طب ورزشی ـ بهار و تابستان ۱۳۹۴
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۱، ص : ۵۷- ۶۸
تاریخ دریافت : ۱۹ / ۰۱ / ۹۲
تاریخ پذیرش : ۲۸ / ۰۳ / ۹۲

بررسی تغییرات توزیع نیرو و نوسانات مرکز فشار در زنان با و بدون سندروم درد پاتلوفمورال در وضعیت ایستا

علی یلفانی*[۱] – زهرا رئیسی[۲]
۱.دانشیار، گروه آسیب شناسی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران،۲.دانشجوی دکتری، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان،ایران

چکیده
سندروم درد پاتلوفمورال یکی از متداول‌ترین آسیب‌های زانو در سنین جوانی است. با توجه به انتخاب راهبردهای مختلف توسط افراد هنگام بروز درد، هدف از این مطالعه دستیابی به پاسخ این پرسش است که وجود درد یکطرفهٔ پاتلوفمورال توزیع نیروی بین دو پا و نوسانات مرکز فشار را چگونه تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ برای این منظور دوازده زن مبتلا به درد یکطرفهٔ پاتلوفمورال و دوازده زن بدون سابقهٔ هیچ‌گونه درد در اندام تحتانی، همگن‌شده با گروه مبتلا در این تحقیق شرکت کردند. شاخص‌های انحراف استاندارد نوسانات قدامی خلفی (SD_{AP})، انحراف استاندارد نوسانات داخلی خارجی (SD_{ML})، میانگین سرعت نوسانات، طول مسیر جابه‌جایی مرکز فشار، محدودهٔ نوسانات، طول محور مینور، طول محور ماژور، نیرو و شاخص تقارن (SI) ارزیابی شد. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که سندروم درد پاتلوفمورال بر توزیع متقارن نیرو بر روی دو پا در حالت ایستادهٔ ساکن در افراد مبتلا تأثیر گذاشت و متعاقب آن بیشترین تأثیر در نوساناتِ پاسچرالِ این افراد در جهت داخلی - خارجی (۲۱/۶۴±۱۹/۱۲) دیده شد. از کلیهٔ شاخص‌های مورد بررسی تنها طول مسیر جابه‌جایی مرکز فشار در دو گروه تفاوت معناداری را نشان نداد (P=۰/۴). افزایش نیروی متحمل‌شده بر روی پای سالم در افراد مبتلا به درد یکطرفهٔ زانو در درازمدت می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری را به پای سالمِ این افراد وارد کند، بنابراین در برنامه‌های توانبخشی علاوه‌بر ارائهٔ راهکارهای تقویتی سازوکارهای درگیر در تعادل، باید به‌صورت ویژه پای سالم در افراد مبتلا به درد یکطرفهٔ پاتلوفمورال را در نظر داشت.

واژه‌های کلیدی
تعادل، توزیع نیرو، درد، سندروم پاتلوفمورال، مرکز فشار.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۸۳۱۵۵۴۷۸ Email:Ali_yalfani@yahoo.com

مقدمه

سندروم درد پاتلوفمورال یکی از شایع‌ترین آسیب‌های زانو در سنین جوانی است، که میزان شیوع آن در زنان بیشتر از مردان گزارش شده است (۱). ریسک‌فاکتورهای مختلفی در مطالعات انجام‌گرفته برای ابتلا به سندروم درد پاتلوفمورال پیشنهاد شده است که از جمله می‌توان به ویژگی‌های دموگرافیکی (سن، قد و وزن بدن)، میزان فعالیت بدنی، بدراستایی اندام تحتانی، ضعف یا کوتاهی عضلات اندام تحتانی، زاویهٔ Q افزایش‌یافته و عدم تعادل در زمان شروع به فعالیت عضلهٔ پهن داخلی نسبت به پهن خارجی اشاره کرد (۲،۳،۷،۸،۲۵). محققان افزایش میزان شیوع سندروم درد پاتلوفمورال در زنان نسبت به مردان را با وجود تفاوت‌های آناتومیکی و بیومکانیکی بسیاری از جمله تفاوت در اندازهٔ زاویهٔ Q، با همترازی پویا در صفحهٔ فرونتال و قدرت عضلات اندام تحتانی مرتبط می‌دانند (۴،۱۴،۱۷). در مقایسه با مردان، زنان در اندازهٔ زاویهٔ Q در حالت ایستا، اندازهٔ زاویهٔ والگوس زانو در حالت پویا، زاویهٔ چرخش داخلی هیپ، گشتاور اداکشن هیپ و گشتاور والگوس زانو افزایش و در میزان زاویهٔ فلکشن زانو در حالت پویا کاهش نشان دادند (۱۴،۱۸)، علاوه‌بر این در میزان قدرت عضلات، زنان به‌طور معناداری در قدرت عضلات چهارسر، چرخاننده‌های خارجی هیپ، اکستنسورها و ابداکتورهای هیپ نسبت به مردان کاهش نشان دادند (۸،۱۷،۲۲). شواهد علمی نشان می‌دهد آسیب‌ها، بیماری‌ها، درد و ضعف عضلانی سبب تغییر در سیستم حسی عمقی آوران یا تغییر در اطلاعات حس عمقی می‌شوند که بر کنترل پاسچر اثر منفی می‌گذارند (۱۲). یکی از آثار منفی تداخل در کنترل پاسچر افزایش نوسانات پاسچر ناشی از درد است که بیماران را مستعد آسیب‌های بیشتر و ناتوانی در عملکرد می‌کند.

در همین راستا، نتایج تحقیق هیراتا و همکاران (۲۰۱۱) با القای درد در عضلات اکستنسور زانوی راست افراد هنگام ایستادن‌های ثابت و آرام نشان دادند که در زمان بروز درد، عضلات قادر به ارائهٔ خروجی حرکتی مشابه در مقایسه با زمانی‌که از درد رها هستند، نیستند (۱۱،۱۳). احساس درد، با تغییر در تعداد واحدهای فعال عضله و ایجاد اختلال در حس عمقی مفصل موجب تغییر فعالیت هنگام انجام وظایف عملکردی می‌شود و احتمالاً بی‌ثباتی مفصل را در پی خواهد داشت (۱۰).

از طرف دیگر، افراد مبتلا به بیماری راهبردهای مختلفی را هنگام درد انتخاب می‌کنند. اگرچه برخی محققان معتقدند که تفاوتی در نوسانات پاسچر بین افراد سالم و مبتلا به درد یکطرفهٔ زانو وجود ندارد (۹)، شواهد علمی نیز نشان می‌دهد درد یکطرفهٔ زانو موجب جابه‌جایی‌ها و نوسانات بیشتر پاسچر می‌شود که بر تعادل افراد و درنهایت عملکرد آنان اثر منفی می‌گذارد (۱۰،۱۱،۲۱).

به‌نظر می‌رسد احساس درد یکطرفهٔ زانو افزایش جابه‌جایی‌ها را هنگام ایستادن به‌دنبال داشته باشد، زیرا فرد تلاش می‌کند با توزیع جدید نیرو یا تغییر جهت نیرو، اولاً بار توزیع‌شده را تغییر داده و از این طریق درد را کاهش دهد و از سوی دیگر اطلاعات حسی عمقی بیشتری را به سیستم عصبی مرکزی بفرستد. این استقرار نامتقارن ممکن است راهبردهای اسکلتی – عضلانی جبرانی را ایجاد کند و موجب تغییرات در گشتاور داخلی مفصل شود و این امر ممکن است درنهایت به تغییرات در تجزیه‌وتحلیل نوسانات مرکز فشار برای جلوگیری از، از دست دادن ثبات پاسچر منجر شود. هدف از تحقیق حاضر پاسخ به این پرسش است که وجود درد یکطرفهٔ پاتلوفمورال بر تفاوت توزیع نیرو بین دو پا و نوسانات مرکز فشار در حالت ایستادهٔ ساکن در مقایسه با افراد سالم چگونه تأثیر می‌گذارد؟

روش تحقیق

شرکت‌کنندگان

دوازده زن مبتلا به درد یکطرفهٔ پاتلوفمورال با مشخصات سن ۲/۵۲±۲۳/۷۵ سال، وزن ۳/۷۲±۵۶/۵۲ کیلوگرم و قد ۶/۸۴±۱۶۲/۰۸ سانتی‌متر و دوازده زن بدون هیچ‌گونه سابقهٔ درد در اندام تحتانی با میانگین سن ۲/۳۹±۲۳/۹۱ سال، وزن ۶/۲۹±۵۵/۷۹ کیلوگرم و قد ۵/۶۱±۱۶۰/۵۴ سانتی‌متر همگن‌شده با گروه مبتلا، در این مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق برای افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال عبارت بود از: سن بین ۴۰-۲۰ سال، ابتلا به درد یکطرفهٔ پاتلوفمورال (کلیهٔ شرکت‌کنندگان انتخاب‌شده در پای چپ خود به سندروم درد پاتلوفمورال مبتلا بودند)، حداقل مدت زمان ابتلا به درد شش ماه، مثبت بودن نشانه‌های کلینیکی سندروم درد پاتلوفمورال (تست‌های اپری هنشن پاتلا، کلارک، درد اطراف و پشت پاتلا، کریپتاسیون)، نداشتن سابقهٔ جراحی و تروما در اندام تحتانی، داشتن درد در حداقل یکی از موارد نشستن‌های طولانی‌مدت با زانوی خم، بالا رفتن و پایین آمدن از پله، اسکات، انقباض ایزومتریک عضلات چهارسر (۲،۵)، درصورتی‌که بیمار ابتلا به ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی در اندام تحتانی و کف پا مانند نابرابری طول پاها، واروس، والگوس، کف پای صاف و گود، مشکلات بینایی و وستیبولار داشتند، از تحقیق خارج می‌شدند (۲،۲۰). همچنین معیارهای ورود به تحقیق برای افراد گروه کنترل عبارت بود از: سن بین ۴۰-۲۰ سال، نداشتن هیچ‌گونه سابقه یا نشانه‌ای از درد زانو یا ضربه در اندام تحتانی در دو سال گذشته، نداشتن هیچ‌گونه سابقهٔ

بیماری‌های نورولوژیکی، مشکلات اسکلتی عضلانی در اندام تحتانی و کف پا، مشکلات بینایی و وستیبولار. برگهٔ رضایت و شرکت داوطلبانه از کلیهٔ شرکت‌کنندگان پیش از شروع مطالعه گرفته شد.

پروسهٔ آزمایشگاهی

اطلاعات مربوط به شاخص‌های مرکز فشار و توزیع نیرو با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پایی ساخت کمپانی زبریس کشور آلمان به ابعاد ۳۴/۵۴ سانتی‌متر، دارای ۲۵۶۰ سنسور با حساسیت بالا و با نرخ نمونه‌برداری ۵۰ هرتز ثبت شد. نحوهٔ انجام تست: شرکت‌کنندگان با پای برهنه و در وضعیت نرمال، درحالی‌که دست‌ها در کنار بدن آویزان بود، روی صفحهٔ اندازه‌گیری می‌ایستادند.

به‌منظور بالا نگه داشتن سر و جلوگیری از انجام حرکات اضافی، از افراد خواسته شد در طول مدت زمان انجام تست به هدف بینایی مشخص‌شده‌ای که در فاصلهٔ دو متری آنها قرار داده شده بود نگاه کنند. از هر فرد سه بار تست، با مدت زمان انجام هر تست ۲۰ ثانیه گرفته شد و بین تکرارها ۲ دقیقه استراحت به فرد داده می‌شد. میانگین نتایج هر سه تست به‌عنوان نتیجهٔ آزمون برای هر فرد ثبت شد. تست‌ها در آزمایشگاه توانبخشی ورزشیِ دانشگاه بوعلی سینای همدان انجام گرفت.

تجزیه‌وتحلیل آماری

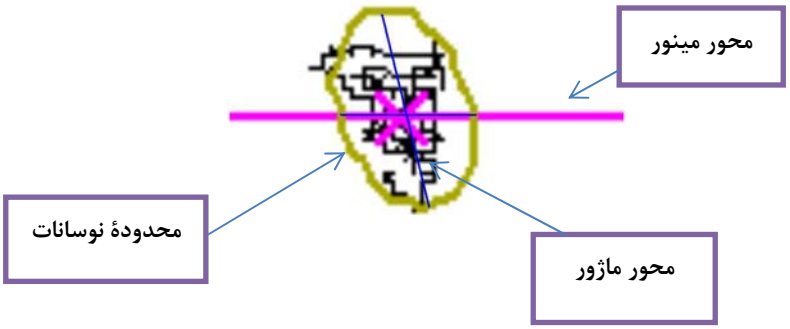
اطلاعات مربوط به نیرو و تغییرات مرکز فشار با استفاده از نرم‌افزار Win FDM-S stance (version 01.02.09) به‌دست آمد (شکل ۱). از شاخص‌های مربوط به سنجش مرکز فشار و بیضی اطمینان ۹۵ درصد برای تعیین میزان تفاوت در تغییرات مرکز فشار محاسبه شد؛ که شاخص‌های سنجش مرکز فشار عبارت بودند از انحراف استاندارد نوسانات قدامی خلفی (SD_{AP})، انحراف استاندارد نوسانات داخلی خارجی (SD_{ML})، میانگین سرعت نوسانات و طول مسیر جابه‌جایی مرکز فشار. شاخص‌های مربوط به بیضی اطمینان ۹۵ درصد نیز عبارت بودند از طول محور مینور، طول محور ماژور و محدودهٔ نوسانات (شکل ۲).

همچنین برای بررسی میزان تقارن[1] در مقدار نیروی واردشده توسط پای مبتلا به درد پاتلوفمورال و پای سالم به زمین از فرمول $SI = \frac{right\ force}{right\ force + left\ force}$ استفاده شد. همچنین نسبت مقدار نیرو در دو قسمت جلو و عقب پا از فرمول $SI = \frac{forward\ force}{forward\ force + backward\ force}$ به‌دست آمد. مقدار

1 . Symmetry Index (SI)

ICC[1] نیز ۰/۸۶ به‌دست آمد که نشان‌دهندهٔ تکرارپذیری خوبی است. برای تعیین تفاوت پارامترهای فشار کف پایی دو گروه نیز از روش آماری تی استیودنت مستقل در سطح ۰/۰۵ استفاده شد.

شکل ۱. محیط نرم‌افزار WinFDM-S stance



شکل ۲. بیضی اطمینان ۹۵ درصد

1 . Intra Correlation Coefficient

نتایج و یافته‌های تحقیق

اطلاعات دموگرافیکی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیکی شرکت‌کنندگان در دو گروه سالم و مبتلا به درد پاتلوفمورال

متغیر	میانگین ± انحراف معیار		
	گروه کنترل	گروه مبتلا	P value
سن (سال)	۲۳/۹۱±۲/۳۹	۲۳/۷۵±۲/۵۲	۰/۷
وزن (کیلوگرم)	۵۵/۷۹±۶/۲۹	۵۶/۵۲±۳/۷۲	۰/۶
قد (سانتی‌متر)	۱۶۰/۵۴±۵/۶۱	۱۶۲/۸±۶/۸۴	۰/۳
شاخص تودهٔ بدنی(کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۶۴±۱/۵۴	۲۱/۵±۱/۴۲	۰/۹

تجزیه‌وتحلیل آماری نتایج به‌دست‌آمده از مقایسهٔ میانگین و انحراف استاندارد نیرو در پای چپ (مبتلا به درد گروه بیمار) و راست و مقدار شاخص تقارن پاها، عدم تقارن بین نیروی توزیع‌شده بین دو پا در گروه مبتلا به درد پاتلوفمورال را نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲. اطلاعات مربوط به درصد توزیع نیرو در هر دو پا و در قسمت‌های جلویی و عقبی هر کدام از پاها

درصد توزیع نیرو / گروه	بین هر دو پا		شاخص تقارن SI	پای راست		شاخص تقارن SI	پای چپ		شاخص تقارن SI
	راست	چپ		جلوی پا	عقب پا		جلوی پا	عقب پا	
مبتلا به درد پاتلوفمورال	۵۵/۸۳± ۷/۶۹	۴۴/۱۶± ۷/۶۹	۰/۵۵	۴۱/۶۲±۱۰/۷۵	۵۸/۳۶±۱۰/۷۶	۰/۴۱	۴۷/۹۷±۱۵/۰۸	۵۲/۰۳± ۱۱/۳۰	۰/۴۷
کنترل	۵۰/۰۴±۲/۹۶	۴۹/۹۵±۲/۹۶	۰/۵۰	۴۵/۰۸±۱۱/۳۰	۵۴/۹۱±۱۱/۳۰	۰/۴۵	۳۹/۰۵±۱۲/۱۷	۶۰/۹۶±۱۲/۱۳	۰/۴۱

شاخص تقارن از فرمول $SI = \frac{right\ force}{right\ force + left\ force}$ محاسبه شد. مقدار ۰/۵ نشان‌دهندهٔ تقارن کامل بین پاها، و SI< ۰/۵ بیانگر وجود درصد بیشتر نیرو در پای چپ بود. نسبت ایده‌آل تناسب نیروها طبق دستورالعمل خود دستگاه در قسمت عقب و جلوی پا ۶۶ به ۳۳ (۶۶/۳۳) است که این نسبت نیز از طریق فرمول $SI = \frac{forward\ force}{forward\ force + backward\ force}$ محاسبه شد.۰/۳۳ =SI نشان‌دهندهٔ وضعیت مطلوب توزیع نیرو بین قسمت جلو و عقب پا و SI›۰/۳۳ بیانگر افزایش نیرو در قسمت پنجه است. شایان ذکر است که مقدار نیرو در کلیهٔ موارد برحسب درصد وزن بدن افراد بود. مقادیر مربوط به شاخص‌های فشار به‌دست‌آمده از نرم‌افزار دستگاه نیز به‌طور کامل در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. مقادیر مربوط به شاخص‌های مرکز فشار دو گروه مبتلا به درد و کنترل

شاخص‌های مرکز فشار	گروه: مبتلا به درد پاتلوفمورال	گروه: کنترل	P-Value
بیضی اطمینان ۰/۹۵	طول محور مینور (میلی متر)	۱۰/۷۹± ۶/۵	۶± ۱/۲۷	۰/۰۲*
	طول محور ماژور (میلی متر)	۲۷/۰۷± ۲۳/۹۱	۱۲/۸۸± ۳/۹۴	۰/۰۵*
	محدودهٔ نوسانات (میلی متر مربع)	۲۲۷/۳± ۲۴۶/۵	۶۲/۲۴± ۲۲/۷۲	۰/۰۳*
سنجش مرکز فشار	طول مسیر(میلی متر)	۱۴۳/۰۶±۹۱/۸۵	۱۱۹/۶۸± ۳۲/۳۸	۰/۴
	میانگین سرعت	۱۶/۷۷±۱۰/۱۸	۶/۵± ۱/۹۲	۰/۰۰۲*
	انحراف استاندارد نوسانات داخلی خارجی (SD_{ML})	۱۹/۱۲± ۲۱/۶۴	۴/۴۴± ۳/۶۴	۰/۰۳*
	انحراف استاندارد نوسانات قدامی خلفی (SD_{AP})	۱۷/۱۹±۱۹/۲۵	۱۲/۲۶± ۸/۹۶	۰/۴

* اختلاف معنادار در سطح ۵ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

یافتهٔ اصلی تحقیق حاضر نشان‌دهندهٔ افزایش نوسانات پاسچرال در وضعیت ایستا به‌علت عدم تقارن بین نیروی (وزن بدن) متحمل‌شده در پای سالم و مبتلا در گروه مبتلایان به سندروم درد پاتلوفمورال بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سندروم درد پاتلوفمورال بر توزیع متقارن وزن بر روی دو پا در حالت ایستادهٔ ساکن در افراد مبتلا تأثیر گذاشت و متعاقب آن بیشترین تأثیر در نوساناتِ پاسچرالِ این افراد در جهت داخلی - خارجی دیده شد.

به‌نظر می‌رسد وجود درد در پای مبتلا در گروه پاتلوفمورال موجب انتقال درصد بیشتری از وزن بدن به پای مقابل شده است. براساس تئوری تطابق با درد، فعالیت عضلاتی که دردناک‌اند، یا موجب بروز درد می‌شوند، هنگام فعالیت‌های داوطلبانه کاهش پیدا می‌کند. درحالی‌که فعالیت عضلات مخالف (آنتاگونیست) افزایش می‌یابد (۱۳). این تطابق، دامنه و سرعت حرکات دردناک و نیروی تولیدشده به‌وسیلهٔ عضله را کاهش می‌دهد. اگرچه افراد گوناگون واکنش‌های عضلانی مختلفی نسبت به درد دارند، چنانکه افزایش درد در انسان ممکن است فعالیت عضلانی را کاهش، افزایش یا تغییر ندهد (۱۲،۱۳). تغییرات در تعداد واحدهای فعال عضلهٔ چهارسر رانی هنگام تجربهٔ درد زانو، با چند درجه تغییر جهت نیروی اکستنشن زانو به سمت داخل یا خارج فرد را در وضعیت بدون درد قرار می‌دهد (۲۱). به‌نظر می‌رسد در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال توزیع جدید نیرو و انتقال درصد بیشتری از وزن به پای سالم، بار توزیع‌شده روی پاتلا در پای مبتلا را کاهش می‌دهد و موجب کاهش درد می‌شود. اگرچه انتقال درصد بیشتری از وزن به پای سالم می‌تواند موجب افزایش بهرهٔ گیرنده‌های حسی و کارایی حرکتی عضلات واقع‌شده در این پا شود، به‌کارگیریِ این راهبرد تطابق با درد، عواقب بلندمدتی خواهد داشت. همچنین مطابق با دستورالعمل دستگاه و مطالعات پیشین توزیع نیرو در هر پا به‌ترتیب در قسمت عقب و جلوی پا باید حدوداً با نسبت‌های ۲/۳ (۶۶ درصد) و ۱/۳ (۳۳ درصد) باشد (۵). در هر دو گروه توزیع نیرو در قسمت جلوی پا بیشتر از ۳۳ درصد بود، اما این میزان در قسمت جلوی پای مبتلا به درد پاتلوفمورال در بیماران (۱۵/۸±۴۷/۹۷) به‌مراتب بیشتر بود. این امر شاید یکی دیگر از سازوکارهای جبرانی (ناخواسته یا غیرارادی) برای حفظ تعادل در حالت ایستادهٔ ساکن باشد. فرد با انتقال درصد بیشتری از وزن بدن خود به سمت جلو تمایل به انتقال نیروی عکس‌العمل زمین به سمت جلوی پا و همچنین جلوی زانو دارد تا علاوه‌بر استفادهٔ بیشتر از پلانتار فلکسورها در این حالت، از انقباضات گهگاه کوادریسپس که در صورت عبور خط نیروی عکس‌العمل زمین از عقب زانو اتفاق می‌افتد، جلوگیری و موجب افزایش فعالیت عضلات آنتاگونیست از جمله همسترینگ جهت کنترل تعادل شوند (۲۳).

انحراف استاندارد نوسانات قدامی خلفی (SD_{AP}) گروه مبتلا و سالم تفاوت معناداری با هم نداشت و برعکس دو گروه در انحراف استاندارد نوسانات داخلی – خارجی (SD_{ML}) تفاوت معناداری را نشان دادند. از آنجا که راهبرد مورد استفاده برای حفظ تعادل در جهت قدامی - خلفی به‌عهدهٔ مچ پاست (۲۳)، دورسی/ پلانتار فلکسورها در گروه مبتلا نیز به‌خوبی قادر به کنترل نوسانات در این جهت بودند.

علاوه‌بر این در دو گروه به‌علت جنسیت آزمودنی‌ها مرکز فشار تا حدی به سمت قدام متمایل‌تر است (۱۹)، اما از آنجا که برای کنترل نوسانات در جهت داخلی - خارجی از راهبرد هیپ استفاده می‌شود (۲۳)، همچنین در مطالعات نشان داده شده عضلات هیپ در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال نسبت به افراد سالم ضعیف‌تر است (۳،۱۷)، این امر نیز می‌تواند یکی از دلایل افزایش نوسانات باشد. علاوه‌بر آن وجود درد در پای مبتلا، می‌تواند یکی از علل مهم به‌کارگیریِ سازوکار Load/unload (۲۴) به‌عنوان سازوکاری جبرانی در بیماران برای کاهش درد باشد، ازاین‌رو با انتقال دائم وزن بین پاها نوسانات در جهت داخلی – خارجی افزایش می‌یابد. همچنین یکی از عوامل مورد توجه در ارزیابی نوسانات مرکز فشار، سرعت جابه‌جایی مرکز فشار است که براساس نتایج مطالعهٔ حاضر سرعت نوسانات مرکز فشار در گروه مبتلا به درد پاتلوفمورال هنگام ایستادن ثابت به‌مراتب بیشتر از افراد سالم است که می‌توان علت آن را در افزایش جابه‌جایی وزن بین پای سالم و مبتلا به درد بیماران، جهت فرار از تحمل درد جست‌وجو کرد.

به‌جز طول مسیر نوسان سایر متغیرهای مربوط به مرکز فشار در دو گروه متفاوت بود. مطالعات پیشین نشان دادند که به‌علت کاهش حس عمقی در مفصل زانو در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال تعادل در این افراد دچار نقصان است (۶،۱۶). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده علاوه‌بر کاهش حس عمقی می‌توان از درد به‌عنوان عامل برهم‌زنندهٔ تقارن بین پاها به‌منظور کنترل وزن و در نتیجه افزایش محدوده و سرعت نوسان مرکز فشار نام برد.

افزایش وزن بر روی پای سالم در افراد مبتلا به درد یکطرفهٔ زانو در درازمدت می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری را به پای سالمِ این افراد وارد کند، با افزایش وزن متعاقباً مفاصل (به‌خصوص مفصل زانو) تحت فشار بیشتری قرار می‌گیرند. علاوه‌بر وضعیت ایستا این امر در وضعیت پویا نیز قابل پیش‌بینی است. همین موارد به مرور زمان موجب دژنراسیون مفصل در پای سالم می‌شود و این پا را نیز مستعد ابتلا به بیماری‌های دیگری از جمله آرتروز، سندروم پاتلوفمورال و ... می‌کند.

بنابراین در نظر گرفتن پای سالم مبتلایان به درد یکطرفهٔ سندروم پاتلوفمورال در برنامه‌های توانبخشی و درمانی و ارائهٔ راهکارهای تقویتی سازوکارهای درگیر در حفظ تعادل و استفاده از تمرینات و روش‌های درمانی مناسب به‌منظور کاهش درد در این افراد برای جلوگیری از بروز آسیب‌های بعدی به‌خصوص جلوگیری از ابتلای پای سالم به بیماری‌های جانبی یا سندروم دوطرفهٔ پاتلوفمورال ضروری به‌نظر می‌رسد.

منابع و مآخذ

۱. یلفانی، علی. رئیس ، زهرا. (۱۳۹۲). " مقایسهٔ دو روش تقویتی عضلهٔ چهارسر رانی در محیط خشکی و محیط آب بر درد، عملکرد، تعادل ایستا و پویای زنان مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال". مطالعات طب ورزشی، ۵(۱۳) ، ص: ۱۰۸ – ۹۱.

2. Aliberti S, Costa Mde S, Passaro Ade C, Arnone AC, Hirata R, Sacco IC. (2011). "Influence of patellofemoral pain syndrome on plantar pressure in the foot rollover process during gait". Journal of Clinics (Sao Paulo), 66(3), PP: 367-72.
3. Bolgla LA, Boling MC. (2011). "An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: A systematic review of the literature from 2000 to 2010". Int Journal Sports Phys Ther, Jun, 6(2), PP: 112–125.
4. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. (2010). "Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome". Scand Journal Med Sci Sports, October, 20(5), PP: 725–730.
5. Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. (1987). "Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing". Journal of Foot Ankle ,7(5), pp: 262–276.
6. Citaker S, Kaya D, Yuksel I, Yosmaoglu B, Nyland J, Atay OA, Doral MN.(2011). "Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome". Journal of Sports Health , Nov, 3(6), pp:524-7.
7. Collado H, Fredericson M. (2010)." Patellofemoral pain syndrome". Journal of Clin Sports Med, Jul, 29(3), pp: 379-98.
8. Fredericson M, Yoon K. (2006). "Physical examination and patellofemoral pain syndrome". Am Journal Phys Med Rehabil, Mar, 85(3), pp:234-43.
9. Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR, Crossley KM. (2002). "Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests". Journal of Rheumatology (Oxford), 41, pp:1388-1394 .
10. Hirata RP, Arendt-Nielsen L, Shiozawa S, Graven-Nielsen T. (2012). "Experimental knee pain impairs postural stability during quiet stance but

not after perturbations". Eur Journal Appl Physiol, Jul, 112(7), pp:2511-21.

11. Hirata RP, Ervilha UF, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. (2011). "Experimental muscle pain challenges the postural stability during quiet stance and unexpected posture perturbation". Journal of Pain, Aug , 12(8), pp:911-9.
12. Hodges PW, Ervilha UF, Graven-Nielsen T. (2008). "Changes in motor unit firing rate in synergist muscles cannot explain the maintenance of force during constant force painful contractions". Journal Pain. Dec, 9(12), pp:1169-74.
13. Hodges PW, Tucker K. (2011). "Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain". Journal of PAIN, 152 , pp: S90–S98.
14. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. (2013). "Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review". Br Journal Sports Med. Mar, 47(4), pp:193-206.
15. Lankhorst,N., Bierma-Zeinstra, S., Van Middelkoop, M. (2012). "Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review". Journal of Orthopaedic and Sport physical therapy, 42,2,pp:81-95.
16. Negahban H et al. (2013). "The effects of muscle fatigue on dynamic standing balance in people with and without patellofemoral pain syndrome". Gait and Posture. March: 37(3): pp:336–339.
17. Piva SR, Fitzgerald GK, Irrgang JJ, Fritz JM, Wisniewski S, McGinty GT, Childs JD, Domenech MA, Jones S, Delitto A. (2009). "Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome". Journal of Arch Phys Med Rehabil, Feb, 90(2), pp:285-95.
18. Prins R M, van der wurff P. (2009). "Female with patelloemoral pain syndrome has weak hip muscles: a systematic review". Australian Journal of Physiotherapy, 55,pp:9-15.
19. Putti AB, Arnold GP, Abboud RJ. (2010). "Foot pressure differences in men and women". Journal of Foot Ankle Surg. Mar, 16(1), pp:21-4.
20. Rai D V, Aggarwal L M, Bahadur R. (2006). "Plantar pressure changes in normal and pathological foot during bipedal standing". Indian Journal Orthop, 40, pp:119-22.

21. Rätsepsoo M et al. (2011). "Knee pain and postural stability in women with gonarthrosis before and six months after unilateral total knee replacement". Journal of Acta Kinesiologiae Universities' Tartuensis, 17, pp: 175-186.
22. Waryasz G, McDermott A. (2008). "Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors". Journal of Dynamic Medicine,pp: 7-9.
23. Winter DA. (1995). "Human balance and posture control during standing and walking". Journal of Gait and Posture, 3, pp:193–214.
24. Winter DA. "Biomechanics and Motor Control of Human Movement, 4th Edition". (2011). John Wiley & Sons publication, Chapter 11.
25. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. (2000). "Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study". Am Journal Sports Med, 28,pp:480-489.