



# معاونت پژوهشی و فناوری

گزارش نهایی طرح تحقیقاتی

آیا راه رفتن روی سطح ناپایدار بر هم انقباضی عضلات اندام  
تحتانی افراد دارای پای پرونیت تاثیر دارد؟

مجری طرح:

دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی  
دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی

این طرح با تصویب و حمایت مالی حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه محقق  
اردبیلی اجرا گردیده است.

زمستان ۹۸

# آیا راه رفتن روی سطح ناپایدار بر هم انقباضی عضلات اندام تحتانی افراد دارای پای پرونیت تاثیر دارد؟

## چکیده

مقدمه و هدف: طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین طی راه رفتن از اهمیت کلینیکی بالایی برخوردار است. هدف از این پژوهش بررسی طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین طی راه رفتن بر روی شن و سطح صاف در افراد با پای پرونیت می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۲۹ فرد سالم (۱۴ زن، ۱۵ مرد) با میانگین سنی  $24/00 \pm 4/17$  سال، قد  $170/54 \pm 7/92$  سانتیمتر، و وزن  $73/36 \pm 16/68$  کیلوگرم و ۳۰ فرد با پای پرونیت (۱۵ زن، ۱۵ مرد) با میانگین سنی  $23/09 \pm 2/91$  سال، قد  $172/63 \pm 10/85$  سانتیمتر، و وزن  $71/09 \pm 11/07$  کیلوگرم داوطلب شرکت در این مطالعه شدند. داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین به وسیله دستگاه صفحه نیرو برتک (نرخ نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز) اندازه‌گیری شد. از آزمون آنالیز واریانس دوسویه با اندازه‌های تکراری برای تحلیل آماری استفاده شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد. یافته‌ها: اثر تعاملی سطح و گروه بر طیف فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی به لحاظ آماری معنادار بود. طیف فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد در گروه سالم طی راه رفتن بر روی شن در مقایسه با راه رفتن بر روی سطح صاف به‌طور معناداری بالاتر بود. اختلاف معناداری در سایر متغیرها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: راه رفتن بر روی شن بر طیف فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی بیشترین اثر را داشت ولی در مقادیر طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی-خارجی و در راستای عمودی هیچگونه اختلاف معناداری وجود نداشت. به‌طور کلی، راه رفتن بر روی شن در توانبخشی افراد با پای پرونیت می‌تواند مفید باشد. با وجود این، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: طیف فرکانس، نیروی عکس‌العمل زمین، پای پرونیت

فصل اول : کلیات

و پیشینه ی

پژوهش

## مقدمه

راستای اندام تحتانی مسئول اصلی جذب فشار هنگام تماس با زمین بوده و میزان بار را تعدیل می بخشد [۱]. در افراد سالم، هنگام ایستادن، خط مرکز ثقل اندام تحتانی از میان مرکز مفصل زانو عبور میکند، به نحوی که وزن بین قسمت داخلی و خارجی زانو به طور تقریباً یکسانی توزیع می شود [۲]. ناهنجاری پای پرونیته موجب تغییر مسیر اعمال نیروها بر زانو می شود [۳].

راه رفتن نیاز اساسی هر فرد برای حرکت از یه مکان به مکان دیگر است و به صورت تناوبی پس از شروع، توسط یک مرکز عصبی که در نخاع واقع شده است کنترل و تنظیم می شود [۴]. در طول روز، انسان به طور میانگین ۵۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ گام برمی دارد [۵]. هنگام راه رفتن، حرکتهای اورژن و اینورژن در مفصل ساب-تالار رخ می دهد [۶]. هنگام راه رفتن به جلو، معمولاً تحمل وزن از ناحیه خلفی خارجی پاشنه پا شروع شده، به طرف جلو در امتداد طرف خارجی پا پیش رفته و در نزدیکی اولین مفصل کف پایی انگشتی ختم می شود [۷]. از جمله پارامترهای بیومکانیکی که می تواند تحت تأثیر ناهمراستایی اندام تحتانی قرار بگیرد نیروهای برخوردی پا با سطح زمین می باشد که در قالب نیروی عکس العمل زمین شناخته می شود. در واقع خصوصیات نیروی عکس العمل زمین حین راه رفتن انسان به عنوان توصیف کننده ای مهم در وجود اختلال در راه رفتن شناخته می شود [۱۹]. با استفاده از مقادیر نیروهای عکس العمل زمین می توان مقادیر نرخ بارگذاری عمودی،

ایمپالس و گشتاور آزاد را محاسبه نمود. نرخ بارگذاری به عنوان شیب منحنی نیروی عکس‌العمل زمین در رسیدن به اولین قله تعریف می‌شود [۲۰]. گزارش شده است که نرخ بارگذاری عمودی بزرگتر از ۷۰ و ۷۲ نیوتن بر کیلوگرم بر ثانیه به ترتیب با خطر بروز آسیب‌های استرس‌فرکچر [۲۱، ۲۲] و درد کشککی‌رانی [۲۳] مرتبط است. همچنین گزارش شده است که نرخ بارگذاری بزرگتر از ۱۰۰ نیوتن بر کیلوگرم بر ثانیه با آسیب نیام کف پای در دوندها مرتبط است [۲۴].

## بیان مساله

حرکات انتقالی راه رفتن اجزای جدایی ناپذیر زندگی انسان است که به افراد اجازه عملکرد در محیط و انجام فعالیت‌های بدنی در زندگی روزمره را می‌دهد [۱] و یک عامل مهم در ارزیابی کیفیت زندگی و سلامتی افراد است [۲، ۳]. آسیب‌های رایج راه رفتن شامل استرس فراکچر، استئوآرتریت، سندروم نوار خاصرهای-رانی، سندروم درد کشککی-رانی، اسپرین مزمن مچ پا و درد پایین کمر می‌باشد [۴].

پرونیشن پا به‌عنوان یک حرکت ترکیبی تعریف شده است که در زنجیره جنبشی باز شامل اورژن، آبداکشن و دورسی‌فلکشن می‌باشد [۵]. این حرکت در مفاصل سابتالار و میدتارسال پا طی ابتدای فاز اتکا رخ می‌دهد و در جذب شوک طی راه‌رفتن ایفای نقش می‌نماید [۶]. با این حال، وجود پرونیشن بیش از حد پا مناسب نیست، به این دلیل که می‌تواند منجر به آسیب‌های مختلفی در اندام تحتانی و حتی ناحیه کمری گردد [۷، ۸]. به‌عنوان مثال گزارش شده است که پرونیشن بیش از حد پا ممکن است منجر به ایجاد درد کشککی‌رانی، تاندونیت آشیل و همچنین آسیب شین‌اسپلینت

گردد [۸, ۹]. الگوی مناسب فعالیت عضلانی و هم‌زمانی عملکرد عضلات آگونئیست و آنتاگونیست اطراف مفاصل از نظر بیومکانیکی اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا، عاملی برای حفظ ثبات و پایداری مفصل به شمار می‌رود [۱۰]. فعالیت هم‌زمان عضلات مختلف عمل‌کننده حول یک مفصل را هم‌انقباضی عضلانی گویند. به طور کلی دو نوع هم‌انقباضی یکی عمومی و دیگری جهت‌دار در بررسی فعالیت گروه‌های عضلانی اطراف مفاصل وجود دارد [۱۱]. در هم‌انقباضی عمومی، عضلات آنتاگونیست و آگونئیست اطراف مفصل با هم به صورت برابر فعالیت می‌کنند، ولی در هم‌انقباضی جهت‌دار عضلات آنتاگونیست و آگونئیست هم‌زمان فعال می‌شوند تا با حمایت مفصل نسبت به گشتاورهای اضافی، باعث پایداری و ثبات مفصل شوند اعتقاد بر این است که هم‌انقباضی جهت‌دار گشتاورهای خارجی را حمایت کرده تا بارهای اضافی وارد بر مفصل را کاهش دهد [۱۲].

راه رفتن در سطوح مختلف باعث ایجاد سازگاری در پارامترهای راه رفتن می‌شود. از آنجا که شن و ماسه غیر قابل پیش‌بینی، ناهموار و متحرک هستند، اهمیت ویژه‌ای در مکانیک حرکت دارند [۱۳].

[۱۴]. راه رفتن روی شن و ماسه باعث بهبود الگوی راه رفتن با افزایش فلکشن مفصل زانو و ران می‌شود [۱۵]. با این حال ویژگی‌های راه رفتن روی شن و ماسه بر روی افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا تا به امروز مشخص نشده است. همچنین تغییر الگوی طبیعی گام برداری به ویژه در افراد با پای پرونیته اهمیت ویژه‌ای دارد. عارضه پرونیشن بیش از حد پا ممکن است فعالیت عضلات را از حالت طبیعی تغییر دهد. به همین دلیل پیدا نمودن شیوه‌های درمانی جهت پیشگیری از وقوع آسیب در طی راه رفتن به ویژه در افراد دارای پای پرونیته ضرورت دارد.

در این مطالعه به بررسی هم‌انقباضی عضلات اندام تحتانی طی راه رفتن روی شن در افراد با پای پرونیته خواهیم پرداخت.

## ضرورت و اهمیت پژوهش

همانگونه که ذکر شد پای پرونیت نوعی اختلال در راستای طبیعی ساق پا بوده که در مطالعات مختلف مورد بررسی علمی قرار گرفته است. این دسته از افراد، همیشه از درد و خستگی در این نواحی در رنج هستند. در ارتباط با کفش افراد دارای پای پرونیت مشاهده شده است که در کناره‌ی داخلی کفش این افراد سائیدگی بیش از حد وجود دارد. در اختلال پای پرونیت عضلات ناحیه‌ی اینورتور ضعیف و عضلات ناحیه‌ی اورتور پا کوتاه می‌شوند. علازم آسیب‌های ثانویه‌ای که این ناهنجاری دارد، تاکنون مطالعات کافی در ارتباط با پیدا نمودن شیوه‌های درمانی فعال جهت بهبود این ناهنجاری انجام نشده است. با این حال به تحقیقات بیشتری برای بررسی علل و نشانه‌های این اختلال نیاز است.

### فرضیات و سوالات تحقیق

- راه رفتن روی شن بر روی هم‌انقباضی عضلات میچ پا افراد دارای پای پرونیت اثر گذار است.
- راه رفتن روی شن بر روی هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو افراد دارای پای پرونیت اثر گذار است.
- راه رفتن روی شن بر روی طیف فرکانس نیروهای عکس‌عمل زمین در افراد دارای پای پرونیت اثر گذار است.

### هدف کلی

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر راه رفتن روی شن بر هم‌انقباضی عضلات اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت می‌باشد.

## اهداف اختصاصی

- ارزیابی اثرات راه رفتن روی شن بر روی هم‌انقباضی عضلات مچ پا افراد دارای پای پرونیت
- ارزیابی اثرات راه رفتن روی شن بر روی هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو افراد دارای پای پرونیت
- ارزیابی اثرات راه رفتن روی شن بر روی طیف فرکانس نیروهای عکس‌لعمل زمین در افراد دارای پای پرونیت

## مبانی نظری:

عضلات از طریق مفاصل در حفظ تعادل بدن ایفای نقش می‌کنند و این موضوع روشن است که عضلات عمل‌کننده در مفصل ران، زانو و مچ پا نقش اساسی را در تنظیم تعادل بدن ایفا می‌کنند. به علت اختلال در راستای طبیعی ساق پا و ضعف تعدادی از عضلات اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت، ممکن است ویژگی‌های عصبی-عضلانی این افراد تغییر یافته و سبب اختلال در کنترل بدن این افراد گردد.

برخی از عضلات اندام تحتانی:



۱. ساقی قدامی: این عضله در بخش قدامی ساق پا قرار دارد و در صورتی که پنجه پا حالت دورسی فلکشن و اینورژن داشته باشد، لمس کردن آن بهتر صورت می‌گیرد. این عضله موجب حرکت دورسی فلکشن مفصل مچ پا و اینورژن مفصل قاپ و ناوی می‌شود.

۲. دوقلو: این عضله دارای دو سر ثابت است که به قسمت خارجی دو برجستگی داخلی و خارجی استخوان ران متصل می‌شود. سر متحرک این عضله به تاندون آشیل و سطح خلفی استخوان پاشنه متصل است. این عضله دو مفصلی بوده و در صورت وجود مقاومت به خم کردن زانو کمک می‌کند. هم‌چنین موجب پلاتنار فلکشن مچ پا می‌شود.

۳. چهار سر: چهار عضله به نام‌های پهن خارجی، پهن داخلی، پهن میانی و راست رانی معروف هستند. عضله راست رانی در سطح قدامی ران قرار گرفته و بین دو مفصل ران و زانو قابل لمس است. عضله راست رانی از تا کننده‌های اصلی ران و بازکننده‌های زانو می‌باشد. عضله پهن خارجی در کنار خارجی عضله راست قدامی (رانی) قرار گرفته و قابل لمس می‌باشد، پهن داخلی نیز در قسمت داخلی عضله راست قدامی می‌باشد. پهن میانی در زیر راست قدامی بوده و قابل لمس نیست. سر ثابت پهن خارجی به سطح خارجی استخوان ران، در زیر برآمدگی بزرگ و نصف بالای خط خشن، سر ثابت پهن داخلی به سرتاسر خط خشن ران و سر ثابت عضله رانی به دو سوم بالای سطح قدامی استخوان ران متصل است. سر متحرک هر سه عضله به لبه‌های خارجی استخوان کشکک متصل است. عمل عضلات چهار سر باز کردن زانو می‌باشد.

۴. نیم‌وتری: از گروه عضلات همسترینگ است که در ناحیه‌ی سطحی، خلفی و داخلی استخوان ران قرار گرفته است. این عضله از برجستگی ورکی استخوان ورک شروع شده و به‌بخش قدامی و داخلی استخوان درشت‌نی متصل می‌شود. این عضله در عمل بازکنندگی، کمک به چرخش داخلی و نزدیک کنندگی ران نقش دارد.

۵. نیم غشایی: از گروه عضلات همسترینگ است که در ناحیه‌ی خلفی استخوان ران قرار گرفته است. از برجستگی ورکی استخوان ورک شروع شده و به بخش خلفی و داخلی استخوان درشت‌نی می‌رسد. عمل این عضله مشابه عضله نیم وتری می‌باشد.

۶. عضله دوسرانی از گروه عضلات همسترینگ است که در ناحیه‌ی خلفی خارجی استخوان ران بصورت سطحی قرار گرفته است. این عضله نیز از برجستگی ورکی استخوان ورک آغاز شده و به برجستگی خارجی استخوان درشت‌نی و سر استخوان نازک‌نی متصل است. عملکرد عضله مشابه دو عضله‌ی قبلی بوده ولی این عضله به علت موقعیت قرارگیری آن نسبت به محور ورتیکال دارای حرکت چرخش خارجی می‌باشد.

۷. سربینی میانی: عضله‌ای سطحی است که در پایین تاج خاصره‌ای قرار گرفته و از سطح خلفی حفره‌ی خاصره در پایین تاج خاصره شروع شده و به سطح خارجی برجستگی بزرگ ران متصل می‌شود. مهمترین عملکرد این عضله دور کردن مفصل ران است.

### علل زانوی پای پرونیت:

۱- وراثت

۲- راه افتادن زودرس کودک

۵- بد جوش خوردن شکستگی استخوان‌های پا

۶- فلج عضلانی مانند بیماری فلج اطفال

۷- پارگی کیسول

۸- سبک زندگی کم تحرک

### علائم پای پرونیت:

۱- افت استخوان ناوی

۲- راه رفتن اردک وار

۳- کوتاهی عضلات ناحیه‌ی خارجی مچ پا همچون عضلات نارکی نئی کوتاه، طویل، و طرفی

۴- ضعف عضلات ناحیه‌ی داخلی مچ پا همچون درشت نئی قدامی، درشت نئی خلفی، دوقلوی داخلی و نعلی

۵- سائیدگی بیش از حد کناره‌ی داخلی کفش

۶- تغییر زاویه‌ی تاندون آشیل

### عوارض ناشی از پای پرونیت:

- آرتروز زودرس

- درد و احساس خستگی زودرس

- کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی پا

- چرخش داخلی ساق

### برخی از روش‌های شناسایی و اندازه‌گیری ناهنجاری پای پرونیت:

فرد را در حالت ایستاده و به هنگام راه رفتن از نمای جلو و پشت مشاهده می‌کنند. سائیدگی کفش بازدید می‌شود. برای تشخیص پرانتزی بودن زانوها می‌توان از متر نواری و برای اندازه‌گیری دقیق میزان پرانتزی بودن از شاخص پاسچر پا و یا افتادگی استخوان ناوی استفاده نمود.

اگر شاخص پاسجر پا نمره‌ای بالاتر از ۶ داشته باشد پای فرد پرونیت و اگر نمره‌ای بالاتر از ۱۰ داشته باشد پای فرد پرونیت بیش از حد دارد.

در آزمون افتادگی استخوان ناوی، ارتفاع استخوان ناوی در دو وضعیت تحمل بار و بدون تحمل وزن بدن اندازه‌گیری می‌شود اختلاف ارتفاع بیش از ۱۰ میلی‌متر نشان دهنده پای پرونیت می‌باشد.

### حرکات اصلاحی پای پرونیت:

- در حالی که رو به شکم خوابیده‌اید، مچ پا را به حالت اینورت درآورید.
- حرکت فوق را در وضعیت خوابیده به پشت انجام دهید.
- در وضعیت ایستاده در کنار چوب موازنه یا میز از پهلو قرار بگیرید و با تحمل وزن پا را به حالت اورت در آورید.
- راه رفتن و دویدن بر روی سطوح ناپایدار همچون شن ساحل
- استفاده از کفی‌های کفش و کفش‌های دارای حمایت‌کننده قوس طولی داخلی پا
- در وضعیت نشسته با گرفتن مچ پا آن را به حالت اینورت ببرید.

### مبانی تجربی

-پیشینه تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور  
در قرن ۱۹ با صنعتی شدن اروپا و پیشرفت علم، رکود حرکتی افراد جامعه، نگرانی‌ها را در مورد ضعف‌های جسمانی افزایش داد و جامعه پزشکی را بر آن داشت که دنبال چاره باشند. در این میان بحث مواردی برای درمان بیماران با مشکلات راه‌رفتن و دویدن آغاز و در قرن ۲۰ در اروپا و آمریکا اقدامات لازم به عمل آمد. در

سال‌های اخیر به دلیل افزایش تعداد شرکت‌کنندگان در فعالیت‌های ورزشی و روی آوردن قشر بزرگی از افراد جامعه به ورزش‌های مختلف، احتمال بروز آسیب‌های ناشی از بیش‌تمرینی ساق و پا افزایش یافته است. دلایل این آسیب‌ها به طور کلی شامل فاکتورهای خارجی از قبیل زمین، سطوح، کفش، سن، روش‌های تمرینی و سطح مهارت و همچنین فاکتورهای بیومکانیکی درونی از قبیل پاسچر پا و عوارض آن در سطح عصبی، عضلانی و ... می‌باشد. هر چند که تفاوت‌های زیادی در پاسچرهای مختلف پا وجود دارد که ممکن است منجر به ناهنجاری عملکردی بشود یا نشود، اما مدارک موجود است که نشان داده‌اند پای پرونیت خطر وقوع آسیب‌های اندام تحتانی را افزایش می‌دهند (۱۶-۱۸).

ناچبور و همکاران (۱۹۹۲) در تحقیقی که تحت عنوان تأثیر میزان قوس کف پا بر نیروی عکس‌العمل زمین انجام داده بودند، بیان کرده‌اند اختلاف معنی‌داری بین افراد گروه سالم و پرونیشن بیش از حد پا در متغیر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل و اوج نیروی قدامی-خلفی عکس‌العمل زمین در فازهای توقف و پیش‌برنده زمین وجود ندارد و همچنین گزارش کرده‌اند اختلاف معنی‌داری در نیروی داخلی-خارجی عکس-العمل زمین بین افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا و سالم وجود دارد [۱۶].

مالسیو و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند ریسک آسیب در شرکت‌کنندگان با کفش motion control در مقایسه با کفش کنترل کمتر است. و این اثر مثبت فقط در دوندگان با پای پرونیت مشاهده شد و در افراد سالم هیچ تغییری وجود نداشت. همچنین دوندگان دارای پای پرونیت هنگام استفاده از کفش استاندارد در مقایسه با کفش motion control ریسک آسیب بیشتری را نشان دادند [۱۷].

فرهپور و همکارانش (۲۰۱۸)، طی تحقیقی به بررسی فعالیت عضلانی و کینتیک اندام تحتانی در افراد با و بدون کمردرد با پای پرونیت پرداختند. در این پژوهش نشان داده شد که عضله سرینی‌میانی، عضله دوقلو، مایل داخلی شکم، راست‌کننده ستون فقرات فعالیت بالایی را در افراد دارای کمردرد با پای پرونیت طی راه‌رفتن دارند. همچنین بیان کردند، عضله دوقلو در افراد دارای کمردرد با پای پرونیت نسبت به افراد سالم فعالیت بیشتری دارد [۴].

در پژوهشی تمرینات CCHRE در حالت تحمل وزن که پاها بر روی زمین قرار گرفته بودند در هر سه صفحه حرکتی اثر گذاشته و ناهنجاری پرونیشن بیش از حد پا را اصلاح نمودند، در واقع از مفصل پروگزیمال برای اصلاح مفصل دیستال استفاده شده بود [۱۸].

روم و همکاران (۲۰۰۴) مطالعه‌ای بر روی افراد جوان با پای پرونیت (بدون کمردرد) انجام دادند. آن‌ها گزارش کردند که ۴ هفته استفاده از ارتزهای پا باعث کاهش چشم‌گیری در چرخش داخلی-خارجی در پای این افراد می‌شود. همچنین در پژوهشی دیگر افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا، چرخش داخلی مچ پا، فلکشن زانو و چرخش داخلی زانو، چرخش داخلی ران، گشتاور پلانتر فلکسوری مچ پا، گشتاور فلکسوری ران و در مچ پا اوج توان مثبت کمتری را در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان دادند [۱۹]. کات و همکاران اختلاف در پایداری پرونیشن بیش از حد پا را به ساختار بیومکانیک پا نسبت دادند [۲۰].

از آنجایی که در رابطه با اثر راه رفتن روی شن بر هم‌انقباضی عضلات افراد دارای پای پرونیت اطلاعات کافی وجود ندارد، انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه، برای بهبود و ارتقاء سطح آمادگی و کیفیت زندگی افراد دارای عارضه پای پرونیت ضرورت می‌یابد.

## تعریف واژگان و اصطلاحات

### پای پرونیت:

این عارضه نوعی اختلال در راستای طبیعی قوس طولی-داخلی پا است که در آن:

-مفصل سابتلار اورت می‌شود.

-فرد مبتلا بر روی لبه داخلی پا راه می‌رود.

-استخوان درشت‌نی با پیچش داخلی همراه است.

ارتفاع قوس طولی داخلی پا کاهش می‌یابد.

## حرکات اصلاحی:

حرکات اصلاحی یکی از بخش‌های مهم و اساسی در تربیت بدنی به‌شمار می‌رود. از تمامی حرکات، فعالیت‌ها و روش‌هایی که برای رفع ضعف‌های جسمی، عضلانی، ارگانیکی و هماهنگی بکار می‌رود، تحت عنوان حرکات اصلاحی نام برده می‌شود.

## طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین

میزان تواتر وارد آمدن نیروهای وارده بر پا در سه بعد را از طرف زمین نشان می‌دهد.

## هم‌انقباضی

به فعالیت همزمان عضلات آگونیست و آنتاگونیست در یک مفصل هم‌انقباضی می‌گویند.

# فصل دوم

## مواد و روش‌ها



## مقدمه

در آغاز این فصل، چگونگی انجام تحقیق بیان شده است و در ادامه به ترتیب، جامعه آماری تحقیق مورد نظر، چگونگی انتخاب نمونه‌های لازم برای تحقیق، ابزار و مواد مورد نیاز اندازه‌گیری، متغیرهای مستقل و وابسته، روش‌های جمع‌آوری اطلاعات، روش‌های اجرای تحقیق و روش‌های آماری مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

## روش انجام تحقیق

با توجه به موضوع و اهداف تحقیق، روش به کار گرفته شده در این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود.

## جامعه آماری و نمونه آماری

دانشجویان دختر و پسر دانشگاه محقق اردبیلی جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر را تشکیل می‌دادند. این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و آزمایشگاهی بود. از بین دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی، ۲۹ نفر سالم (۱۲ زن، ۱۷ مرد) (سن  $24/0 \pm 4/17$  سال، قد  $170/54 \pm 7/92$  سانتیمتر، وزن:  $73/36 \pm 16/68$  کیلوگرم، شاخص توده بدنی:  $23/8 \pm 3/4$  کیلوگرم بر مترمربع) و ۳۰ نفر دارای عارضه پای پرونیت (۱۵ زن، ۱۵ مرد) (سن  $23/09 \pm 2/91$  سال، قد:  $172/63 \pm 10/85$  سانتیمتر، وزن:  $71/09 \pm 11/07$  کیلوگرم؛ شاخص توده بدنی:  $25/2 \pm 25/3$  کیلوگرم بر مترمربع) داوطلب شرکت در این مطالعه شدند. پای غالب آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون شوت

فوتبال سنجیده شد که پای راست، پای برتر تمامی آنها بود. با استفاده از روش افتادگی استخوان ناوی آزمودنی‌های دارای کف پای پرونیت شناسایی شدند. قبل از شروع مطالعه یک جراح ارتوپد از کلینیک محلی، کلیه شرکت‌کنندگان را ارزیابی کرد که در صورت عدم وجود علائم اختلالات اسکلتی-عضلانی، استخوانی یا عصبی در گروه کنترل قرار داده شوند. در صورت مشاهده افت استخوان ناوی بیش از ۱۰ میلی‌متر (۲۷) ( شکل ۱-۳) و یا شاخص وضعیت پا بزرگتر از ۱۰ (۲۷)، آزمودنی به عنوان یکی از اعضای گروه دارای عارضه پای پرونیت در نظر گرفته می‌شد. معیارهای ورود و خروج پژوهش شامل نداشتن سابقه جراحی اسکلتی-عضلانی در تنه و یا اندام تحتانی، اختلالات عصبی عضلانی یا ارتوپدی (به جز پای پرونیت بیش از حد برای گروه با پای پرونیت)، عدم وجود اختلاف طول اندام تحتانی بزرگتر از ۵ میلی‌متر و وجود تمرینات بدنی شدید ۲ روز قبل از داده‌گیری بود. آزمودنی‌ها به مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی دعوت و پس از توضیح و تشریح آزمون، فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را امضا نمودند. پروتکل تحقیق در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل (IR.ARUMS.REC.1398.119) تصویب شد. قابل ذکر است که از بیشینه‌ی انقباض ایستای ارادی (MVIC) برای نرمال‌سازی فعالیت عضلات اندام تحتانی و از وزن افراد جهت نرمال‌سازی مقادیر نیروی عکس‌العمل و ضربه طی پیش و پس‌آزمون استفاده شد. پای برتر آزمودنی‌ها توسط آزمون شوت زدن به توپ فوتبال مشخص گردید [۴۱].

### معیارهای ورود و خروج از پژوهش

از روش اندازه‌گیری شاخص پاسچر پا و افت استخوان ناوی جهت تشخیص افراد دارای پای پرونیت استفاده شد. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه‌ی شکستگی، جراحی، مشکلات عصبی-عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی‌متر و دارا بودن فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز گذشته بود.

### محدودیت‌های تحقیق

## **Does walking on the unstable surface affect on Co-contraction of lower limb muscles in individuals with pronated foot?**

### **Abstract**

**Background & Aim:** Ground reaction force frequency content during walking has a clinical importance. The purpose of this study was to investigate the frequency response of ground reaction force during walking on sand and flat surface in people with pronation foot.

**Material and Methods:** 30 healthy subjects (15 females, 15 males) with mean age of  $24.00 \pm 4.17$  years, height of  $170.54 \pm 7.92$  cm, and weight  $73.36 \pm 16.68$  kg and 30 individuals with pronated foot (15 females, 15 males) with mean age of  $23.09 \pm 2.91$  years, height of  $172.63 \pm 10.85$  cm, and weight of  $71.09 \pm 11.07$  kg volunteered to participate in this study. Ground reaction force data were recorded using a Bertec force plate (with sampling rate of 1000 Hz). Two ways ANOVA with repeated measure test was used for statistical analysis. All analyzes were performed at the significance level of 0.05.

**Results:** Interactive effect of surface and group on frequency spectrum with power of 99.5% in anterior-posterior direction was statistically significant. Frequency spectrum with power of 99.5% in the healthy group was significantly higher during walking on sand compared to walking on flat surface. No significant difference was observed in other variables.

**Conclusion:** Walking on sand had the most effect on the frequency spectrum with power of 99.5% in the anterior-posterior direction but not in the medio-lateral and vertical directions. Generally, walking on sand is suitable in rehabilitation of pronated feet. However, further study is warranted.

**Keywords:** Frequency spectrum, Ground reaction force, Pronated foot



**University of Mohagheh Ardabili**

*Final Report of Research Project*

**Does walking on the unstable surface affect on  
Co-contraction of lower limb muscles in  
individuals with pronated foot?**

*AmirAli Jafarnezhadgero*

*Department of Sports Sciences*

**Faculty of Educational Sciences and Psychology**

**This Research Project Has Been Financially Supported by the  
Office of Vice Chancellor for Research**

**Winter 2019**