweightbearing knees. Am J Sports Med 2000; 28(6): 815-24.
14. Greene DL, Hamson KR, Bay RC, Bryce CD. Effects of protective knee bracing on speed and agility. Am J Sports Med 2000; 28(4): 453-9.
15. Teng PSP, Leong KF, Huang PY, McLaren J. The effect of a knee-ankle restraint on acl injury risk reduction during jump-landing. Procedia Eng 2013; 60: 300-6.
16. Yang CS, Lim BO. Effects of knee brace on the anterior cruciate ligament injury risk factors during spike take off in female volleyball players. Korean Journal of Sport Biomechanics 2014; 24(1): 27-33.
17. Lee H, Ha D, Kang YS, Park HS. Biomechanical analysis of the effects of bilateral hinged knee bracing. Front Bioeng Biotechnol 2016; 4: 50.
18. Sinclair JK, Vincent H, Richards JD. Effects of prophylactic knee bracing on knee joint kinetics and kinematics during netball specific movements. Phys Ther Sport 2017; 23: 93-8.
19. Osternig LR, Robertson RN. Effects of prophylactic knee bracing on lower extremity joint position and muscle activation during running. Am J Sports Med 1993; 21(5): 733-7.
20. Ghomian B, Jafari H, Khamseh M E. Investigation of some gait characteristics in patients with diabetic neuropathy while wearing rocker sole shoe. Razi J Med Sci 2016; 22(140): 55-62. [In Persian].
21. Hosseinzadeh S, Eslami M, Taghipour M. Comparisons of bracing and patellar taping on knee three-dimensional kinematics of women with patellofemoral pain syndrome in stance phase of running. Koomesh 2019; 21(2): 231-6. [In Persian].
22. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. Hoboken, NJ: Wiley; 2009.
23. Sinclair J, Taylor PJ, Foxcroft H. Effects of prophylactic knee bracing on knee joint kinetics and kinematics during single- and double-limb post-catch deceleration strategies in university netballers. Sport Sci Health 2019; 15(1): 215-22.
24. Ewing KA, Begg RK, Galea MP, Lee PV. Effects of prophylactic knee bracing on lower limb kinematics, kinetics, and energetics during double-leg drop landing at 2 heights. Am J Sports Med 2016; 44(7): 1753-61.
25. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. Br J Sports Med 2007; 41 Suppl 1: i47-i51.
26. Hanzlikova I, Richards J, Tomsa M, Chohan A, May K, Smekal D, et al. The effect of proprioceptive knee bracing on knee stability during three different sport related movement tasks in healthy subjects and the implications to the management of Anterior Cruciate Ligament (ACL) injuries. Gait Posture 2016; 48: 165-70.
27. Wright RW, Fetzer GB. Bracing after ACL reconstruction: a systematic review. Clin Orthop Relat Res 2007; 455: 162-8.
28. Wu GK, Ng GY, Mak AF. Effects of knee bracing on the functional performance of patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Arch Phys Med Rehabil 2001; 82(2): 282-5.
29. Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A, Inglis JT, Spaulding SJ, Vandervoort AA. Knee bracing after ACL reconstruction: Effects on postural control and proprioception. Med Sci Sports Exerc 2001; 33(8): 1253-8.
30. Rebel M, Paessler HH. The effect of knee brace on coordination and neuronal leg muscle control: an early postoperative functional study in anterior cruciate ligament reconstructed patients. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2001; 9(5): 272-81.
31. Mortaza N, Ebrahimi I, Jamshidi AA, Abdollah V, Kamali M, Abas WA, et al. The effects of a prophylactic knee brace and two neoprene knee sleeves on the performance of healthy athletes: A crossover randomized controlled trial. PLoS One 2012; 7(11): e50110.
32. Beynnon BD, Pope MH, Wertheimer CM, Johnson RJ, Fleming BC, Nichols CE, et al. The effect of functional knee-braces on strain on the anterior cruciate ligament in vivo. J Bone Joint Surg Am 1992; 74(9): 1298-312.
33. Ishida T, Yamanaka M, Takeda N, Aoki Y. Knee rotation associated with dynamic knee valgus and toe direction. Knee 2014; 21(2): 563-6.
34. Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD, Ford KR. A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. Br J Sports Med 2005; 39(6): 347-50.

DOI: 10.22122/jrrs.v14i5.3397 Published by Vesnu Publications


# The Effects of Three Types of Prophylactic Knee Bracing on Abduction Angle and Abduction Moment of Knee Joint in Foot Rotation Positions during Single Leg Landing in Anterior Cruciate Ligament Injury

Hossein Goldashti[1], Mansour Eslami[2], Mohammad Taghipour[3]

Original Article

## Abstract

**Introduction:** Anterior cruciate ligament injury is one of the most common sport injuries that happen during repeated landing movements. The aim of the present study was to investigate the effect of three preventive knee joints on the variables of abduction angle and abduction moment in three types of single leg landing in healthy young people.

**Materials and Methods:** 15 healthy young people participated in this research. These participants were asked to descend from a platform with height of 30 cm on a force plate in three directions of forward, inward, and outward. Data were recorded during synchronization of camera and force plate, and maximum abduction angle and abduction moment were calculated using MATLAB software. To test research hypotheses, repeated measures ANOVA with a significance level of more than 0.05 was used to evaluate the interactive effect of different types of knee-braces on different landing.

**Results:** The interactive effect of different types of knee-braces on abduction (P = 0.416) and abduction moment (P = 0.442) did not depend on the type of landing. There was no significant difference between different knee braces in knee abduction (P = 0.759) and knee joint abduction moment (P = 0.657). There was significant difference between types of landing in knee abduction angle (P = 0.007) and abduction moment (P = 0.001).

**Conclusion:** Regarding the findings of this research, it seems that between the two variables of landing and knee brace, the first one is more important, and athletes should avoid landing with external leg rotation as far as possible.

**Keywords:** Knee, Braces, Landing, Abduction angle, Abduction moment, Anterior cruciate ligament injuries

**Citation:** Goldashti H, Eslami M, Taghipour M. **The Effects of Three Types of Prophylactic Knee Bracing on Abduction Angle and Abduction Moment of Knee Joint in Foot Rotation Positions during Single Leg Landing in Anterior Cruciate Ligament Injury.** J Res Rehabil Sci 2018; 14(5): 282-8

Received: 28.10.2018 Accepted: 23.11.2018 Published: 06.12.2019

1- PhD Student, Department of Sport Biomechanics, School of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
3- Associate Professor, Mobility Impairment Research Center, Health Research Institute, University of Babol, Babol, Iran
**Corresponding Author:** Hossein Goldashti, Email: hgoldashti@gmail.com