

تکرارپذیری پارامترهای مرکز فشار در بیماران پس از جراحی بازسازی رباط متقاطع قدامی

هدا نیک نام^۱، علیرضا سرمدی^۲، مهیار صلواتی^۳، فیروز مددی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. استادیار فیزیوتراپی، دانشگاه تربیت مدرس

۳. دانشیار فیزیوتراپی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

۴. دانشیار ارتوپدی، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت مقاله

تاریخ پذیرش مقاله:

چکیده

زمینه و هدف: پارامترهای استخراج شده از مرکز فشار در بیماران پس از جراحی رباط متقاطع قدامی از شاخص‌های مناسب ارزیابی تعادل پس از جراحی و توانبخشی است. بدین منظور اطمینان از تکرارپذیری پارامترهایی از مرکز فشار که بتوانند وضعیت مفصل زانو پس از جراحی بازسازی زانو را به طور اطمینان بخشی مشخص کند بسیار ارزشمند است. این مطالعه میزان تکرار پذیری برخی پارامترهای مرکز فشار را پس از بازسازی رباط متقاطع قدامی در وضعیت‌های مختلف ارزیابی می‌کند.

مواد و روش کار: در این مطالعه که از نوع تست-تست مجدد است ۱۵ مرد ورزشکار ۴-۶ ماه پس از بازسازی رباط متقاطع قدامی با میانگین سنی 27 ± 5 سال که به روش نمونه‌گیری غیر احتمالی ساده انتخاب شده بودند در این پژوهش شرکت کردند. این مطالعه در سال ۱۳۸۹ در آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. ارزیابی تعادلی با چشم باز، بسته، با فوم و بدون فوم با استفاده از صفحه نیرو در دو جلسه با فاصله ۴۸ ساعت انجام شد.

یافته‌ها: پارامترهای دامنه نوسان داخلی-خارجی (۰/۸۶)، انحراف معیار داخلی-خارجی (۰/۸۶)، Phase Plane (۰/۸۲) و نوسان مساحت (۰/۸۱) بیشترین میزان تکرارپذیری را نشان دادند. پارامتر میانگین فرکانس نوسان قدامی-خلفی (۰/۶) دارای کمترین میزان تکرارپذیری بود.

نتیجه‌گیری: برخی از پارامترهای حاصل از نوسانات مرکز فشار پس از بازسازی رباط متقاطع قدامی بین جلسات آزمایشی دارای تکرار پذیری بالایی می‌باشد و می‌توان از آن به عنوان ارزیابی وضعیت بیماران پس از بازسازی رباط متقاطع قدامی استفاده کرد. [م ت ع پ ز، (۰): -]

کلیدواژه‌ها: تکرارپذیری، رباط متقاطع قدامی، مرکز فشار، صفحه نیرو

مقدمه

تمامی شرایط و بیماری‌ها یکسان نیست. ^۱ برای اطمینان از نتایج به‌دست آمده آزمون، باید از تکرارپذیری خروجی سیستم و پارامترهای ثبت شده در شرایط آزمایشی خاص اطمینان حاصل کنیم، ^۲ در نتیجه این بحث یکی از مهم‌ترین بخش‌های هر مطالعه می‌باشد.

تکرارپذیری می‌تواند ناشی از شرایط آزمایش، محل آزمایش، ابزارهای آزمایش، آزمونگر و متغیر بودن پدیده بیولوژیکی باشد. خطای ناشی از ابزارهای آزمایش به راحتی قابل کنترل است و ابزارهای دقیق اندازه‌گیری موجود و روش‌هایی که سازندگان ابزار برای کالیبره کردن دستگاه‌ها ارائه می‌کنند خطای ناشی از ابزار را قابل کنترل می‌سازد. کنترل شرایط آزمایش و خطای آزمون‌گران نیز با به‌کارگیری روش مناسب تحقیق قابل کنترل می‌باشد. اما تغییرات ذاتی پارامترهای اندازه‌گیری شده که به تغییرات داخلی بدن و سیستم‌های کنترل تعادل و پاسچر مربوط است از کنترل محقق خارج است. لذا انتخاب پارامترهایی که دارای تکرارپذیری بوده و تغییرات آن‌ها منعکس‌کننده آثار درمان باشد مسأله اصلی در این‌گونه تحقیقات است. به عنوان مثال در صدماتی مانند بی ثباتی عملکردی مچ، کم‌درد و بعد از آسیب رباط متقاطع قدامی تکرارپذیری بیشتری در برخی پارامترها مانند مجموع سرعت متوسط نوسان mean total velocity و phase plane portrait به اثبات رسیده است. ^{۳،۴} از این رو همان‌طور که قبلاً گفته شد پارامترهای استخراج شده از مرکز فشار در بیماران پس از جراحی رباط متقاطع قدامی که

برای انجام مطالعات در زمینه تعادل و پاسچر و ارزیابی تأثیرگذاری اقدامات درمانی نیاز به ابزارهای اندازه‌گیری قابل اطمینان داریم که از جمله‌ای رایج‌ترین آن ابزار که برای سنجش تعادل استفاده می‌شود صفحه‌ی نیرو می‌باشد که به‌وسیله آن پارامترهای نوسان مرکز فشار استخراج می‌شود.^۱

در بسیاری از اختلالات ماسکولواسکلئال از پارامترهای مرکز فشار به عنوان شاخص ارزیابی کنترل تعادل و پاسچر استفاده می‌شود.^{۲،۳} هم‌چنین در میان اختلالات ماسکولواسکلئال، آسیب رباط صلیبی قدامی^۱ از عوارضی است که حتی بعد از بازسازی لیگامان بر جا می‌ماند. از آن‌جا که رباط متقاطع قدامی در حس عمقی و در نتیجه در تعادل نقش دارد، بخشی از ارزیابی‌های عملکردی مفصل پس از ضایعه‌ی رباط صلیبی قدامی، در حوزه‌ی بررسی توانایی حفظ تعادل و حس عمقی این بیماران می‌باشد.^۴ بخشی از ارزیابی‌های انجام شده برای بررسی میزان بهبود بیماران پس از عمل جراحی بازسازی رباط متقاطع قدامی مربوط به عملکرد زانو است. در این بیماران ارزیابی پارامترهای مرکز فشار از ابزارهای مناسب ارزیابی است و در سایر مطالعات زانو نیز از آن استفاده می‌شود.^{۵-۶} در برخی بیماری‌های ماسکولواسکلئال دیگر مانند بی ثباتی عملکردی مچ و کم‌درد نیز از مرکز فشار به عنوان شاخص ارزیابی تعادل استفاده می‌شود.^{۷-۹} اما نکته مهم این است که تکرارپذیری پارامترهای مختلف برگرفته از نوسان مرکز فشار در

کالیبره شد. گونیامتر مکانیکی جهت تنظیم زاویه‌ی زانوی فرد مورد آزمایش در تست چمباتمه زدن از گونیامتر معمولی استفاده شد. دو روش تست دوپایی و تک پایی ایستادن انجام پذیرفت.

دوپایی ایستادن: در این مرحله ۸ نوع تست از بیمار گرفته می‌شد که شامل دو پایی ایستادن با چشم باز، بسته، با فوم و بدون فوم بود. مدت زمان هر تست ۲۰ ثانیه بود و هر تست ۳ مرتبه تکرار می‌شد و بیمار در فاصله‌ی هر تست به مدت ۲۰ ثانیه استراحت می‌کرد. بیمار با پای برهنه و به موازات هم در مرکز صفحه‌ی نیرو می‌ایستاد. به او گفته می‌شد با سر صاف، دست‌ها آویزان کنار بدن و چشمان باز به نقطه‌ای روی دیوار روبه‌رو در ارتفاعی به اندازه‌ی دید بیمار که از قبل مشخص گردیده بود نگاه کند. بعد از این که بیمار وضعیت با ثباتی را کسب کرد تست آغاز می‌شد. در مرحله‌ی بعد بیمار این سری تست را که بدون فوم انجام می‌شد با چشمان بسته انجام می‌داد. در مرحله‌ی بعد بیمار تست‌های ذکر شده را با فوم انجام می‌داد. بدین صورت که پس از ایستادن روی فوم درمانگر صبر می‌کرد تا بیمار ثبات نسبی برای خود پیدا کند و سپس تست‌ها آغاز می‌شد.

تک پایی ایستادن: در این مرحله از هر پای بیمار ۴ نوع تست گرفته می‌شد، با چشمان باز، بسته. مدت زمان هر تست ۲۰ ثانیه بود و هر تست ۳ مرتبه تکرار می‌شد و بیمار در فاصله‌ی هر تست به مدت ۲۰ ثانیه استراحت می‌کرد. نحوه‌ی انجام تست بدین صورت بود که بیمار روی صفحه‌ی نیرو قرار می‌گرفت و پای غیر تست را با زاویه‌ای حدود صفر درجه خمیدگی ران و ۹۰ درجه خمیدگی زانو بالا نگه می‌داشت و دست‌ها روی لگن قرار می‌گرفت. به بیمار گفته می‌شد به نقطه‌ای روی دیوار روبه‌رو در ارتفاعی به اندازه‌ی دید بیمار که از قبل مشخص گردیده بود نگاه کند و در طول تست وضعیت خود را حفظ کند. اگر پای بیمار با زمین تماس پیدا می‌کرد تست خاتمه می‌یافت. سرعت نوسان مرکز ثقل بدن برای هر پا بر حسب درجه بر ثانیه ثبت می‌شد. برای تعیین ضریب تکرارپذیری از میانگین ۳ بار اندازه‌گیری مرکز فشار در هر وضعیت استفاده شد. کلیه اطلاعات ذخیره و سپس به برنامه matlab فرستاده می‌شد. جابجایی قدامی-خلفی و داخلی-خارجی مرکز فشار در راستای محور X و Y محاسبه شد. آنالیز باقیمانده روی اطلاعات مرکز فشار حذف فرکانس ۸ هرتز را به عنوان بهترین حد واسط برای دور کردن نویز نشان داد، با این حال برای اجتناب از خارج شدن نسبتی از توان سیگنال و اطمینان بیشتر، حذف فرکانسی ۱۰ هرتز انتخاب شد. سپس سیگنال‌های مرکز فشار با استفاده از حذف فرکانسی zero-phase, Second-order و Butterworth low pass filter و حذف فرکانسی ۱۰ هرتز فیلتر شدند.

یافته‌ها

نتایج دموگرافی بیماران: در این مطالعه میانگین سنی افراد شرکت کننده در مطالعه $27/1 \pm 5/2$ سال، میانگین قد $177/9 \pm 7/4$ سانتی‌متر، میانگین توده بدنی $77/77 \pm 13/67$ و میانگین زمان سپری شده از بازسازی $5/5 \pm 3/2$ ماه بود. اندازه‌گیری‌های مشتق از مرکز فشار که در این مطالعه استفاده شد شامل موارد زیر بود:

امروزه بسیار انجام می‌شود از شاخص‌های مناسب ارزیابی تعادل بیماران پس از جراحی و توانبخشی است. بدین منظور اطمینان از تکرارپذیری پارامترهایی از مرکز فشار که بتواند وضعیت مفصل زانو پس از درمان جراحی بازسازی زانو را به طور اطمینان بخشی مشخص کند بسیار ارزشمند است. اگر چه مطالعات کلینیکی متعددی که در بیمارانی با نقص رباط متقاطع قدامی از مقادیر مرکز فشار برای ارزیابی ثبات پوسچرال استفاده می‌کنند اما تا امروز تحقیق متدولوژیکال برای تعیین تکرارپذیری مقادیر مرکز فشار در این بیماران انجام نشده بود.^{۱۸-۱۶} علاوه بر این استفاده نادرست از افراد سالم برای اثبات تکرارپذیری مقادیر کلینیکی، توانایی افزایش تکرارپذیری را دارد به این دلیل که افراد سالم نسبت به بیماران آسان‌تر تست می‌دهند.

این مطالعه سعی دارد میزان تکرارپذیری برخی پارامترهای مرکز فشار را پس از درمان جراحی بازسازی رباط متقاطع قدامی در وضعیت‌های مختلف ارزیابی قرار کند.

روش کار

در این مطالعه که از نوع متدولوژیک با طرح تست-تست مجدد است ۱۵ مرد ورزشکار با بازسازی رباط متقاطع قدامی و میانگین سنی 25 ± 5 سال که مدت ۴ تا ۶ ماه از آسیب‌شان گذشته بود از بخش ارتوپدی بیمارستان اختر، در این پژوهش شرکت کردند. این افراد پس از پر کردن پرسشنامه‌ها با توجه به معیارهای ورود و خروج مطالعه انتخاب شدند. لازم به ذکر است کلیه بیماران قبل از جراحی بر اساس معاینات و شواهد رادیولوژیکی پارگی کامل رباط متقاطع قدامی داشتند. کلیه افراد مورد آزمون، فرم رضایت آگاهانه مصوب کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه را پر نمودند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: پارگی تنهای رباط متقاطع قدامی بدون پارگی عناصر اطراف شامل منیسک، رباط متقاطع خلفی، لیگامان طرفی داخلی، لیگامان طرفی خارجی و عدم آسیب دیدگی پای سمت مقابل، توانایی انجام فعالیت‌های سبک ۴ ماه بعد از جراحی، گذشت ۴ تا ۶ ماه از آسیب، ورزشکار بودن (ورزش‌هایی که پا در آن‌ها درگیر است)، وجود دامنه کامل حرکتی مفصل، مردان ۴۰-۲۰ ساله، شاخص توده بدنی ۲۵-۲۰ درصد، قد ۱۸۰-۱۶۰ سانتی‌متر، عدم سابقه‌ی جراحی در زانوی درگیر که عملکرد نرمال در سایر مفاصل اندام تحتانی داشتند، بود. افراد اگر شکستگی در زانو، بی‌ثباتی در زانوی آسیب دیده قبل از عمل داشتند و دارای مشکلات درد و تورم غیر طبیعی، مشکل عروقی و عصبی، مشکل وستیبولار و بینایی، آسیب منیسک یا اعصاب، مشکل قلبی-تنفسی شدید، دیابت یا مصرف کننده دارویی مؤثر روی تعادل، بودند از مطالعه خارج شدند. اطلاعات مرکز فشار با استفاده از صفحه‌ی نیرو متعلق به شرکت Kistler مدل 9286B و دارای نرم افزار ثبت و پردازش اطلاعات (Bioware) ساخت کشور سوییس ثبت شد. اطلاعات با فرکانس 100 Hz به مدت ۴ ثانیه گرفته و توسط برنامه‌ی matlab محاسبه شد. قبل از شروع آزمایش صفحه‌ی نیرو با وزنی ۲۰ کیلوگرم طبق دستورالعمل دستگاه

زیاد.^(۱۵) مقادیر ICC و p -value در جدول ۲ گزارش شد. اکثر پارامترها در بیشتر وضعیت‌های دشواری پوسچرال همبستگی متوسط تا خیلی زیاد داشتند. جدول ۳ آمار توصیفی مقادیر پارامترهای پوسچرال را (میانگین و انحراف معیار) برای هر وضعیت و هر جلسه نشان می‌دهد.

آزمون t زوجی تفاوت چشمگیری بین مقادیر میانگین کلیه پارامترهای جلسات تست-تست مجدد ($p > 0.05$) به استثناء دامنه داخلی-خارجی نوسان داخلی-خارجی در وضعیت چشم باز روی فوم مشاهده نشد ($p = 0.03$). اکثر پارامترهای دشواری پوسچرال همبستگی متوسط تا بسیار زیاد داشتند. بر طبق طبقه‌بندی مونرو میانگین ICC کلیه پارامترها به جز میانگین فرکانس نوسان قدمای-خلفی همبستگی بیشتر از ۰/۸ داشتند. میانگین ICC پارامترهای سطح، دامنه نوسان داخلی-خارجی، انحراف معیار نوسان داخلی-خارجی، انحراف صفحه‌ای و phase plane به ترتیب: ۰/۸۶، ۰/۸۶، ۰/۸۱ و ۰/۸۲ بود. متوسط فرکانس نوسان قدمای-خلفی (۰/۶) کمترین میانگین ICC را دارا بود.

سرعت (سانتی متر بر ثانیه) ۲- زمان (ثانیه) ۳- فرکانس (هرتز) ۴- مکان (سانتی متر). فرمول محاسباتی پارامترهای ذکر شده در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول ۱: نحوه محاسبه پارامترهای نوسان مرکز فشار را نشان می‌دهد.

در این مطالعه برای تعیین عدم وجود خطای سیستماتیک از آزمون t زوجی روی تفاوت‌های مقادیر میانگین که در جلسات تست-تست مجدد کسب شده بود استفاده شد. میزان آلفا برای آنالیز آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. (ICC) ضریب همبستگی بین جلسات، رایج‌ترین شاخصی است که برای گزارش تکرارپذیری نسبی استفاده می‌شود.^{۱۳} در این مطالعه ICC برای بیان تکرارپذیری نسبی مقادیر استفاده شد.^{۱۴} برای گزارش درجه تکرارپذیری، دامنه ضریب تکرارپذیری که توسط Munro گزارش شد، به کار برده شد: ۰/۰۰ تا ۰/۲۵- کم، اگر همبستگی وجود داشته باشد، ۰/۲۶ تا ۰/۴۹- همبستگی کم، ۰/۵۰ تا ۰/۶۹- همبستگی متوسط، ۰/۷۰ تا ۰/۸۹- همبستگی زیاد و ۰/۹۰ تا ۱/۰۰- همبستگی خیلی

جدول ۱: نحوه محاسبه پارامترهای نوسان مرکز فشار

$\text{Area_circle} = \pi \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{x_i^2 + y_i^2}}{N} + Z 0.5 \cdot \text{std} \sqrt{x_i^2 + y_i^2} \right)$	سطح نوسان (دایره ای)
$\text{Mean Frequency: } f \text{ mean} = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2 \cdot P(f)}{\sum_{i=1}^N f_i^2 \cdot P(f)}$	میانگین فرکانس
$\text{AP_Range} = y_{\max} - y_{\min} $	دامنه نوسان در جهت قدمای-خلفی
$\text{ML_Range} = x_{i+1} - x_i $	دامنه نوسان در جهت داخلی-خارجی
$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2} + (y_{i+1} - y_i)^2$	متوسط سرعت نوسان داخلی-خارجی
$\text{AP_Vel} = \frac{\sum_{i=1}^N y_{i+1} - y_i }{\text{Duration}}$	سرعت نوسان قدمای-خلفی

جدول ۲: نمودار مقادیر ICC و سطح معنی‌داری در حالت‌های مختلف تست

تک پا ایستادن				دو پا ایستادن			
روی پای آسیب دیده		چشم باز		سطح دارای فوم		سطح دارای فوم	
چشم بسته	چشم باز	چشم بسته	چشم باز	چشم بسته	چشم باز	چشم بسته	چشم باز
p	ICC	p	ICC	p	ICC	p	ICC
جهت قدمای-خلفی							
۰/۰۴	۰/۴۸	۰/۰۴	۰/۶	۰/۰۴	۰/۶	۰/۰۵	۰/۵۴
۰/۰۰۱	۰/۸	۰/۰۱	۰/۷	۰/۰۰۷	۰/۷۲	۰/۰۱	۰/۷
۰/۰	۰/۸۷	۰/۰۰۲	۰/۷۸	۰/۰۰۴	۰/۷۵	۰/۰	۰/۸۷
جهت داخلی-خارجی							
۰/۰۰۵	۰/۷۲	۰/۰۰۹	۰/۷	۰/۰۲	۰/۶۲	۰/۰۰۶	۰/۷۲
۰/۰	۰/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۸	۰/۰۱	۰/۷	۰/۰۰۱	۰/۸
۰/۰	۰/۹۴	۰/۰۰۱	۰/۸۱	۰/۰۰۴	۰/۷۶	۰/۰	۰/۸۴
سرعت							
۰/۰۰۹	۰/۷۳	۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۰۰۲	۰/۷۵	۰/۰	۰/۸۱
۰/۰	۰/۹۲	۰/۰۰۱	۰/۷۹	۰/۰۰۳	۰/۷۵	۰/۰	۰/۸۷
۰/۰	۰/۸	۰/۰۰۱	۰/۸۹	۰/۰۰۱	۰/۸۱	۰/۰	۰/۹۲
سطح							
۰/۰۰۲	۰/۷۷	۰/۰۰۳	۰/۷۶	۰/۰۶	۰/۵۳	۰/۰۰۱	۰/۸۲

Planar Deviation *

جدول ۳: نمودار میانگین و انحراف معیار پارامترهای نوسان مرکز فشار

تک پایستادن			
روی پای آسیب دیده			
چشم بسته		چشم باز	
تست مجدد	تست	تست مجدد	تست
جهت قدیمی - خلفی			
میانگین فرکانس (هرتز)			
0.06	0.77±0.14	0.51±0.02	0.81±0.22
انحراف معیار دامنه نوسان (سانتی متر)			
1/1±0.26	1/9±0.76	0/46±0.09	0/78±0.32
دامنه نوسان (سانتی متر)			
1/96±2/91	4/5±4/45	3/14±4/53	1/9±1/9
سطح نوسان			
سطح نوسان دایره ای (سانتی متر مربع)			
6/02±4/4	1/49±1/49	5/61±1/2	3/5±3/5
جهت داخلی - خارجی			
میانگین فرکانس (هرتز)			
1/16±0.28	1/03±0.22	1/01±0.29	1/04±0.3
انحراف معیار دامنه نوسان (سانتی متر)			
0/96±0.27	1/77±1/76	2/77±2/76	2/41±5/95
دامنه نوسان (سانتی متر)			
6/34±2/69	1/7±1/7	2/01±2/56	2/84±2/84
سرعت			
سرعت متوسط (سانتی متر بر ثانیه)			
6/75±1/72	6/06±1/18	2/32±3/81	2/35±3/66
صفحه فاز			
1/45±8/36	6±5/99	2/89±5/11	1.11±1/1
انحراف صفحه ای * (سانتی متر)			
1/45±2/98	1/75±1/74	0/65±8/23	3/25±3/25

جدول ۴: نمودار میانگین و انحراف معیار پارامترهای نوسان مرکز فشار

دو پایستادن							
سطح دارای فوم - چشم بسته		سطح دارای فوم - چشم باز		چشم بسته - سطح سفت		چشم باز - سطح سفت	
تست مجدد	تست	تست مجدد	تست	تست مجدد	تست	تست مجدد	تست
جهت قدیمی - خلفی							
میانگین فرکانس (هرتز)							
0/39±0.04	0/65±0.18	0/36±0.02	0/58±0.16	0/42±0.06	0/54±0.13	0/5±0.12	0/54±0.11
انحراف معیار دامنه نوسان (سانتی متر)							
2/03±0.38	7/01±6/9	1/38±6/55	6/53±6/51	1/29±6/2	6/56±2/85	2/84±2/83	5/53±2/41
دامنه نوسان (سانتی متر)							
0/78±0.1	0/92±0.1	0/48±0.08	0/54±0.07	0/26±0.04	0/31±0.05	0/35±0.07	0.33±0.06
سطح							
سطح نوسان دایره ای (سانتی متر مربع)							
1/16±1/73	1/76±1/76	5/49±1/49	2/12±2/12	1/05±1/05	1/35±1/35	1/9±1/9	1/76±1/76
جهت داخلی - خارجی							
میانگین فرکانس (هرتز)							
0/9±0.21	0/93±0.24	0/83±0.22	0/92±0.26	1/26±0.39	0/96±0.32	1/22±0.32	0/99±0.31
دامنه نوسان (سانتی متر)							
2/91±3/64	9/65±9/62	1/62±1/92	9/05±9/03	4/46±4/45	3/21±3/2	2/83±4/45	8/09±8/08
انحراف معیار دامنه (سانتی متر)							
0/69±0.09	6/79±6/71	0/37±4/42	6/64±6/6	6/62±3/6	4/61±4/59	6/38±6/36	5/15±5/12
سرعت							
سرعت متوسط (سانتی متر بر ثانیه)							
3/1±3/37	3/55±4/54	1/75±2/96	1/76±3/23	7/28±1/1	7/61±3/23	7/5±1/29	6/92±1/12
صفحه فاز							
3/65±4/41	2/65±2/64	2/19±4/5	2/97±2/97	1/12±1/12	2/2±2/2	2/12±2/12	2/17±2/17
انحراف صفحه ای * (سانتیمتر)							
0/98±1/12	8/12±8	0/62±8/69	9/44±9/37	7/47±3/25	3/8±1/7	6/69±2/99	7/06±7/02

Planar Deviation*

بحث

نتایج این مطالعه بر اساس میانگین ضریب همبستگی، بیشترین ضرایب تکرارپذیری در مورد پارامترهای Phase plane، انحراف معیار داخلی-خارجی و دامنه نوسان داخلی-خارجی و کمترین میزان متعلق به پارامتر میانگین فرکانس نوسان قدامی-خلفی بود.

شرکت کنندگان تحت شرایط پوسچرال دشوار تست شدند. معمولاً این شرایط پوسچرال برای ارزیابی تعادل، تحت شرایط بی ثباتی و یا کاهش یافتن دسترسی به ورودی‌های آورانی توسط محققین به کار برده می‌شد.^{۱۹} اساس انتخاب اندازه‌های مرکز فشار ذکر شده از میان اندازه‌های متعدد، استفاده رایج آن‌ها در تحقیقاتی است که امکان مقایسه نتایج را در طول مطالعات مختلف می‌دهد. نتایج حاضر نشان می‌دهد که اکثر پارامترها در بیشتر وضعیت‌های سختی پوسچرال همبستگی متوسط تا بسیار زیاد داشتند. میانگین فرکانس نوسان قدامی-خلفی در ۲ وضعیت دوپا ایستادن با چشم باز و بسته دارای ضریب همبستگی زیاد بود. ضریب همبستگی در دامنه نوسان قدامی-خلفی در وضعیت دو پا ایستادن با چشم باز بسیار زیاد بود. این ضریب در دیگر وضعیت‌های دشواری پوسچرال پارامتر ذکر شده (به جز دو پا ایستادن روی سطح سفت با چشمان بسته) دارای ضریب همبستگی زیاد بود. در مورد پارامتر سطح با نوسان دایره نیز دو وضعیت دو پا ایستادن با چشم باز و بسته دارای ضریب همبستگی بسیار زیاد بودند، هم‌چنین سایر وضعیت‌های این پارامتر دارای ضریب همبستگی متوسط تا زیاد بودند. میانگین توان فرکانس در جهت داخلی-خارجی به جز دو پا ایستادن روی فوم با چشم بسته (ICC=۰/۶۲) دارای ضریب همبستگی زیاد بود. دامنه نوسان داخلی-خارجی در سه وضعیت دو پا ایستادن روی سطح سفت با چشم باز و بسته و تک پا ایستادن روی پای آسیب دیده با چشم بسته دارای تکرارپذیری بسیار زیاد بود، همین‌طور در سه وضعیت باقی‌شاهد ضریب همبستگی زیاد بودیم. کلیه وضعیت‌های میانگین سرعت دارای ضریب همبستگی زیاد بودند. بررسی‌های آماری روی phase plane نشان دهنده ضریب همبستگی بسیار زیاد در وضعیت دو پا ایستادن روی فوم با چشم باز و ضریب همبستگی زیاد در سایر وضعیت‌ها به جز دو پا ایستادن روی سطح سفت با چشم بسته بود. در مورد انحراف صفحه‌ای (planar deviation)

شاهد ضریب همبستگی بسیار زیاد در وضعیت تک پا ایستادن روی پای آسیب دیده با چشم باز و ضریب همبستگی زیاد در سایر وضعیت‌ها بودیم. آنالیز آماری روی انحراف معیار قدامی-خلفی به استثناء دوپا ایستادن با چشم آسیب دیده که دارای ضریب همبستگی کم بود، در سایر وضعیت‌ها زیاد بود. نتایج به دست آمده از آزمون ICC ضریب همبستگی بسیار زیاد را در وضعیت‌های دو پا ایستادن روی سطح سفت و تک پا ایستادن با چشم بسته نشان داد در حالی که در سه وضعیت باقی‌نیز شاهد ضریب همبستگی زیاد بودیم. در این مطالعه بر اساس میانگین ضریب همبستگی، بیشترین ضرایب تکرارپذیری در مورد پارامترهای phase plane، انحراف معیار داخلی-خارجی و دامنه نوسان داخلی-خارجی و کمترین میزان متعلق به پارامتر میانگین فرکانس نوسان قدامی-خلفی بود. Riley و همکارانش نتیجه گرفتند که با درصد اطمینان بالایی پارامترهای phase plane و سرعت، مقادیری از مرکز فشار هستند که قابلیت افتراق بین افراد سالم و گروهی با کاهش دو طرفه عملکرد وستیبولار را نشان می‌دهند.^{۲۰} Lafond و همکارانش نتیجه گرفتند که میانگین سرعت نوسان مرکز فشار قابل افتراق‌ترین پارامتری است که می‌تواند برای ارزیابی تغییرات وابسته به سن در کنترل پوسچر استفاده شود.^{۱۱} صلواتی و همکارانش نیز ۲ پارامتر میانگین سرعت نوسان و Phase plane را به عنوان مقادیری از مرکز فشار که حساس می‌باشند برای تعیین افتراق تعادل بین بیمارانی با نقص رباط متقاطع قدامی و برای ارزیابی تأثیر برنامه توانبخشی در این بیماران شناسایی کردند.^۹ این احتمال وجود دارد که تفاوت به دست آمده در این مطالعه با مطالعات مشابه ناشی از تفاوت در جمعیت مورد آزمایش بوده است.

در این مطالعه بر اساس میانگین ضریب همبستگی، بیشترین ضرایب تکرارپذیری در مورد پارامترهای phase plane، انحراف معیار داخلی-خارجی و دامنه نوسان داخلی-خارجی و کمترین میزان متعلق به پارامتر میانگین فرکانس نوسان قدامی-خلفی بود.

سپاسگزاری

این تحقیق مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیوتراپی دارای کد طرح ۱۰۱۷۰۷۶ می‌باشد و با حمایت مالی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است.

References

- Gauffin H, Pettersson G, Tegner Y and Tropp H. Function testing in patients with old rupture of the anterior cruciate ligament. *Int J Sports Med* 1990; 11(1): 73-7.
- Swanik CB, Lephart SM, Giannantonio FP and Fu FH. Reestablishing proprioception and neuromuscular control in the ACL-injured athlete. *J Sport Rehabil* 1997; 6: 15.
- Agel J, LaPrade RF. Assessment of differences between the modified Cincinnati and international knee documentation committee patient outcome scores: A prospective study. *Am J Sports Med* 2009; 37(11): 2151-7.
- Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A, et al. Knee bracing after ACL reconstruction: Effects on postural control and proprioception. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(8): 1253-8.
- Bulgheroni P, Bulgheroni MV, Andrini L, et al. Gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997; 5(1): 14-21.
- Ernst GP, Saliba E, Diduch DR, et al. Lower extremity compensations following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 2000; 80(3): 251-60.
- Mazaheri M, Negahban H, Salavati M, et al. Reliability of recurrence quantification analysis measures of the center of pressure during standing in individuals with musculoskeletal disorders. *Med Eng Phys* 2010; 32(7): 808-12.
- Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, et al. Test-retest reliability [corrected] of center of pressure measures of

- postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait Posture* 2009; 29(3): 460-4.
9. Corriveau H, Hebert R, Prince F and Raiche M. Intrasession reliability of the "center of pressure minus center of mass" variable of postural control in the healthy elderly. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81(1): 45-8.
 10. Lafond D, Corriveau H, Hebert R and Prince F. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(6): 896-901.
 11. Ageberg E, Flenhagen J, Ljung J. Test-retest reliability of knee kinesthesia in healthy adults. *BMC Musculoskelet Disord* 2007; 8(3): 57.
 12. Pap G, Machner A, Nebelung W and Awiszus F. Detailed analysis of proprioception in normal and ACL - deficient Knees. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81(5): 764-8.
 13. Santos BR, Delisle A, Lariviere C, et al. Reliability of centre of pressure summary measures of postural steadiness in healthy young adults. *Gait Posture* 2008; 27(3): 408-15.
 14. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull* 1979; 86(2): 420-8.
 15. Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. *J Electromyogr Kinesiol* 2005; 15(1): 102-10.
 16. Henriksson M, Ledin T, Good L. Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. *Am J Sports Med* 2001; 29(3): 359-66.
 17. Lysholm M, Ledin T, Odkvist LM and Good L. Postural control--a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. *Scand J Med Sci Sports* 1998; 8(6): 432-8.
 18. Bonfim TR, Grossi DB, Paccola CA and Barela JA. Additional sensory information reduces body sway of individuals with anterior cruciate ligament injury. *Neurosci Lett* 2008; 441(3): 257-60.
 19. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(10): 2034-40.
 20. Riley PO, Benda BJ, Gill-Body KM and Krebs DE. Phase plane analysis of stability in quiet standing. *J Rehabil Res Dev* 1995; 32(3): 227-35.

Reliability of the center of pressure parameters after ACL reconstruction surgery

Hoda Niknam,¹ Alireza Sarmadi,² Mahiar Salavati,³ Firooz Madadi⁴

Background: The calculated parameters of the center of pressure (COP) are suitable instruments to evaluate balance in patients after surgery and rehabilitation. So, determination of reliability level of each parameter is a matter of great importance. This study tried to determine the reliability level of several mostly used parameter of the COP sway after reconstruction surgery of anterior cruciate ligament (ACL) in different postural situations.

Materials and Method: Fifteen volunteer athletes participated in this test- retest reliability design study. They were between 27±5 years old and 4-6 months after surgery. They were selected by simple non-probability sampling method. This study performed in the gait laboratory of Tarbiat-e-Modares University. Single and double leg test with and without foam surface and in the open and closed eye situation performed in two sessions with 48 hours interval.

Results: Antero-posterior sway range (0.86) medio-lateral standard deviation (0.86), phase plane (0.82) and sway area (0.81) had the highest reliability among the parameters. Antero-posterior mean frequency (0.6) had the lowest reliability.

Conclusion: The results showed that many COP parameters have enough intersession reliability after ACL reconstruction surgery.

Keywords: Reliability, ACL, center of pressure

1. MSc student of Physiotherapy, Tarbiat modares University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor of physiotherapy, Tarbiat modares University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor of physiotherapy, University of social welfare and rehabilitation sciences, Tehran, Iran.
4. Associate Professor of Orthopedic, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.