پژوهش‌نامهٔ فیزیولوژی ورزشی کاربردی سال چهاردهم/ شماره بیست و هشتم/ پاییز و زمستان ۹۷

دریافت: ۹۷/۶/۲ پذیرش: ۹۷/۷/۲۹ ص ص: ۲۶۴-۲۵۳

اثر کینزیوتیپ بر ثبات دینامیک مفصل مچ پا

دکتر رز فولادی[۱]

چکیده:

مقدمه: با توجه به اهمیت ثبات دینامیک مچ پا در اجرای موفق فعالیتهای ورزشی، این مطالعه به بررسی ثبات دینامیک مفصل مچ پا پس از استفاده از کینزیوتیپ میپردازد و نقش آنرا در دو گروه پای طبیعی و پرونیت بررسی می‌کند.

موارد و روش‌ها: در این مطالعه ۳۱ ورزشکار سالم (۱۵ نفر پای طبیعی و ۱۶ نفر پای پرونیت) ۲۰ تا ۳۰ ساله شرکت کردند. تعادل دینامیک آزمودنی‌ها از طریق تست تعادل ستاره، قبل و بعد از استفاده از کینزیوتیپ در مچ پا مورد ارزیابی قرار گرفت. از آزمون "تی مستقل" برای مقایسه دو نوع پا در دو زمان قبل و بعد از کینزیوتیپ و از آزمون "تی زوجی" برای مقایسه قبل و بعد از کینزیوتیپ در کل آزمودنی‌ها و هریک از گروه‌ها استفاده شد ($\alpha \leq ۰/۰۵$).

یافته ها: قبل از استفاده از کینزیوتیپ و بعد از آن، تفاوت معنیداری بین دو گروه پای طبیعی و پرونیت در همه جهات حرکتی وجود نداشت ($P\geq ۰/۰۵$) و فقط در جهت خلفی قبل از کینزیوتیپ اختلاف معنی‌دار بود ($P=۰/۰۴$). همچنین در مقایسه قبل و بعد از استفاده از کینزیوتیپ در کل آزمودنی‌ها، تفاوت معنیدار در جهات قدامی، خلفی، قدامی- داخلی، خلفی- داخلی، و خلفی- خارجی مشاهده شد که در بررسی جداگانه هریک از گروه‌ها، این تفاوت‌ها در گروه پرونیت بیشتر بود ($P\leq ۰/۰۵$).

نتیجه گیری: استفاده از کینزیوتیپ می‌تواند ثبات دینامیک مچ پا را افزایش دهد و این تفاوت در پای پرونیت بیشتر است.

کلمات کلیدی: کینزیوتیپ، ثبات دینامیک مچ پا، تست تعادل ستاره، پای پرونیت

۱. استادیار حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. نویسنده مسؤل ro.fouladi@umz.ac.ir

مقدمه

کنترل پاسچر و تعادل دینامیک از بخش‌های ضروری زندگی روزمره و انجام مهارت‌های ورزشی هستند که تحت تاثیر دامنه حرکتی مفاصل، قدرت عضلانی، دقت حس عمقی و سیستم عصبی- عضلانی[1] قرار می‌گیرند [۱]. برای حفظ تعادل دینامیک، ترکیبی از مفاصل اندام تحتانی از جمله مچ پا و ثبات عملکردی آن اهمیت پیدا می‌کنند [۱-۴]. ثبات عملکردی مفصل مچ پا، با یا بدون ارتباط با ثبات مکانیکی آن، به معنی کنترل ارادی مچ پا در دامنه حرکتی طبیعی موجود است و این امر بر تعادل دینامیک بدن اثر می‌گذارد [۴]. از جمله مواردی که برروی کنترل پاسچر و تعادل اثر می‌گذارد شامل اطلاعات حسی بدست آمده از سیستم سوماتوسنسوری[2]، بینایی و وستیبولار[3] و همچنین پاسخ‌های حرکتی است که می‌تواند بر هماهنگی، دامنه حرکتی و قدرت اثر بگذارد [۵]. در مطالعات گذشته، به موارد متعددی بعنوان عوامل تاثیرگذار بر تعادل دینامیک اشاره شده است. از جمله آنها در مطالعه ایرل و همکارانش (۲۰۰۱) به مواردی چون تمرینات هوازی، استقامتی، تعادلی، مقاومتی و حتی تمرینات سرعتی اشاره شده است [۶]. زچ و همکارانش (۲۰۱۰) نیز اثر تمرینات تعادلی را بیشتر از سایرین موثر دانستند [۷] و یونگ و همکاران (۲۰۱۰) و محمدی و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر تمرینات مقاومتی را بر ثبات استاتیک و دینامیک قابل‌توجه معرفی کردند [۸, ۹]. اما باید در نظر داشت که در تمامی این مطالعات نقش سیستم عصبی- عضلانی و ورود به‌موقع آن در کنترل پاسچر و حفظ تعادل دینامیک بدن حائز اهمیت بوده و عوامل ذکر شده فوق بدون آموزش‌های سیستم عصبی- عضلانی و یا تحریک گیرنده‌های مکانیکی حس عمقی که اطلاعات لازم برای این سیستم را فراهم می‌کنند، ناقص خواهد بود [۴].

از آنجا که حس عمقی و پیامهای آوران گیرنده‌های مکانیکی آن به سیستم اعصاب مرکزی، نقش بسزایی در حفظ ثبات عملکردی مچ پا دارد چنین به‌نظر می‌رسد که تحریک هر یک از این گیرنده‌های مکانیکی که در کپسول مفصلی، رباط، تاندون، عضله و پوست وجود دارند می‌تواند نقش موثری در افزایش ثبات دینامیک بدن و بهبود وضعیت تعادل داشته باشند [۱۲-۱۰]. از جمله مواردی که بر تحریک گیرنده‌های مکانیکی پوست و دقت حس عمقی مچ پا تاثیر می‌گذارد، استفاده از تکنیک نواربستن یا تیپینگ[4] است [۱۳, ۱۴]. چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کینزیوتیپ[5] مچ پا، تاثیری بر محدودیت حرکتی آن ندارد و تنها از طریق تحریک گیرنده‌های پوستی حس عمقی باعث افزایش دقت آن شده و بی‌ثباتی مچ پا را کاهش می‌دهد [۱۵]. گرچه محققانی چون دلاهونت و همکارانش (۲۰۱۰) استفاده از کینزیوتیپ مچ پا را در حفظ ثبات دینامیک افراد بی‌تاثیر دانستند [۱۶]، اما مطالعات بسیاری وجود دارند که تکنیک‌های مختلف کینزیوتیپ را بعنوان روشی سریع برای افزایش سطح هوشیاری ورزشکار از موقعیت و وضعیت مچ پا معرفی کردند و در نهایت آنرا بعنوان روشی برای ارتقاء عملکرد آنان دانستند [۱۹-۱۷]

از طرفی با وجود تنوع پا و تفاوت‌های بیومکانیکی آنها، انتظار می‌رود پرونیشن مفصل ساب تالار[6] با تاثیر سه بعدی بر زنجیره حرکتی باز و بسته مچ پا، تغییراتی را در بیومکانیک اندام تحتانی و در نهایت ثبات دینامیک مچ پا بوجود آورد. هر چند که نظرات متفاوتی در این زمینه وجود دارد [۲۰, ۲۱]. بطور مثال ویلکرسون و همکاران (۱۹۹۷) نقش عضلات اینورتور[7] مچ پا را در حفظ ثبات پاسچرال بدن در فعالیت‌های زنجیره حرکتی بسته بسیار مهم دانستند. آنها چنین مطرح کردند که در زمان راه رفتن یا هر فعالیت حرکتی دیگر در زنجیره حرکتی بسته، با جابجایی مرکز

1 Neuromuscular
2 Somatosensory system
3 Vestibular
4 Taping
5 Kinesiotape
6 Subtalar joint
7 Invertor muscles

ثقل بدن به لبه خارجی پا، بلند شدن سمت داخلی پا از زمین و افزایش قوس طولی داخل، افزایش نیاز فوری به حفظ اورژن[1] پا به منظور حفظ ثبات دینامیک مچ پا احساس می شود و این امر فقط با انقباض اکسنتریک عضلات اینورتور حاصل خواهد شد. لذا ضعف عضلات اینورتور مچ پا در افزایش احتمال پیچ‌خوردگی‌ها و بی‌ثباتی عملکردی مچ پا موثر است [۴, ۲۲]. لذا انتظار می‌رود پاسخ دو نوع پای پرونیت[2] و پای طبیعی به شرایط یکسان ارزیابی ثبات عملکردی، کاملا یکسان نباشد.

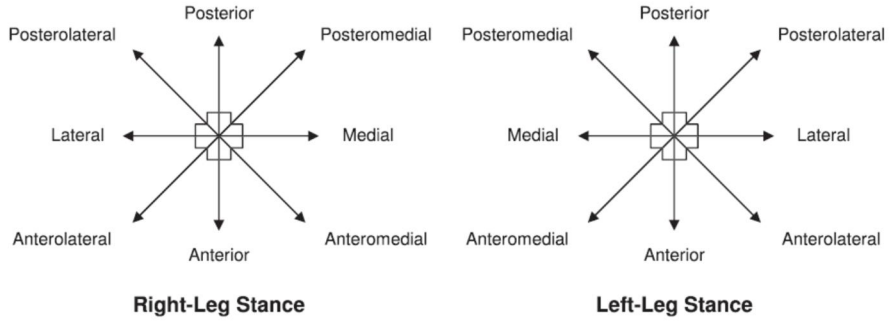
از آنجا که حفظ ثبات دینامیک مچ پا در انجام موفق فعالیت‌های ورزشی نقش بسزایی دارد، گذشته از تقویت و فراخوانی عضلانی که زمان‌بر است، انسان همیشه بدنبال راهکارهای سریع برای بدست آوردن تعادل بهتر و عملکرد موثرتر بوده است. با توجه به نقش شناخته شده تیپینگ در بهبود حس عمقی مفاصل و تاثیر بسزای کینزیوتیپ بدلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن در ارتقا عملکرد ورزشکاران آسیب‌دیده، همچنین با توجه به وجود انواع پا و ویژگی‌ها و تفاوت‌های احتمالی آنها در عملکرد، این مطالعه قصد دارد به بررسی ثبات دینامیک مفصل مچ پا پس از استفاده از کینزیوتیپ بپردازد و نقش آنرا در دو گروه پای طبیعی و پرونیت بررسی کند.

موارد و روش ها: در این مطالعه نیمه تجربی ۳۱ ورزشکار سالم (۱۵ نفر پای طبیعی و ۱۶ نفر پای پرونیت) در دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال شرکت کردند. تمامی این افراد به‌مدت حداقل ۲ سال و ۳ ساعت در هفته به فعالیت ورزشی همراه با تحمل وزن بر روی اندام تحتانی می‌پرداختند، هیچگونه مصدومیتی در اندام تحتانی خود در ۳ ماه اخیر نداشتند و درصورت وجود مصدومیت پیش از ۳ ماه، هیچگونه اثری از درد و احساس خالی‌کردن باقی نمانده بود. در تمام آزمودنی‌ها افت استخوان ناوی در حالت بدون تحمل وزن و با تحمل وزن اندازه گیری شد. بدین‌صورت که ابتدا استخوان ناوی در سمت داخلی پا پیدا و علامت‌گذاری شد. سپس فاصله ناوی تا زمین، ابتدا بدون تحمل وزن و سپس با تحمل وزن اندازه‌گیری و مقدار عددی آنها از هم کم شد و در نهایت افت ناوی بین ۵ تا ۹ میلیمتر، پای با قوس طبیعی و افت ناوی بیش از ۱۰ میلیمتر پای پرونیت نامیده شد [۲۱]. تعادل دینامیک این افراد از طریق انجام تست تعادل ستاره (درهشت جهت) مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تست از افراد خواسته می‌شد تا با پای غالب خود در مرکز ستاره ترسیم شده بر روی زمین بایستند، دستها را به کمر زده و با پای غیرغالب، جسمی را که بعنوان نشانه بر روی خطوط گذاشته شده است به سمت جلو هدایت کنند و آزمونگر فاصله بین جسم مذکور با مرکز ستاره را ثبت کند. این‌کار برروی تمام خطوط در هشت جهت، انجام شد (شکل ۱) و در صورت از دست دادن تعادل و انتقال وزن بروی زمین توسط پای غیرغالب، از آزمودنی خواسته می‌شد که دوباره تست را تکرار کند [۲۵-۲۳]. پس از آموزش افراد و آگاهی کامل آنها از آنچه مدنظر آزمونگر هست، به منظور حذف تاثیر خستگی بر نتایج آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که حدود ۵ دقیقه استراحت کنند، سپس در همان وضعیت قبلی قرار گرفته و تست را انجام دهند. برای دقت بیشتر و اجتناب از ثبت نتایج تصادفی، هر تست ۳ بار تکرار شد و میانگین بدست آمده بعنوان عدد مورد نظر ثبت شد.

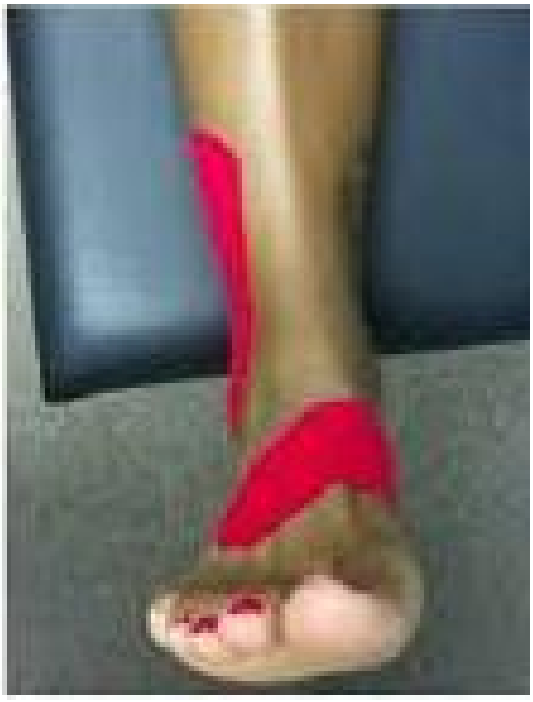
سپس یک برش از کینزیوتیپ بریده و بصورت عدد ۸ انگلیسی بر مچ پای آزمودنی‌ها چسبانده می‌شد (شکل ۲). با توجه به پرونیت بودن پای بعضی آزمودنی‌ها، این نوار در تمام آزمودنی‌ها از سمت خارج به داخل پا و در جهت سوپینیشن چسبانده شد [۲۶] و بعد از حدود ۲۰ دقیقه استراحت، تمام مراحل تست دوباره انجام شد (شکل ۳). نسبت میانگین اعداد بدست آمده از تست قبل و بعد از کینزیوتیپ، به طول حقیقی پای آزمودنی‌ها نرمال شد. بدین‌گونه که طول مسافت حاصل در هر جهت حرکتی، تقسیم بر طول واقعی پای آزمودنی ضربدر ۱۰۰ شده است

1 Eversion 2 Pronate

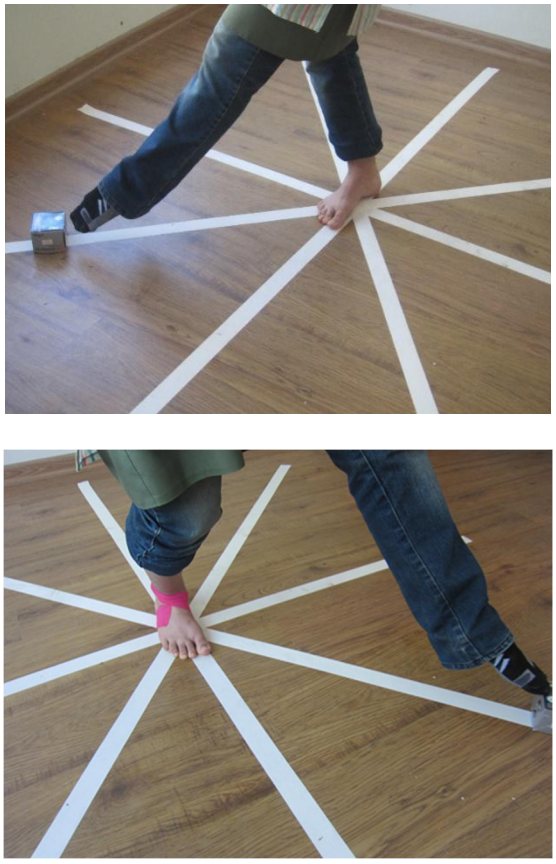
[۲۷]. در محاسبات آماری داده‌ها از آزمون کلوموگرافاسمیرنف استفاده شد که به دلیل نرمال بودن داده‌ها، آزمون "تی" برای مقایسه پای طبیعی و پرونیت در دو زمان قبل و بعد از کینزیوتیپ و آزمون آماری "تی زوجی" برای مقایسه قبل و بعد از تیپینگ در کل آزمودنی‌ها و هریک از دو نوع پا مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۱: الگوی انجام تست ستاره بصورت هشت وجهی برای هر کدام از پاها (بر گرفته از گریبل ۲۰۱۲)



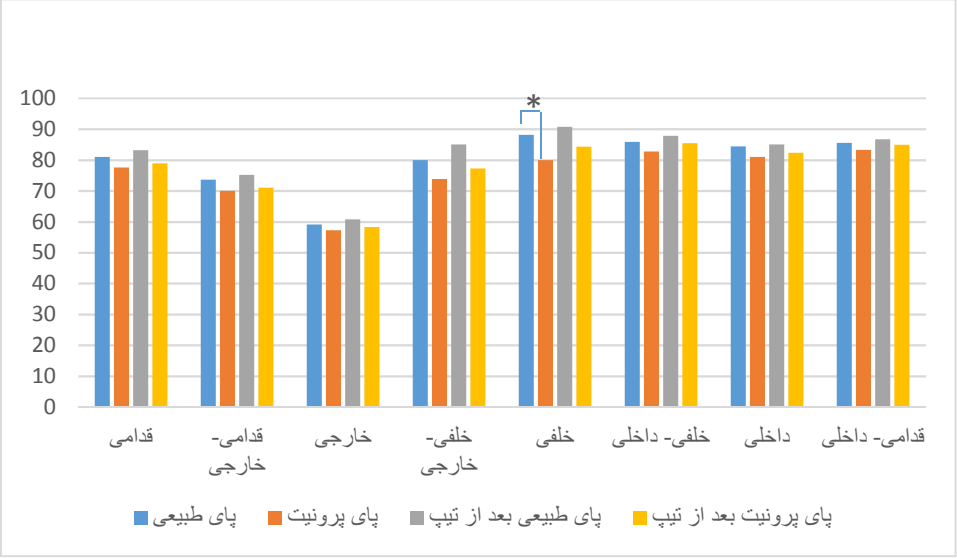
شکل ۲: طریقه استفاده از کینزیوتیپ به شکل ۸ انگلیسی



شکل ۲: تست ستاره هشت وجهی قبل و بعد از کینزیوتیپ

یافته ها: بررسی آزمودنی‌ها قبل از استفاده از کینزیوتیپ، نشان داد که تفاوت معنی‌داری در نتایج تست ستاره بین دو گروه پای طبیعی و پرونیت در هفت جهت حرکتی وجود نداشت و تنها در جهت خلفی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P =۰/۰۴) همچنین مشاهده شد که این دو گروه پس از استفاده از کینزیوتیپ در هیچ یک از جهات تست ستاره اختلاف معنی‌داری نداشتند (نمودار ۱).

همچنین مشاهده شد که پس از استفاده از کینزیوتیپ در تمام آزمودنی‌ها و بدون در نظر گرفتن نوع پا، با افزایش میانگین مسافت قابل دسترس و بهبود وضعیت حفظ تعادل در تمام جهات حرکتی روبرو شدیم. بگونه‌ای که تفاوت معنی‌دار در جهات قدامی، خلفی، قدامی- داخلی، خلفی- داخلی و خلفی- خارجی مشاهده شد (جدول ۱). در بررسی جداگانه هریک از دو گروه، مشاهده شد که تفاوت بیشتر مربوط به گروه پای پرونیت بوده است. بدین-صورت که در پای پرونیت شاهد اختلاف معنی‌دار در جهات قدامی، خلفی، قدامی_ داخلی و خلفی- خارجی بودیم و در پای طبیعی، اختلاف معنی‌دار در جهات قدامی، خلفی، خلفی- خارجی مشاهده شده است (جدول ۲).



نمودار ۱: مقایسه میانگین نتایج تست ستاره در دو نوع پای طبیعی و پرونیت، قبل و بعد از کینزیوتیپ

جدول ۱: نتایج آزمون "تی زوجی" و مقایسه میانگین تست ستاره در تمام جهات حرکتی، قبل و بعد از کینزیوتیپ در کل آزمودنی‌ها (n =۳۱)

	قدامی	قدامی- خارجی	خارجی	خلفی- خارجی	خلفی	خلفی- داخلی	داخلی	قدامی- داخلی
اختلاف میانگین	۱/۷۳	۱/۲۲	۱/۳۲	۴/۲۸	۳/۵۰	۲/۳۳	۰/۹۷	۱/۴۵
t	۳/۷۳	۱/۵۰	۱/۷۱	۴/۵۸	۴/۰۰	۲/۶۹	۱/۵۳	۳/۰۸
P	۰/۰۰۱	۰/۱۴۴	۰/۰۹۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲	۰/۱۳۶	۰/۰۰۴

سطح معنی‌داری P≤ ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است

جدول ۲: نتایج آزمون "تی زوجی" و مقایسه میانگین تست ستاره در تمام جهات حرکتی، قبل و بعد از کینزیوتیپ در دو گروه پای طبیعی (n =۱۵) و پای پرونیت (n =۱۶)

		قدامی	قدامی- خارجی	خارجی	خلفی- خارجی	خلفی	خلفی- داخلی	داخلی	قدامی- داخلی
پای طبیعی	اختلاف میانگین	۲/۱۱	۱/۵۲	۱/۵۷	۵/۱۵	۲/۶۵	۲/۰۳	۰/۵۷	۱/۱۹
	t	۲/۹۹	۱/۲۸	۱/۶۳	۴/۹۰	۲/۵۰	۱/۹۱	۰/۵۸	۱/۴۵
	Pl	۰/۰۱	۰/۲۱۹	۰/۱۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۵	۰/۰۷۷	۰/۵۷۱	۰/۱۶۷

		قدامی	قدامی– خارجی	خارجی	خلفی– خارجی	خلفی	خلفی– داخلی	داخلی	قدامی– داخلی
پای پرونیت	اختلاف میانگین	۱/۳۸	۰/۹۴	۱/۰۸	۳/۴۳	۴/۲۹	۲/۶۱	۱/۳۴	۱/۶۹
	t	۲/۲۲	۰/۸۱	۰/۸۸	۲/۲۶	۳/۱۲	۱/۸۹	۱/۶۳	۳/۳۰
	P	۰/۰۴۲	۰/۴۲۷	۰/۳۹۰	۰/۰۳۹	۰/۰۰۷	۰/۰۷۸	۰/۱۲۳	۰/۰۰۵

سطح معنی‌داری ۰/۰۵ ≥ P در نظر گرفته شده است

بحث: ثبات دینامیک پای طبیعی و پای پرونیت، هم قبل و هم بعد از کینزیوتیپ در تمام جهات حرکتی (بجز جهت خلفی قبل از کینزیوتیپ) تفاوت معنی‌داری نداشتند. اما استفاده از کینزیوتیپ توانسته است ثبات دینامیک مفصل مچ پا را در بسیاری از جهات حرکتی بهبود بخشد. اگرچه این امر در تمام آزمودنی‌ها فارغ از نوع پا دیده شد، اما در هریک از دو نوع پای طبیعی و پای پرونیت هم مشهود است و در پای پرونیت، اختلاف معنی‌دار قبل و بعد از کینزیوتیپ در جهات بیشتری مشاهده شده است.

در مطالعات انجام شده توسط هیونگ و همکارانش (۲۰۱۶) هیچ اختلاف معنی‌داری در توانایی حفظ تعادل دینامیک دانشجویان با انواع پای طبیعی، پرونیت و سوپینیت دیده نشد. در این مطالعه که همچون مطالعه حاضر، برای تعیین نوع پا از روش اندازه‌گیری افت استخوان ناوی و برای بررسی تعادل دینامیک از آزمون تست ستاره سه‌وجهی استفاده شد، چنین نتیجه‌گیری شد که بدلیل سلامت مچ پای همه آزمودنی‌ها و عدم سابقه پیچ خوردگی در آنها، مچ پا توانایی تطابق جبرانی با شرایط بیرونی و قابلیت حفظ تعادل دینامیک را دارد [۲۷]. این امر در مطالعه کیم و همکاران (۲۰۱۵) هم تایید شده است. ایشان با بررسی استاتیک و دینامیک دو نوع پای پرونیت و طبیعی مشاهده کردند که گرچه ثبات استاتیک در پای پرونیت بطور معنی‌داری بهتر از پای طبیعی است، اما تعادل دینامیک در دو نوع پای طبیعی و پرونیت اختلاف معنی‌داری ندارد و به این نتیجه رسیدند که ارتباط معنی‌داری بین تعادل استاتیک و دینامیک دو نوع پا وجود ندارد [۲۸]. این امر توسط کوورا و همکارانش (۲۰۱۷) هم تایید شده است. آنها هم در ارزیابی تعادل با بایودکس، پرونیشن پا را در تعادل استاتیک موثر و در تعادل دینامیک بی‌تاثیر گزارش کردند [۲۹].

اختلاف معنی‌دار دو نوع پا در جهت خلفی قبل از استفاده از کینزیوتیپ، با ضعف نسبی ثبات دینامیک پا در صفحه ساجیتال و اهمیت بیشتر این صفحه در مقایسه با صفحات دیگر حرکتی، بدلیل سطح اتکای کوچکتر آن [۲, ۳] و نقش اکسنتریک عضلات اورتور[1] و اینورتور در صفحه فرونتال قابل‌توجیه است [۲۱]. بدین‌صورت که چون حرکت در صفحه فرونتال نسبت به ساجیتال، سطح اتکای بزرگتری را فراهم می‌کند و علاوه بر عضلات، نقش لیگامان‌های اطراف مچ پا در این صفحه حرکتی بیشتر است، انتظار تعادل دینامیک بیشتری در صفحه حرکتی فرونتال میرود و در صورت وجود ضعف نسبی، این امر در صفحه ساجیتال دیده میشود. این امر می‌تواند معنی‌داری اختلاف ثبات دینامیک مچ پا در صفحه ساجیتال و صفحات نزدیک به آن‌را، بعد از استفاده از کینزیوتیپ توجیه کند. زیرا همانطور که مشاهده شد در همه آزمودنی‌ها و در هریک از گروه‌ها، حرکت در جهات قدامی، خلفی و جهات

1 Evertor

مورب نزدیک به آن‌ها، قبل و بعد از کینزیوتیپ معنی‌دار بوده است. در مطالعه صومعه و همکارانش (۲۰۱۵) تاثیر تیپینگ مچ پا به روش مولیگان[1] بر تعادل دینامیک ورزشکاران دارای سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا بررسی شد و در نتایج چنین دیده شد که عملکرد و تعادل دینامیک هردو گروه ورزشکار سالم و آسیب‌دیده، با تیپینگ بهبود یافت. در آن مطالعه مشاهده شد که کشیدگی لیگامان‌های مچ پا تاثیر منفی بیشتری بر تعادل عملکردی صفحه فرونتال داشته‌اند و بدلیل نقش عضلانی بیشتر در صفحه ساجیتال، این صفحه حرکتی کمتر تحت تاثیر نقص عملکرد لیگامان‌های مهم مچ پا که در داخل و خارج مچ قرار دارند واقع شد [۳۰]. لذا باتوجه به سلامت مچ پای آزمودنی‌های مطالعه حاضر، میتوان انتظار داشت که اثر استفاده از کینزیوتیپ بر عضلات مچ پا از جمله گاستروکنمیوس[2]، تیبیالیس قدامی[3] و خلفی[4] و فاشیای کف‌پا[5] بیشتر بوده و این امر می‌تواند دلیل معنی‌داری تعادل دینامیک در این صفحه حرکتی و نزدیک به آن‌را توجیه کند.

همچنین مشاهده شده است که تفاوت معنی‌دار بعد از استفاده از کینزیوتیپ در پای پرونیت بیشتر بوده است که آنرا می توان بدلیل نقش تحریک گیرنده‌های مکانیکی کف‌پا در ایجاد فعالیت بیشتر و در نهایت ثبات عملکردی بهتر مچ و ارتقاء تعادل دینامیک آزمودنی‌ها دانست. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، از یک برش کینزیوتیپ بصورت عدد هشت انگلیسی استفاده شده و در جهت خارج به داخل کف‌پا و مچ چسبانده شده است، انتظار می‌رود با این نوع نوار بستن افزایش تحریک گیرنده های پوستی کف‌پا و تشویق فعالیت عضلانی قوس کف‌پایی صورت گیرد که در افراد دارای پای پرونیت معمولا کمتر است.

در مطالعه ای که موون و همکارانش (۲۰۱۴) انجام دادند، انجام تمرینات کف‌پا و تقویت قوس کف‌پایی در افزایش ثبات دینامیک پا در اغلب جهات حرکتی موثر بوده است [۳۱]، در حالیکه در بعضی از مطالعات گذشته نقش تقویت کانسنتریک عضلات اطراف مچ پا بخصوص عضلات اینورتور و اورتور را در افزایش ثبات دینامیک بی‌تاثیر دانستند [۲۱]. در مطالعه‌ای که کیم و همکارانش (۲۰۱۵) انجام داده‌اند، اثر استفاده درازمدت از کینزیوتیپ مچ پا بر تعادل دینامیک افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا، از طریق تست تعادل ستاره مورد ارزیابی قرار گرفت و تاثیر مثبت آن بر تعادل دینامیک آزمودنی‌ها مشاهده شد [۱۷]. اگرچه دلاهونت و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر دو نوع تیپ مچ پا را در تعادل دینامیک افراد دارای بی‌ثباتی مزمن مچ پا بی‌تاثیر دانستند. آنها چنین مطرح کردند که با وجود افزایش اعتمادبه‌نفس، ثبات و اعتماد گزارش شده از طرف آزمودنی‌ها بعد از استفاده از کینزیوتیپ، تفاوت معنی‌داری در ثبات پاسچرال آنها بعد از استفاده از هر دو نوع تیپ دیده نشد [۱۶]. هوکر و همکارانش (۲۰۱۷) هم در مطالعه‌ای به‌بررسی اثر کینزیوتیپ بر قدرت عضلات پرونئال و ثبات مچ پا در تست تعادل ستاره سه‌وجهی پرداختند. در این مطالعه از دو برش نوار کینزیوتیپ، یکی بر روی عضله پرونئال و دیگری در حمایت از قوس عرضی پا استفاده شد. در نتیجه بدست آمده دیده شد که گرچه فعالیت عضله پرونئال در آزمودنی‌ها کاهش پیدا کرد، اما تعادل دینامیک آنها بطور معنی‌داری افزایش یافت و این امر به نقش مهمتر آن بر افزایش دقت حس عمقی و تحریک گیرنده‌های مکانیکی ارتباط داده شد [۱۸]. در مطالعه فدایی ده‌چشمه و همکاران (۲۰۱۶) اثر کینزیوتیپ بر عملکرد اندام تحتانی و شدت درد در ورزشکاران مبتلا به سندروم فشار داخلی تیبیا بررسی شد. آنان به این نتیجه رسیدند که استفاده از کینزیوتیپ می‌تواند بلافاصله عملکرد ورزشکاران را افزایش دهد و از شدت درد آنان بکاهد. اگرچه آنان تغییرات فاکتورهای نامبرده را در درازمدت، معنی‌دار و قابل‌توجه ندیدند [۱۹].

1 Mulligan
2 Gastrocnemius
3 Tibialis anterior
4 Tibialis posterior
۵ Plantar fascia

لذا با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه و مطالعات بررسی شده می‌توان به این نتیجه‌گیری رسید که قابلیت تطابق و ثبات دینامیک پای طبیعی در صفحه ساجیتال و در جهت خلفی بهتر از پای پرونیت می‌باشد، اما در سایر جهات حرکتی اختلاف معنی‌داری ندارند. همچنین استفاده از کینزیوتیپ با تحریک گیرنده‌های مکانیکی پوستی مچ و کف‌پا، می‌تواند ثبات دینامیک مچ پا را در هر دو گروه پای طبیعی و پرونیت افزایش دهد و با توجه به سلامت لیگامان‌ها در تمامی آزمودنی‌ها، ظاهرا این امر بر نقش عضلات مچ و کف‌پا تاثیرگذار می‌باشد و تفاوت معنی‌دار در صفحه حرکتی ساجیتال و نزدیک به آن بیشتر مشهود است.

نتیجه گیری کلی: ثبات دینامیک مچ پا به قابلیت تطابق با موقعیتها و جهات مختلف حرکتی ارتباط دارد و نقش عضلات نگهدارنده قوس کف‌پا در این امر حائز اهمیت است. هرگونه تحریک گیرنده‌های مکانیکی این قوس و نواحی اطراف مچ، بخصوص گیرنده‌های مکانیکی پوستی از طریق استفاده از کینزیوتیپ، می‌تواند در افزایش ثبات دینامیک مچ پا موثر باشد. لذا ورزشکاران، بخصوص افراد دارای پای پرونیت میتوانند به منظور افزایش ثبات دینامیک خود و بهبود عملکرد، در فعالیت‌های ورزشی از این روش ساده استفاده کنند.

منابع:

1. Cote, K.P., et al., Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. Journal of athletic training, 2005. 40(1): p. 41.
2. Shumway-Cook, A. and M.H. Woollacott, Motor control: translating research into clinical practice. 2007: Lippincott Williams & Wilkins.
3. Perry, J., Gait analysis. Normal and pathological function, 2010: p. 19-47.
4. Delahunt, E., Neuromuscular contributions to functional instability of the ankle joint. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2007. 11(3): p. 203-213.
5. Palmieri, R.M., et al., Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. Journal of Sport Rehabilitation, 2002. 11(1): p. 51-66.
6. Earl, J.E. and J. Hertel, Lower-extremity muscle activation during the Star Excursion Balance Tests. Journal of Sport Rehabilitation, 2001. 10(2): p. 93-104.
7. Zech, A., et al., Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. Journal of athletic training, 2010. 45(4): p. 39.۴۰۳–۲
8. Young, W.K. and J.D. Metzl, Strength training for the young athlete. Pediatric annals, 2010. 39(5): p. 293-299.
9. Mohammadi, V., M. Alizadeh, and A. Gaieni, The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012. 31: p. 247-250.
10. Wyke, B., The neurology of joints. Annals of the Royal College of Surgeons of England, 1967. 41(1): p. 25.
11. Freeman, M., M. Dean, and I. Hanham, The etiology and prevention of functional instability of the foot. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 1965. 47(4): p. 678-685.

12. Rowinski, M., Orthopaedic and sports physical therapy. St Louis (MO): CV Mosby, 1990.
13. Spanos, S., M. Brunswic, and E. Billis, The effect of taping on the proprioception of the ankle in a non-weight bearing position, amongst injured athletes. The foot, 2008. 18(1): p. 25-33.
14. Macdonald, R., Taping techniques: principles and practice. 2004: Butterworth-Heinemann Medical.
15. Seo ,H.-D., et al., Effects of Kinesio taping on joint position sense of the ankle. Journal of physical therapy science, 2016. 28(4): p. 1158-1160.
16. Delahunt, E., et al., Effect of taping on actual and perceived dynamic postural stability in persons with chronic ankle instability. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2010. 91(9): p. 1383-1389.
17. Kim, B.-J., et al., Effects of ankle balance taping with kinesiology tape for a patient with chronic ankle instability. Journal of physical therapy science, 2015. 27(7): p. 2405-2406.
18. Hooker, A., The effect of kinesiology tape on ankle stability and muscle activation of the peroneals during a double leg to single leg stance and a Y-Balance stability test. 2017, University of Chichester.
19. Fadaei dehcheshmeh, T., Shamsi majelan A., Effect of kinesio tape on function of lower extremity and pain severity in athletes with and without medial tibial stress. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences (JMUMS), 2016. 26(137): p.104-115.(in persian)
20. Neely, F.G., Biomechanical risk factors for exercise–related lower limb injuries. Sports medicine, 1998. 26(6): p. 395-413.
21. Karatsolis, K., et al., Eversion and inversion muscle group peak torque in hyperpronated and normal individuals. The Foot, 2009. 19(1): p. 29-35.
22. Wilkerson, G.B., J.J. Pinerola, and R.W. Caturano, Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 1997. 26(2): p. 78-86.
23. Rasool, J. and K. George, The impact of single-leg dynamic balance training on dynamic stability. Physical therapy in sport, 2007. 8(4): p. 177-184.
24. Herrington, L., et al., A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. The Knee, 200 ;(۲)۱۶ .۹p. 149-152.
25. Gribble, P.A., J. Hertel, and P. Plisky, Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. Journal of athletic training ;(۳)۴۷ .۲۰۱۲ ,p. 339-357.
26. Kase, K., Development of Kinesio^< TM> tape. Kinesio^< TM> Taping Perfect Manual, 1996.

27. Hyong, I.H. and J.H. Kang, Comparison of dynamic balance ability in healthy university students according to foot shape. Journal of physical therapy science, 2016. 28(2): p. 661-664.

28. Kim, J.-a., O.-b. Lim, and C.-h. Yi, Difference in static and dynamic stability between flexible flatfeet and neutral feet. Gait & posture, 2015. 41(2): p. 546-550.

29. Koura, G.M., et al., Impact of foot pronation on postural stability: An observational study. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation, 2017(Preprint): p. 1-6.

30. Someeh, M., et al., Influence of Mulligan ankle taping on functional performance tests in healthy athletes and athletes with chronic ankle instability. International Journal of Athletic Therapy and Training, 2015. 20(1): p. 39-45.

31. Moon, D.-c., K. Kim, and S.-k. Lee, Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. Journal of physical therapy science, 2014. 26(1): p. 117-119.