



اثر شش هفته تمرینات هایپینگ بر روی تعادل پویای ورزشکاران دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا

محمد کریمی زاده اردکانی^{۱*}، محمد حسین علیزاده^۲، اسماعیل ابراهیمی تکامجانی^۳

تاریخ تصویب: ۹۱/۶/۴

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۶

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر شش هفته تمرینات هایپینگ بر روی تعادل پویای ورزشکاران جوان دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا بود. به همین منظور، تعداد ۳۰ جوان پسر ورزشکار دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا با میانگین و انحراف استاندارد وزن $73/96 \pm 11/50$ کیلوگرم، قد $180/95 \pm 8/24$ سانتی متر، سن $22/16 \pm 1/46$ سال و نمره بی ثباتی $20 \pm 2/31$ در این تحقیق شرکت کردند و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری شامل گروه تجربی و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی شش هفته برنامه تمرینی را که از شش نوع تمرینات هایپینگ برگرفته شده بود، انجام دادند. قبل و بعد از اجرای شش هفته برنامه تمرینی، تعادل پویای آزمودنی ها به واسطه تست تعادل ستاره اندازه گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش آمار توصیفی، تی مستقل و تی زوجی در سطح معناداری ۹۵ درصد با آلفای $0/05 \leq \alpha$ استفاده شد.

نتایج تحقیق نشان داد که تمرینات هایپینگ موجب افزایش معناداری در فاصله دستیابی آزمودنی ها در هر هشت جهت تست گردش روی ستاره شد. میزان پیشرفت به ترتیب در جهات قدامی داخلی، خارجی، قدامی، خلفی داخلی، خلفی خارجی، داخلی، خلفی، خلفی خارجی بود. با توجه به نتایج تحقیق توصیه می شود به دلیل نیاز ویژه افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا به تعادل پویا در مهارت های ورزشی و همچنین به عنوان یک عامل مهم توانبخشی در طراحی برنامه های تمرینی و بازتوانی، از مزایای برنامه تمرین هایپینگ استفاده شود.

واژگان کلیدی: تمرینات هایپینگ، تعادل پویا، بی ثباتی عملکردی مچ پا، جوان ورزشکار

E-mail: m.karimizadeh@ut.ac.ir

E-mail: mhalizadeh47@yahoo.com

E-mail: takamjan@iums.ac.ir

۱. کارشناس ارشد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران*

۲. دانشیار آسیب شناسی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران

۳. استاد فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

حفظ تعادل برای فعالیت‌های روزمره و عملکرد مطلوب ورزشی ضروری است. مفصل مچ پا، نقش اساسی در کنترل تعادل بر عهده دارد (اکبری، کریمی، فراهینی، فقیه زاده، ۱۳۸۲: ۲۳). یکی از شایع‌ترین آسیب‌های ورزشی که تعادل را تحت الشعاع قرار می‌دهد، پیچ‌خوردگی جانبی مچ پا است (فونگ و همکاران، ۲۰۰۷: ۷۳). آسیب دیدگی‌های مچ پا بر عملکرد ورزشی تأثیر می‌گذارد و باعث دوری ورزشکار از میدین ورزشی می‌شود و علاوه بر افزایش هزینه‌های درمان موجب خسارت به باشگاه‌های آنها نیز می‌شود (مارش و همکاران، ۲۰۰۴: ۴۴۱). نادیده گرفتن صدمات مچ و بازتوانی ناکافی و نادرست آن باعث بروز مجدد آسیب می‌گردد و مشکلاتی همچون بی‌ثباتی مزمن مچ، ناپایداری مکانیکی و ناپایداری عملکردی ایجاد می‌کند (گیزا و همکاران، ۲۰۰۳: ۵۵۰). ناپایداری عملکردی مچ برای توصیف احساس ذهنی لقی، ضعف، درد و کاهش عملکرد در مچ پا طی فعالیت‌های ورزشی به کار می‌رود (هیلر و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۲۳۵).

استفاده از برنامه بازتوانی مؤثر برای افراد دچار بی‌ثباتی عملکردی مچ پا یک امر مهم به شمار می‌رود. برنامه‌های توانبخشی مرسوم برای درمان این آسیب شامل تمرینات قدرتی، تمرینات تعادلی، تمرینات عصبی عضلانی، تمرینات حس عمقی می‌باشد (تویست و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۰۷۳، روس و گوسکیوز، ۲۰۰۶: ۳۲۳، کینسبورگ و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۲۹۹). در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات پلائیومتریک برای کاهش بی‌ثباتی مچ افزایش یافته است.

از جمله برنامه‌های تمرینی پلائیومتریک که به منظور بهبود تعادل مورد استفاده قرار گرفته است برنامه تمرینی هایپینگ^۱ می‌باشد. تمرینات هایپینگ شکل اصلاح شده و نسبتاً تعدیل یافته تمرینات پلائیومتریک است نوعی تمرینات با چرخه کشش-کوتاه شدن هستند (تورت و هولم، ۲۰۱۰: ۳۱۷، ویلمور و کاستیل، ۱۳۸۷) و در اندازه‌گیری کیفیت سطح اجرای ورزشکار به وسیله تحریک عضلات و فشار وارده به مفصل در طول رویدادهای ورزشی کاربرد دارند (بوچانان و همکاران، ۲۰۰۸: ۳۴۲).

هایپینگ‌ها یک روش تمرینی دینامیک برای اندام تحتانی هستند و دارای ماهیتی چندگانه از قدرت عضلانی، هماهنگی عصبی عضلانی، ثبات مفصل، تعادل و حس عمقی مفصل است و به صورت کلینیکی در مراحل پایانی دوره بازتوانی بکار برده می‌شود و به عنوان ملاک ارزیابی برای برگشت افراد به فعالیت نیز می‌باشد. حرکات هایپینگ شامل انقباض اکستریک و کانستریک متعاقب آن می‌باشد. تمرینات هایپینگ با یک کشش اولیه انفجاری عضله می‌تواند کارایی عصبی را بهبود بخشد و در نتیجه اجرای عصبی-عضلانی را افزایش دهد. تمرین هایپینگ می‌تواند با تغییرات در داخل سیستم عصبی-عضلانی به فرد اجازه دهد تا کنترل بهتری روی عضله منقبض شونده و سینرژیستهای خود داشته باشد و به این ترتیب نیروی بیشتری در غیاب تطابق تیپ شناختی عضله مهیا می‌گردد. (تورت و هولم، ۲۰۱۰: ۳۱۷). قدرت عضلانی و تعادل دو جزء ضروری اجرای هایپینگ هستند (هولم و همکاران، ۲۰۰۹: ۳۱۷). محققان مدعی‌اند که تمرین هایپینگ، پلی ارتباطی بین قدرت و هماهنگی بوجود می‌آورند و مستقیماً عملکرد رقابتی را بالا می‌برند. یکی از دلایل ایجاد نقص در حفظ تعادل افراد مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، کاهش قدرت عضلات مچ پا و همچنین ضعف در هماهنگی حرکات تعادلی می‌باشد (هانگ و لین، ۲۰۱۰).

¹. Hopping exercise

تحقیقاتی که در زمینه برنامه‌های تمرینی پلايومتریک انجام شده است نشان می‌دهد که تمرینات هاپینگ به عنوان بخشی از این برنامه تمرینی باعث بهبود در حفظ تعادل می‌شود. به عنوان مثال، می‌یر و همکاران^۱ (۲۰۰۶) تأثیر تمرینات پلايومتریک و تعادلی بر تعادل و نیروی فرود ورزشکاران پرداختند، یافته‌های این پژوهش نشان داد که گروه تمرینات تعادلی و پلايومتریک موجب بهبود تعادل پویا و نیروی فرود در ورزشکاران می‌شود ولی تمرینات ترکیبی (تعادلی و پلايومتریک) بهبود بیشتری بر تعادل پویا و نیروی فرود ایجاد می‌کند (میر و همکاران، ۲۰۰۶: ۳۴۵). هانگ و لین^۲ (۲۰۱۱) نشان دادند که تمرینات ترکیبی تعادلی و پلايومتریکی که از چند هاپینگ در جهات مختلف بود باعث کاهش نوسانات قامت در حالت ایستا و بهبود ثبات و الگوی اتلاف انرژی در افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌چ پا در طول کنترل قامت فعال دینامیک می‌شوند (هانگ و لین، ۲۰۱۰). توئیست و همکاران^۳ (۲۰۰۸) به بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک که شامل ۲۰۰ مهارت پرشی شبیه هاپینگ بود بر عملکرد تعادل یک طرفه پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد تعادل بعد از انجام تمرینات پلايومتریک بهبود پیدا کرد (توئیست و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۰۷۳).

نقش تمرینات هاپینگ در بهبود اجرای مهارت‌های عملکردی ورزشکاران نیز از سوی برخی از محققان مورد توجه قرار گرفته است (هانگ و لین، ۲۰۱۰) و یافته‌های آنان نشان داد که بهبود اجرای مهارت‌های ورزشی در نتیجه بهبود میزان تعادل است. به عنوان مثال، آنگوش^۴ (۲۰۱۰) نشان داد که ۴ هفته تمرینات تعادلی پویا که شامل هاپینگ با یک پا برای ثبات پذیری، هاپینگ برای ثبات‌پذیری و دستیابی، هاپینگ پیش بینی نشده برای دستیابی و ایستادن با یک پا بود باعث بهبود فاصله دستیابی تست ستاره در تمام جهات بر روی افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌چ پا می‌شود (آنگوش، ۲۰۱۰). همچنین مک کوین و همکاران^۵ (۲۰۰۸) به بررسی یک برنامه ۴ هفته پیشرونده تعادلی که تأکید بر ثبات پویا بعد از هاپینگ در جهات چندگانه در افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌چ پا بودند پرداختند. نتایج بهبود قابل توجهی را در کنترل قامت ایستا و پویایی که توسط تست ستاره ارزیابی شده بود را نشان داد (مک کوین و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۰۷۳).

اگر چه تمرینات هاپینگ جزء مهارت‌های حرکتی پایه و بنیادی محسوب می‌شود که کم هزینه و آموزش پذیر بوده و از قابلیت بکارگیری در برنامه توانبخشی جهت پیشگیری از آسیب‌ها برخوردار می‌باشد، لیکن تحقیقاتی که صرفاً از این نوع تمرینات به عنوان روش‌های غیر دارویی و غیر جراحی برای پیشگیری از آسیب و توانبخشی در افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌چ پا استفاده کرده باشند، بسیار اندک می‌باشند. لذا هدف از این تحقیق بررسی تأثیر یک برنامه تمرینی هاپینگ بر تعادل پویا افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌چ پا می‌باشد.

روش‌شناسی تحقیق

جامعه آماری تحقیق شامل ورزشکاران جوان پسر دارای بی‌ثباتی عملکردی می‌چ پا که در تیم والیبال و بسکتبال عضویت داشتند تشکیل دادند که از میان آنها ۳۰ نفر با میانگین و انحراف استاندارد وزن $73/96 \pm 11/50$ کیلوگرم، قد $180/95 \pm 8/24$ سانتی‌متر، سن $22/16 \pm 1/46$ سال و نمره بی‌ثباتی $20 \pm 2/31$ بودند که به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری شامل گروه

1. Myer et al

2. Huang & Lin

3. Twist et al

4. Anguish

5. Mckeon et al

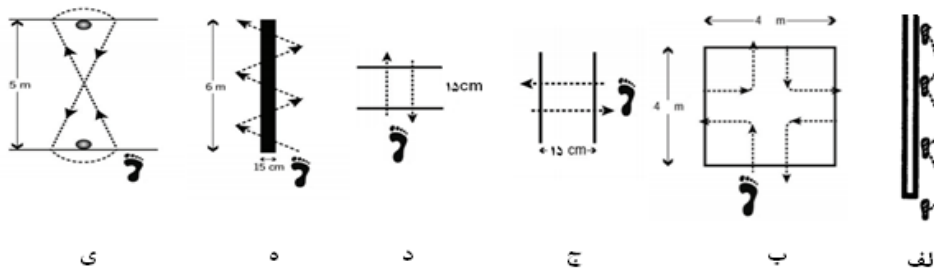
تجربی و گروه کنترل تقسیم شدند. نحوه انتخاب ورزشکاران دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا از طریق تست کلینیکی کشویی قدامی مچ پا و امتیاز بدست آمده از پرسشنامه بی‌ثباتی عملکردی مچ پا^۱ بود. این پرسشنامه دارای روایی ۰/۸۴ پایایی ۰/۸۳ و ۹ سؤال می‌باشد که شدت بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را در هر دو پا مشخص می‌کند. دامنه نمره ثبات عملکردی در مچ پا بین صفر تا ۳۰ می‌باشد و نمره ۲۷ تا ۳۰ نمایانگر سلامت مچ بوده و نمره صفر تا ۲۷ نمایانگر بی‌ثباتی مچ می‌باشد. به‌طوری که هرچه نمره فرد از ۲۷ به صفر کاهش پیدا می‌کند، نشان دهنده شدت بیشتر بی‌ثباتی در مچ پا می‌باشد (تورت و هولم، ۲۰۱۰: ۳۱۷). ما در این تحقیق برای یکسان سازی افرادی که دارای سابقه حداکثر یک سال اخیر پیچ خوردگی در مچ پا و دارای نمره ۱۵ تا ۲۷ پرسشنامه بی‌ثباتی عملکردی بودند را در نظر گرفتیم. در ضمن هیچ کدام آزمودنی‌ها سابقه ای از نقص‌های بینایی، شنوایی و عصبی گزارش نکردند.

تمرینات شامل هاپینگ به طرفین (شکل ۱ ج)، هاپینگ به جلو و عقب (شکل ۱ د)، هاپینگ با حرکت به سمت جلو (شکل ۱ الف)، هاپینگ به شکل مربع (شکل ۱ ب)، هاپینگ به صورت زیگ زاگ (شکل ۱ ه) و هاپینگ به شکل ۸ (شکل ۱ ی) بود که با توجه به تحقیقات قبلی شکل و روش اجرای آنها تعیین شد. (روش وهمکاران، ۲۰۱۰: ۱، نویس وهمکاران، ۱۹۹۱: ۵۱۳، اگیگ وهمکاران، ۲۰۰۱: ۴۷، کافری وهمکاران، ۲۰۰۹: ۷۹۹). آزمودنی‌ها به ترتیب و با تکرار طوری که بین هر ست تمرین ۳۰ ثانیه و بین هر تمرین ۲ دقیقه استراحت می‌کردند تمرینات را انجام می‌دادند (راید و همکاران، ۲۰۰۷: ۳۳۷). این پروتکل تمرینی شامل سه جلسه در هفته با دامنه حجم تمرینی ۷۰ تا ۱۳۰ تماس پا با زمین برای هر جلسه بود (پینتر، ۱۹۹۴: ۱، میلر وهمکاران، ۲۰۰۶: ۴۵۹). سرعت انجام تمرینات با توجه به تحقیقات قبلی ۲ هرترز در نظر گرفته شد (راتالین، ۲۰۱۱: ۲۱۵۵) که توسط یک مترونوم ریتم یا همان سرعت انجام تمرینات تنظیم می‌شد. شدت تمرین در هفته‌ها با افزایش تعداد تمرین و همچنین با محدود کردن دست‌ها یعنی از حالت آزاد به دست‌ها روی سینه و سپس دست‌ها پشت سر افزایش یافت (راتالین، ۲۰۱۱: ۲۱۵۵، دیهرپولسن، ۱۹۹۱: ۲۸۷). پیشرفت تمرینات به این صورت بود که ابتدا اشکال مختلف تمرین به صورت دو پا و در هفته‌های بعد با به دست آوردن قابلیت اجرا به صورت یک پا انجام می‌شد. همچنین شدت تمرینات تا هفته پنجم افزایش و در هفته ششم این شدت کاهش پیدا می‌کرد تا خستگی در طی پس آزمون SEBT ایجاد نشود (اوسبورن و ریزو، ۲۰۰۳: ۱۱۴۵). (جدول ۱)

¹. Cumberland Ankle Instability Tool

جدول ۱. برنامه تمرینی انجام شده در طول شش هفته

هفته	حجم تمرین	تمرین	ست × تکرار
۱	۷۰	هایپنگ به طرفین با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۳
		هایپنگ به جلو و عقب با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
		هایپنگ با دو پا با حرکت به سمت جلو (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
۲	۹۰	هایپنگ به طرفین با دو پا (دست‌ها روی سینه)	۱۵×۲
		هایپنگ به جلو و عقب با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
		هایپنگ با دو پا با حرکت به سمت جلو (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
۳	۱۰۰	هایپنگ به طرفین با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۵×۴
		هایپنگ به طرفین با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰×۳
		هایپنگ به جلو و عقب با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
۴	۱۱۰	هایپنگ با دو پا با حرکت به سمت جلو (دست‌ها روی سینه)	۱۰×۳
		هایپنگ به صورت زیگ زاگ با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
		هایپنگ به طرفین با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰×۲
۵	۱۲۰	هایپنگ به جلو و عقب با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰×۲
		هایپنگ با یک پا با حرکت به سمت جلو (دست‌ها آزاد)	۱۰×۳
		هایپنگ به صورت زیگ زاگ با یک پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
۶	۱۳۰	هایپنگ به شکل مربع با دو پا (دست‌ها آزاد)	۱۰×۲
		هایپنگ به طرفین با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰×۲
		هایپنگ به جلو و عقب با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰×۲
۷	۱۳۰	هایپنگ با یک پا با حرکت به سمت جلو (دست‌ها روی سینه)	۳×۱۰
		هایپنگ به صورت زیگ زاگ با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۲×۱۰
		هایپنگ به شکل مربع با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۲×۱۰
۸	۱۳۰	هایپنگ به صورت زیگ زاگ با یک پا (دست‌ها پشت سر)	۱۰×۲
		هایپنگ به شکل مربع با یک پا (دست‌ها روی سینه)	۱۰×۲
		هایپنگ با یک پا به شکل ۸ (دست‌ها آزاد)	۲×۱۰



شکل ۱. تمرینات هایپینگ

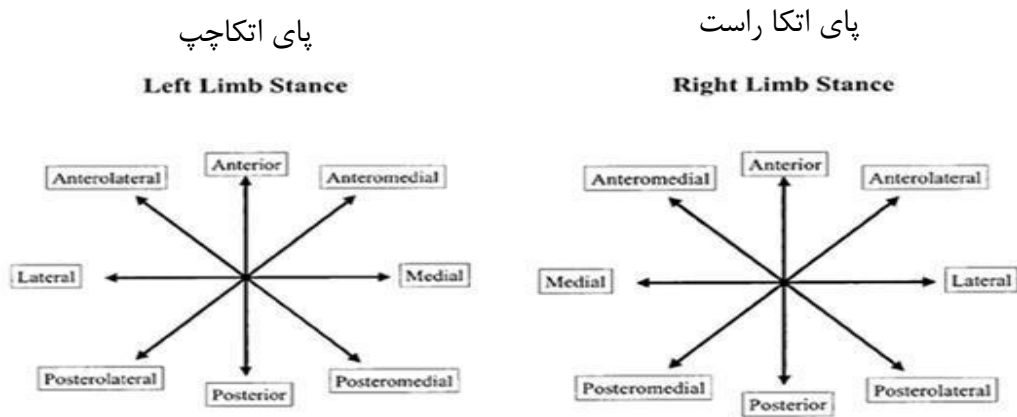
از آزمون تعادلی گردش روی ستاره^۱ (SEBT) جهت ارزیابی تعادل پویا استفاده شد. کنیزیوآرمسترانگ (۱۹۹۸) و همچنین هرتل (۲۰۰۴)^۲ در مطالعاتشان بین آزمونگر (ICC=0.67-0.87 و ICC=0.81-0.96) پایایی قوی را گزارش کرده‌اند (اوسبورن و ریزو، ۲۰۰۳: ۱۱۴۵، اولمستد و هرتل، ۲۰۰۴: ۵۴). اولمستد^۳ (۲۰۰۳) در بررسی‌هایش نتیجه گرفت که SEBT یک آزمون ساده، ارزان، سریع و دارای روایی و پایایی است که نیاز به تجهیزات مخصوص ندارد و توانایی عملکردهای حرکتی، اجراهای عملکردی اندامهای تحتانی در جهت‌های مختلف و کنترل تعادل را نشان می‌دهد (اولمستد و هرتل، ۲۰۰۴: ۵۴). در این آزمون هشت جهت به صورت ستاره بر روی زمین رسم می‌شوند که با زاویه ۴۵ درجه نسبت به هم قرار می‌گیرند (شکل ۲). به منظور اجرای این تست و نرمال کردن داده‌ها، طول پا یعنی از خار خاصره فوقانی قدامی تا قوزک داخلی اندازه‌گیری می‌شود (گریبل و کامینسکی، ۲۰۰۳: ۴۶) پس از توضیحات لازم در خصوص نحوه اجرای تست توسط آزمونگر، هر آزمودنی شش بار این آزمون را اجرا می‌کند تا به این ترتیب اثر یادگیری تعدیل شود. هم‌چنین قبل از شروع آزمون پای آسیب دیده آزمودنی‌ها تعیین شد تا در صورتی که پای راست آسیب دیده باشد، تست در خلاف جهت عقربه‌های ساعت انجام شود و اگر پای چپ آسیب دیده بود تست در جهت عقربه‌های ساعت انجام شود (گریبل و هرتل، ۲۰۰۳: ۸۹).

آزمودنی با یک پا در مرکز ستاره قرار می‌گیرد و با پای دیگر عمل دستیابی را بدون خطا (خطاها: حرکت پا از مرکز ستاره، تکیه در نقطه تماس خط ستاره توسط پای دیگر و افتادن شخص)، در هشت جهت ستاره، جهت‌ها به صورت تصادفی توسط آزمونگر تعیین می‌شود، انجام می‌دهد. فاصله محل تماس پای آزاد تا مرکز ستاره، فاصله دستیابی می‌باشد. هر آزمودنی هر یک از جهت‌ها را سه بار انجام می‌دهد و در نهایت میانگین آن‌ها محاسبه، بر اندازه طول پا بر حسب سانتی‌متر تقسیم و سپس در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود تا فاصله دستیابی بر حسب درصدی از اندازه طول پا بدست آید (گریبل و هرتل، ۲۰۰۳: ۸۹).

¹ Star excursion balance test

² Hertel

³ Olmsted



شکل ۲. جهات دسترسی در تست گردش روی ستاره

یافته‌های تحقیق

نتایج تحقیق بهبود معناداری را در فاصله دستیابی تست ستاره گروه تجربی نسبت گروه کنترل پس از ۶ هفته تمرینات هایپینگ نشان داد. همچنین نتایج تحقیق همچنین بیانگر این است که در گروه تمرینات هایپینگ بیشترین تأثیر تمرینات برتریب در جهات قدامی داخلی (۵.۵٪)، خارجی (۴.۷٪)، قدامی (۳.۷٪)، خلفی داخلی (۳.۷٪)، قدامی خارجی (۲.۸٪)، داخلی (۲.۵٪)، خلفی (۲.۱٪)، خلفی خارجی (۱.۹٪) بود. ($p > 0.05$) (جدول ۳)

جدول ۲. ویژگی‌های فردی دو گروه کنترل و تجربی

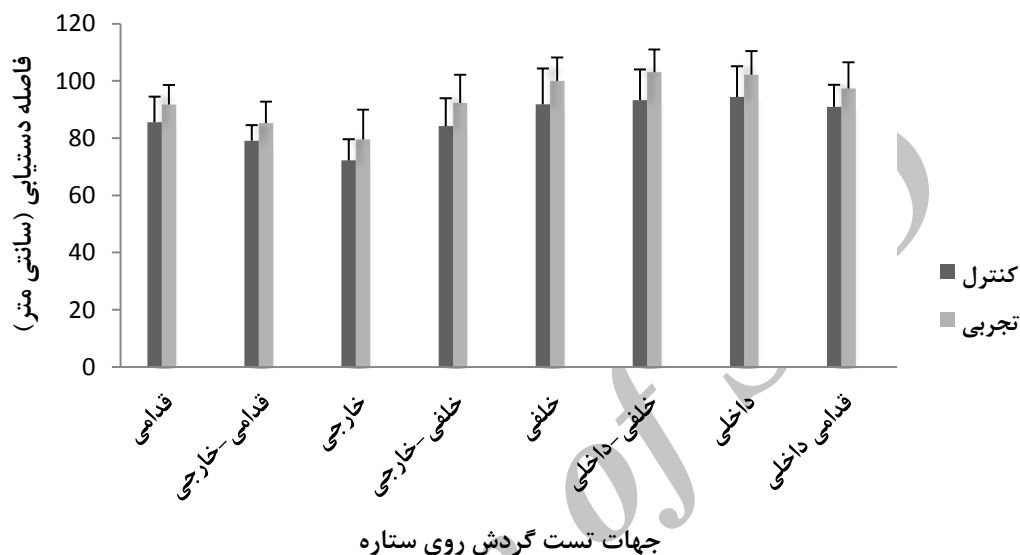
گروه‌ها	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	نمره بی ثباتی مچ پا
کنترل	۱۸۱/۷±۸/۰۸	۷۴/۵۳±۱۰/۰۶	۲۲±۱/۴۱	۱۹/۹۳±۲/۰۵
تجربی	۱۸۰/۲±۸/۶	۷۳/۳۸±۱۳/۱۱	۲۲/۳۳±۱/۵۴	۲۰/۰۶±۲/۶۳

جدول ۳. نتایج آزمون تی وابسته در دو گروه

جهت‌های دستیابی	تجربی		کنترل		سطح معناداری
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	
قدامی	۸۸/۰۶±۷/۵۸	۹۱/۷۶±۶/۸۵	۸۵/۶۲±۸/۸۵	۸۵/۶۱±۸/۹۳	۰/۸۲۰
قدامی - خارجی	۸۲/۴۵±۸/۸۹	۸۵/۲۸±۷/۷۴	۷۹/۵۰±۵/۴۸	۸۰/۳۱±۵/۷۴	۰/۲۳۵
خارجی	۷۴/۷۴±۱۱/۳۹	۷۹/۵۱±۱۰/۴۸	۷۲/۱۶±۷/۴۷	۷۱/۱۳±۷/۳۹	۰/۱۲۹
خلفی - خارجی	۹۰/۳۴±۹/۴۵	۹۲/۳۳±۹/۸۰	۸۴/۴۷±۹/۱۵	۸۴/۲۴±۹/۷۲	۰/۴۲۱
خلفی	۸۹/۹۷±۷/۰۶	۱۰۰±۸/۲۳	۹۱/۹۷±۱۲/۴۱	۹۲/۱۱±۱۲/۴۶	۰/۹۶۷
خلفی - داخلی	۹۹/۳۳±۵/۶۸	۱۰۳/۰۶±۷/۹۶	۹۳/۳۳±۱۰/۷۵	۹۳/۳۰±۱۰/۷۲	۰/۷۶۰
داخلی	۹۹/۵۹±۸/۳۳	۱۰۲/۱۱±۸/۳۸	۹۴/۳۲±۱۰/۹۰	۹۳/۷۶±۱۰/۸۲	۰/۱۲۰
قدامی - داخلی	۹۱/۸۳±۸/۹۶	۹۷/۳۵±۹/۱۲	۸۹/۸۱±۸/۱۸	۹۰/۹۷±۷/۷۴	۰/۱۵۱

جدول ۴. نتایج آزمون تی مستقل بین دو گروه

جهت	قدامی	قدامی- خارجی	خارجی	خلفی - خارجی	خلفی	خلفی- داخلی	داخلی	قدامی- داخلی
سطح معناداری	۰/۰۴۴	۰/۰۱۹	۰/۰۳۸	۰/۰۳۱	۰/۰۴۶	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸	۰/۰۴۸
مقدار t	-۲/۱۱۷	-۲/۵۰۲	-۲/۱۸۸	-۲/۲۶۸	-۲/۰۹۹	-۲/۸۲۰	-۲/۱۸۲	-۲/۰۶۶



شکل ۳. مقایسه نتایج پس از آزمون دو گروه تجربی و کنترل

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرینات هایپینگ بر روی تعادل پویای ورزشکاران دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا در مقایسه با گروه کنترل بود. با توجه به نتایج این پژوهش، پس از اعمال برنامه تمرین هایپینگ تفاوت معناداری در تعادل پویای ورزشکاران پسر جوان دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا با گروه کنترل مشاهده شد ($P \leq 0.05$). نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش‌های آنگویس (۲۰۱۰)، مک کوپین و همکاران (۲۰۰۸)، هانگ و لین (۲۰۱۱)، تویست و همکاران (۲۰۰۸) و میر و همکاران (۲۰۰۶) همسو بوده است که نشان دادند تمرینات هایپینگ و برنامه تمرینی پلايومتریك مشتمل بر حرکات هایپینگ می‌تواند منجر به بهبود در تعادل افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا شود.

منابع مختلف از تمرینات هایپینگ به عنوان یکی از تمرینات افزایش دهنده سازگاری عصبی عضلانی و قدرت عضلات اندام تحتانی نام برده شده است (کویتون و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۰۷، جونز و وات، ۱۹۷۱: ۷۰۹). شاید یکی از دلایل احتمالی بهبود تعادل، پس از شرکت در تمرین هایپینگ بهبود سازگاری عصبی و عضلانی و احتمالاً افزایش قدرت عضلات درگیر در عمل دستیابی در آزمون SEBT باشد. قدرت عضلات احاطه کننده مفصل و هم انقباضی آن‌ها جهت تثبیت مفاصل اندام تحتانی، همراه با فعالیت گیرنده های عمقی و کنترل عصبی-عضلانی به منظور حفظ تعادل هنگام دستیابی در جهات مختلف و کسب بیشترین فاصله از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کویتون و همکاران بیان می‌دارند که تمرین هایپینگ باعث

سازگاری‌های عصبی و عضلانی می‌شود که اجرای سریعتر و توانمندتر حرکات را تسهیل کرده و عملکرد آنها را افزایش می‌دهد (کویتون و همکاران، ۲۰۰۲).

در تمرینات هایپینگ، فرد باید به هنگام فرود، تعادل خود را حفظ نماید که با سخت‌تر شدن تمرینات، این نیاز بیشتر می‌شود. بنابراین در اجرای موفق تمرینات هایپینگ دستگاه عصبی-عضلانی، با تحمل فشارهای زیادتر مواجه می‌گردد که همین مکانیسم احتمالا می‌تواند موجب کسب تعادل پویای بهتر شود (لدرمن، ۲۰۱۰). اثر تمرین بر عملکرد، بستگی به فاکتورهای مختلفی از جمله، میزان بار^۱ وارده ناشی از اثر تمرین بر عملکرد، اثر اختصاصی تمرین بر عملکرد و اثر تمرین بر یادگیری عملکرد دارد (کویتون و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۰۷). با وجود آنکه در برنامه تمرینی مورد نظر موضوع اصل شدت بار در هفته‌های متوالی در نظر گرفته شد اما بکارگیری تمرینات هایپینگ با شدت‌های مختلف در تحقیقات دیگر می‌تواند موجب شناسایی بهتر اثرات این نوع تمرینات باشد.

همواره این نکته مورد توجه بوده است که مکانیسم اثر بخشی تمرینات هایپینگ در مقایسه با سایر روش‌های تمرینی در چیست؟ به نظر می‌رسد که در تمرینات هایپینگ علاوه بر عناصر انقباضی عضلات که تارهای عضلانی هستند بخش‌های غیر انقباضی نیز بکار گرفته می‌شوند. در این صورت کشش مجموعه اجزای کشسانی هنگام انقباض عضلانی، انرژی کششی نهفته‌ای شبیه انرژی یک فنر کشیده به وسیله تارهای عضلانی، افزوده می‌شود، این عمل در حرکات هایپینگ قابل مشاهده است. وقتی عضله به سرعت کشیده می‌شود، مجموعه اجزای کشسانی نیز کشیده می‌شوند و بخشی از نیروی کششی را به شکل انرژی کششی نهفته ذخیره می‌کنند (دودا، ۱۹۹۸). آزاد شدن این انرژی کششی که به وسیله بازتاب کششی عضله ایجاد می‌شود، در مرحله انقباض درون گرا یا مرحله غلبه عضله بر مقاومت بیرونی انجام می‌شود. در تمرین هایپینگ عضله، نیرومندتر و سریعتر از زمان‌هایی که کشش ابتدایی وجود ندارد، منقبض می‌شود. هر چه سرعت پیش کشش بیشتر باشد، انقباض درونگرا نیز نیرومندتر خواهد بود (سینتیا، ۲۰۰۴).

نتایج تحقیق همچنین بیانگر این است که در گروه تمرینات هایپینگ بیشترین تاثیر تمرینات بر ترتیب در جهات قدامی داخلی (۵.۵٪)، خارجی (۴.۷٪)، قدامی (۳.۷٪)، خلفی داخلی (۳.۷٪)، قدامی خارجی (۲.۸٪)، داخلی (۲.۵٪)، خلفی (۲.۱٪)، خلفی خارجی (۱.۹٪) مشاهده شده است. در بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، درمان با به چالش کشیدن تعادل، عملا حذف علائم بی‌ثباتی و همچنین به طور قابل توجهی تغییر در شروع فعالیت عضلانی^۲ انجام می‌شود. هنگامی که با یک پا از یک طرف به طرفی دیگر هایپینگ را انجام می‌دهید و سپس ناگهان می‌ایستید، بدن در حال نوسان است تا زمانی که به تعادل ایستا برسد. این نشان دهنده سازماندهی زمان بین تعادل ایستا و پویا است و در نتیجه تعادل را به چالش می‌کشد. میزان انتقال^۳ نشان دهنده زمانی است که طول می‌کشد تا ورودی‌های حسی^۴ به منطقه حرکتی مرکزی برسند، برای پردازش این اطلاعات، تصمیم‌گیری درباره فعالیت و زمانی که دستورات حرکتی به عضلات برسند (زمان عکس العمل) طول می‌کشد. همچنان که شامل مدت زمان لازم برای کامل کردن همه نیازهای قامتی و مشاهده اجرای حرکات برای تکلیف متعاقب است. عناصر مختلف درون این زنجیره حوادث در کسری از ثانیه، خیلی سریع که قابل اندازه‌گیری با وسایل آزمایشگاهی

¹. Load

². Muscle onset time

³. Transition rate

⁴. Input

⁵. Central motor areas

نیست طول می کشد. اگر این عمل (هایپنگ) برای چندین بار تکرار شود سازماندهی تعادل ایستا به صورت پیشرونده و با سرعت بیشتر کنترل می شود و همچنین با توجه به مطالعات پیشین این نوع از تمرینات که مکانیسم کشش-کوتاه شدن دارند باعث بهبود و تغییر در شروع فعالیت عضلانی می شوند و ممکن است به صورت غیر مستقیم بر روی فید فوروارد^۱ نیز تأثیر داشته باشند. این مورد یکی از مکانیسم هایی است که امروزه در درمان و پیشگیری از بی ثباتی عملکردی مچ پا به آن توجه شده است (لدرمن، ۲۰۱۰). در تعادل ایستا، با ایستادن روی یک پا زمانی که به فرد گفته شود هایپنگ را انجام دهد به یک روش ارزیابی تعادل پویا تبدیل می شود و با اضافه کردن جهات عقب و جلو، چپ و راست و مورب به آن می توان تعادل پویا را بیشتر به چالش کشید (لدرمن، ۲۰۱۰).

با توجه به یافته های پژوهش که تفاوت معناداری میان تعادل پویای ورزشکاران مبتلا به ناپایداری پس از اعمال برنامه تمرینات هایپنگ را نشان می دهد می توان نتیجه گرفت که تمرینات هایپنگ باعث بهبود تعادل پویا می شود. طراحی برنامه تمرینی در راستای تقویت تعادل به عنوان ابزاری مناسب برای پیشگیری از آسیب مجدد و بازگشت ایمن تر و سریعتر ورزشکار به صحنه ورزش است. از آنجایی که افراد دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا دچار ضعف در حس عمقی، قدرت و تعادل هستند برنامه تمرینی هایپنگ که نیاز به پرش و فرود به روی دو پا و یک پا بدون از دست دادن تعادل در جهات فروناتال و ساجیتال دارد می تواند موجب بهبود در عملکرد تعادلی شود (هولم و همکاران، ۲۰۰۹: ۳۱۷) ضمن آنکه قابلیت به کارگیری این برنامه در تمرینات ورزشی، سادگی و کم هزینه بودن و آموزش پذیری که از ویژگی های تمرینات هایپنگ محسوب می شود امکان پیشگیری از خطر آسیب را برای ورزشکاران فراهم می آورد.

منابع:

۱. کبری، محمد. کریمی، حسین. فراهینی، حسین. فقیه زاده، سقراط (۱۳۸۲). «بررسی شاخص های استاتیک و دینامیک اختلال تعادل ناشی از کشیدگی ضربه ای یکطرفه درجه یک و دو لیگامان های خارجی مچ پا». مجله علوم پزشکی مدرس ۶ (۲): ۳۲-۲۳.
۲. جک اچ، ویلمور، دیوید ال، کاستیل (۱۳۷۸). *فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی*. جلد اول، ترجمه ضیاء معینی، فرهاد رحمانی نیا، حمید رجیبی، حمید آقاعلی نژاد و فاطمه اسلامی، انتشارات مبتکران.
3. Ageberg, E., Zätterström, R., Fridén, T., & Moritz, U. 2001. Individual factors affecting stabilometry and one-leg hop test in 75 healthy subjects, aged 15–44 years. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 11(1), 47-53.
4. Anguish, B. M. 2010. *The Effects of a Randomized Four-week Dynamic Balance Training Program on Individuals with Chronic Ankle Instability*. West Virginia University Libraries.
5. Buchanan, A. S., Docherty, C. L., & Schrader, J. 2008. Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group. *Journal of athletic training*, 43(4), 342.

¹. Feed forward

6. Caffrey, E., Docherty, C. L., Schrader, J., & Klossner, J. (2009). The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *J orthop Sports physTher*, 39(11), 799-806.
7. Coughlan, G., & Caulfield, B. 2007. A 4-week neuromuscular training program and gait patterns at the ankle joint. *Journal of athletic training*, 42(1), 51.
8. Cynthia, A. 2004. The effects of strength and plyometric training on joint position, joint moments and joint stiffness at the knee. Dissertation [dissertation] Faculty of Brigham young university (Canada).
9. Docherty, C. L., Arnold, B. L., Gansneder, B. M., Hurwitz, S., & Gieck, J. 2005. Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *Journal of athletic training*, 40(1), 30.
10. Duda, M. 1988. Plyometrics: A Legitimate Form of Power Training? *Physician and Sportsmedicine*, 16(3), 213-216, 218.
11. Dyhre-Poulsen, P., Simonsen, E. B., & Voigt, M. 1991. Dynamic control of muscle stiffness and H reflex modulation during hopping and jumping in man. *The Journal of Physiology*, 437(1), 287-304.
12. Fong, D. T. P., Hong, Y., Chan, L. K., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. 2007. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Medicine*, 37(1), 73-94.
13. Funase, K., Higashi, T., Sakakibara, A., Imanaka, K., Nishihira, Y., & Miles, T. 2001. Patterns of muscle activation in human hopping. *European journal of applied physiology*, 84(6), 503-509.
14. Giza, E., Fuller, C., Junge, A., & Dvorak, J. 2003. Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer. *The American journal of sports medicine*, 31(4), 550-554.
15. Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Measurement in physical education and exercise science*, 7(2), 89-100.
16. Gribble, P., & Kaminski, T. 2003. The star excursion balance test as a measurement tool. *AthlTher Today*, 8(2), 46-47.
17. Hiller, C. E., Refshauge, K. M., Bundy, A. C., Herbert, R. D., & Kilbreath, S. L. 2006. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(9), 1235-1241.
18. Holm, I., Tveter, A. T., Fredriksen, P. M., & Vøllestad, N. 2009. A normative sample of gait and hopping on one leg parameters in children 7-12 years of age. *Gait & posture*, 29(2), 317-321.
19. Huang, P., & Lin, C. 2010. Effects of Balance Training Combined with Plyometric Exercise in Postural Control: Application in Individuals with Functional Ankle Instability. Paper presented at the 6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010). August 1-6, 2010 Singapore.
20. Jones, G. M., & Watt, D. 1971. Observations on the control of stepping and hopping movements in man. *The Journal of Physiology*, 219(3), 709-727.

21. Kuitunen, S., Avela, J., Kyröläinen, H., Nicol, C., & Komi, P. 2002. Acute and prolonged reduction in joint stiffness in humans after exhausting stretch-shortening cycle exercise. *European journal of applied physiology*, 88(1), 107-116.
22. Kynsburg, A., Halasi, T., Tallay, A., & Berkes, I. 2006. Changes in joint position sense after conservatively treated chronic lateral ankle instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(12), 1299-1306
23. Lederman, E. 2010. *Neuromuscular rehabilitation in manual and physical therapies: principles to practice*: Churchill Livingstone.
24. Marsh, D. W., Richard, L. A., Williams, L. A., & Lynch, K. J. 2004. The relationship between balance and pitching error in college baseball pitchers. *Journal of strength and conditioning research*, 18(3), 441-446.
25. Mckeon, P., Ingersoll, C., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B., & Hertel, J. 2008. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 40(10), 1810.
26. Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., & Michael, T. J. 2006. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 459-465.
27. Morrison, K. E., & Kaminski, T. W. 2007. Foot characteristics in association with inversion ankle injury. *Journal of athletic training*, 42(1), 135.
28. Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. 2006. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 20(2), 345.
29. Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. 1991. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American journal of sports medicine*, 19(5), 513-518.
30. Olmsted, L. C., & Hertel, J. 2004. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 13(1), 54-66.
31. Osborne, M. D., & Rizzo, J. T. D. 2003. Prevention and treatment of ankle sprain in athletes. *Sports Medicine*, 33(15), 1145-1150.
32. Painter, M. 1994. Developmental sequences for hopping as assessment instruments: A generalizability analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, 65, 1-1.
33. Rantalainen, T., Hoffrén, M., Linnamo, V., Heinonen, A., Komi, P., Avela, J., et al. 2011. Three-month bilateral hopping intervention is ineffective in initiating bone biomarker response in healthy elderly men. *European journal of applied physiology*, 111(9), 2155-2162.
34. Reid, A., Birmingham, T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K., & Giffin, J. R. 2007. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical therapy*, 87(3), 337-349.
35. Ross, S. E., & Guskievicz, K. M. 2006. Effect of coordination training with and without stochastic resonance stimulation on dynamic postural stability of subjects with

- functional ankle instability and subjects with stable ankles. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(4), 323-328.
36. Roush, J., DoVico, K., Fairchild, S., McGriff, K., & Bay, R. 2010. The Effect of Quality of Movement on the Single Hop Test in Soccer Players Aged 15-16 Years. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 8(2), 1-8.
37. Tveter, A. T., & Holm, I. 2010. Influence of thigh muscle strength and balance on hop length in one-legged hopping in children aged 7-12 years. *Gait & posture*, 32(2), 259-262.
38. Twist, C., Gleeson, N., & Eston, R. 2008. The effects of plyometric exercise on unilateral balance performance. *Journal of sports sciences*, 26(10), 1073-1080.

به این مقاله این گونه استناد کنید:

کریمی زاده اردکانی، محمد، علیزاده، محمدحسین و ابراهیمی تکامجانی، اسماعیل (۱۳۹۱). «اثر شش هفته تمرینات هایپینگ بر روی تعادل پویای ورزشکاران دارای بی ثباتی عملکردی مچ پا» پژوهش‌های مدیریت ورزشی و علوم حرکتی، ۲ (۴)، ۱۵۱-۱۳۹.

Archive of SID