بررسی تکرارپذیری نیروی عکس‌العمل زمین حین استفاده از ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی در حرکت ایستادن روی یک پا

لیلا نجفی[1]، جاوید مستمند[2,3*]، علی امیری[4]، بهزاد مهکی[5]

چکیده

مقدمه: هدف از انجام این مطالعه بررسی تکرارپذیری نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار حین اعمال اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی (چرخش تنه و فمور روی تیبیا در حالت تحمل وزن) توسط ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی در حرکت ایستادن روی یک پا با زانوی صاف و خمیده در افراد سالم و بررسی قابلیت اعتماد این ابزار برای استفاده در مطالعات مختلف می‌باشد، پایایی یا قابلیت اعتماد یکی از ویژگی‌های ابزار اندازه‌گیری می‌باشد، و بیانگر این مطلب است که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد.

مواد و روش‌ها: ۱۳ فرد سالم با روش نمونه‌گیری ساده و در دسترس جهت بررسی پایایی ابزار مورد استفاده، در این مطالعه شرکت نمودند. ابتدا ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی ساخته شد. سپس اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی به صورت چرخش تنه و فمور روی تیبیا در حالت تحمل وزن روی پای غالب در آزمودنی‌ها انجام پذیرفت این اغتشاشات در چهار مدل اغتشاش چرخش به داخل با زانوی صاف و خمیده و اغتشاش چرخش به خارج با زانوی صاف و خمیده انجام گرفت. افراد به ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی متصل شدند و سپس با پای غالب خود بر روی صفحه نیرو ایستادند و آماده اعمال اغتشاش شدند، نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار حین اعمال اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی توسط صفحه نیرو اندازه‌گیری شد. این آزمون‌ها در دو جلسه با فاصله هفت روز و در هر جلسه سه مرتبه انجام شد.

یافته‌ها: با استفاده از آزمون ضریب ارتباط درون گروهی و آلفا کرونباخ، تکرارپذیری نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در انواع اغتشاشات چرخش به داخل و خارج اندام تحتانی در حالات صاف و خمیده زانو، درون هر جلسه و بین دو جلسه آزمون و بازآزمون از سطوح نسبتاً بالائی برخوردار بود که مقادیر آن در تمام ابعاد آزمون‌ها بالاتر از ۰/۷ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: تکرارپذیری نسبتاً بالای به دست آمده از اندازه‌گیری‌های نیروهای واکنش زمین و مرکز فشار در خلال چهار مدل اغتشاش چرخشی رو به داخل و خارج اندام تحتانی با زانوی خمیده و صاف در افراد سالم بیانگر این است که می‌توان این اندازه‌گیری‌ها را در حین حرکت ایستادن روی یک پا در حالت فلکسیون و اکستانسیون زانو در مطالعات آتی به کار برد.

کلید واژه‌ها: ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی، اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی، نیروی عکس‌العمل زمین، ایستادن روی یک پا، تکرارپذیری.

دریافت مقاله: ۹۲/۱۱/۱۷ پذیرش مقاله: ۹۳/۰۱/۲۰

۱ـ دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات اختلالات عضلانی اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۲ـ استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۳ـ مرکز تحقیقات اختلالات عضلانی اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
٤ـ استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی ایران
٥ـ استادیار گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

* **آدرس نویسنده مسئول:**
اصفهان، میدان آزادی، خیابان هزار جریب، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده علوم توانبخشی
* **تلفن:** ۰۳۱۱۶۶۹۳۰۸۹
* **رایانامه:** mostamand@rehab.mui.ac.ir

مقدمه

اغتشاش[1] ایجاد یک تغییر ناگهانی در شرایط است که می‌تواند منجر به جابجایی مرکز ثقل بدن[2] و خارج شدن از حالت تعادل شود(۱). اغتشاش ممکن است باعث ایجاد آسیب در بدن شود، بازسازی اغتشاشات می‌تواند جهت بررسی مکانیسم آسیب‌ها مورد استفاده قرار گیرد. اغتشاشات در مطالعات به شکل‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند بررسی پاسخ‌های عصبی - عضلانی و بیومکانیکی به شرایط آسیب‌رسان(۲)، به چالش کشیدن مهارت‌های تعادلی، تمرین جهت کنترل وضعیت(۳)، توانبخشی مشکلات تعادل، افزایش ثبات زانو(۱،۴،۵)، تمرین برای چابکی (تغییر جهت‌های ناگهانی، حرکات چرخشی و شروع و توقف سریع حرکات) (۶) و بررسی تغییرات مرکز فشار و نیروهای عکس‌العمل زمین می‌باشد. مدل‌های مختلف اغتشاش در اندام تحتانی در حالت‌های مختلف راه رفتن، نشستن، ایستادن و در وضعیت‌های مختلف تحمل وزن و یا بدون تحمل وزن در اندام‌های تحتانی به کار برده شده است. یک مدل از اغتشاش که در حالت ایستاده و به صورت عملکردی (در حالت ایستاده روی یک پا و تحمل وزن کامل با وضعیت فلکسیون[3] یا اکستانسیون[4] زانو) می‌تواند به اندام تحتانی اعمال شود از طریق ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی (LEPD)[5] می‌باشد.

برای ایجاد یک اغتشاش چرخش به داخل و خارج تنه و فمور نسبت به تیبیا در حالت تحمل وزن کامل طراحی شده است(۲،۷،۸)، این مدل اغتشاش در صفحه عرضی حرکت چرخشی ایجاد می‌کند. چنین حالت اغتشاشی می‌تواند در حین فعالیت‌های فیزیکی هنگامی‌که شخص روی یک پا در یک جهت خاص ایستاده و یا در حال حرکت و تغییر جهت می‌باشد اتفاق بیفتد(۲). در بسیاری از مطالعات اغتشاشات مورد استفاده به‌طور معمول در حالت استراحت عضلات و عدم تحمل یا تحمل نسبی وزن در اندام تحتانی انجام شده است. این شرایط نمی‌تواند بیانگر مکانیسم اکثر آسیب‌ها باشد. در مطالعاتی که شولتز و همکاران با استفاده از مدل اغتشاش عملکردی در حالت تحمل وزن انجام دادند به حالت واقعی مکانیسم آسیب‌ها نزدیک‌تر است(۷،۹).

وجه تمایز LEPD نسبت به دیگر ابزار به کاربرده شده جهت اعمال اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی این است که این ابزار قادر می‌باشد به صورت عملکردی و در حالت تحمل کامل وزن روی تیبیا درحالی‌که فرد روی یک پا (با وضعیت فلکسیون یا اکستانسیون) ایستاده است به صورت ناگهانی و بدون دخالت فرد شرکت کننده اغتشاش چرخشی را به صورت چرخش تنه و فمور نسبت به تیبیا در حالت تحمل وزن به فرد اعمال کند، در مطالعات قبلی اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی در حالت تحمل کامل وزن روی اندام تحتانی نبوده و برای اعمال اغتشاشات چرخشی کمتر موردی وجود داشت که اغتشاش توسط ابزاری از بیرون اعمال شود و در اکثر موارد از خود شخص خواسته می‌شد که حرکت چرخشی را در حالت‌های مختلف انجام دهد، به نظر می‌رسد این مدل اعمال اغتشاش به مکانیسم آسیب و در واقع به حالت حقیقی ایجاد آسیب نزدیک‌تر باشد.

به علت در دسترس نبودن نمونه خارجی ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی در مطالعه حاضر به ساخت مشابه این ابزار و بررسی پایایی[6] آن، پرداخته شده است. پایایی یا قابلیت اعتماد یکی از ویژگی‌های ابزار اندازه‌گیری می‌باشد، و بیانگر این مطلب است که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌دهد. بنابراین جهت به کارگیری این ابزار در مطالعات آتی و اعمال اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی توسط این ابزار باید در ابتدا قابلیت اعتماد و تکرارپذیری آن را مورد بررسی قرار داد و در صورت به دست آمدن نتایج قابل قبول از پایایی آن، با اطمینان این ابزار را مورد استفاده قرار داد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا جهت ساخت LEPD به صورت مکاتبات الکترونیک از پژوهشگری که در مطالعات خود از این ابزار استفاده کرده بود راهنمایی‌هایی دریافت گردید، و نهایتاً مشابه این ابزار که به شرح زیر می‌باشد با کمک مهندس بیوالکتریک ساخته شد. وسیله اعمال اغتشاش اندام تحتانی دارای دو بخش می‌باشد: بخش اول الحاقات فردی که به آزمودنی متصل میشود شامل کمربندی است که توسط دو کابل محکم به بخش دوم که روی دیوار نصب شده است متصل می‌شود، بخش دوم شامل سیستم رها کننده الکترونیکی و تنظیم کننده ارتفاع می‌باشد. تنظیم کننده ارتفاع این قابلیت را به دستگاه می‌دهد که برای افراد با قدهای مختلف کابل‌ها کاملاً موازی با زمین (به صورت افقی) قرار گیرند. سیستم رهاکننده الکتریکی نیز می‌تواند برای اعمال اغتشاش چرخشی وقتی فرد روی یک پا روی صفحه نیرو ایستاده است و به کابل‌ها تکیه داده است با رهاکردن ناگهانی یکی از کابل‌ها (با توجه به جهت چرخش مورد نظر) اغتشاش مورد نظر را اعمال کند. در ضمن در قسمت اتصال کابل به بخش دوم دو عدد نیروسنج کار گذاشته شده است که در زمان تکیه آزمودنی به کابل‌ها برای بررسی برابر بودن نیروی دو سمت و ایجاد تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد (تصاویر شماره ۱و۲).

1- Perturbation
2- Center Of Gravity (COG)
3- Flexion
4- Extension
5- Lower Extremity Perturbation Device (LEPD)
6- Reliability

تصویر شماره ۱

تصویر شماره ۲

برای بررسی پایایی LEPD، ۱۳ داوطلب سالم بین سنین ۱۹ تا ۳۰ سال از دانشجویان دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با نمونه‌گیری ساده به صورت غیراحتمالی در دسترس[1] انتخاب شدند. گروه سالم نیز به افرادی گفته می‌شود که سابقه آسیب لیگامانی قبلی یا جراحی در زانو، آسیب اندام تحتانی در شش ماه گذشته و سابقه پاتولوژی عصبی-اسکلتی -عضلانی نداشته باشد و توانایی ایستادن روی یک پا در وضعیت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو و حفظ آن برای حداقل ۱۵ ثانیه را داشته باشد.

پس از نمونه گیری، اطلاعات دموگرافیک افراد شامل سن، جنس، قد، وزن، ثبت می‌شد. پس از توضیحات و آگاهی لازم در مورد آزمون، فرم رضایتنامه آگاهانه جهت شرکت در این مطالعه به افراد داده می‌شد. تمامی اندازه‌گیری و آزمون‌ها روی پای غالب (پایی که با آن به توپ ضربه می‌زند) انجام شد. در این مطالعه از دستگاه صفحه نیرو[2] با نرخ نمونه‌گیری ۱۰۰ هرتز در ثانیه و همچنین LEPD استفاده گردید.

بعد از آشنا کردن افراد از روش انجام کار افراد آماده اعمال اغتشاش شدند. در ابتدا کمربند وسیله اعمال اغتشاش به کمر فرد بسته می‌شد و ارتفاع دستگاه با قد فرد تنظیم می‌شد به‌طوری که وقتی فرد روی صفحه نیرو ایستاده بود کابل‌ها به صورت کاملاً افقی قرار گرفته باشند. سپس از فرد خواسته می‌شد با پای برهنه‌ی سمت غالب خود روی صفحه نیرو بایستد و پای مقابل را بالا بگیرد و دست‌ها را به صورت ضربدری روی قفسه سینه بگذارد و به علامتی که به دیوار روبروی فرد نصب شده نگاه کند. در این هنگام برای اعمال اغتشاش چرخش به داخل یا خارج اندام تحتانی یکی از کابل‌های راست یا چپ به صورت ناگهانی توسط رها کننده‌ی الکترونیکی که روی LEPD کار گذاشته شده بود رها می‌شد. از فرد خواسته می‌شد که بعد از اعمال اغتشاش تعادل خود را روی یک پا حفظ کند. در مجموع دوازده آزمون (چهار مدل هرکدام سه مرتبه) برای اغتشاشات چرخش به داخل و خارج اندام تحتانی انجام شد. چهار نوع اغتشاش که به افراد اعمال می‌شد عبارت بودند از:

۱- اغتشاش چرخش به خارج با زانوی صاف: کابل سمت اندام تحتانی مورد آزمون به صورت ناگهانی رها می‌شد، ۲- اغتشاش چرخش به داخل با زانوی صاف: کابل سمت مقابل اندام تحتانی مورد آزمون به صورت ناگهانی رها می‌شد، ۳- اغتشاش چرخش به خارج با زانوی خم: کابل سمت اندام تحتانی مورد آزمون به صورت ناگهانی رها می‌شد، ۴- اغتشاش چرخش به داخل با زانوی خم: کابل سمت مقابل اندام تحتانی مورد آزمون به صورت ناگهانی رها می‌شد.

اغتشاشات به صورت اتفاقی اعمال و هر نوع اغتشاش سه مرتبه تکرار می‌شد. ما بین انجام آزمون‌ها یک تا دو دقیقه استراحت به افراد داده می‌شد و از افراد درخواست می‌گردید که در زمان استراحت وزن خود را روی پای مقابل بیندازند تا از ایجاد خستگی جلوگیری شود. داده‌های خام حاصل از این آزمون‌ها که شامل شدت و جهت مؤلفه‌های (x,y,z) نیروی عکس‌العمل زمین بود، به مدت ۱۰ ثانیه در تمام مراحل انجام آزمون ثبت گردید. فرکانس جمع‌آوری داده‌ها در این مطالعه ۱۰۰ هرتز بود.

تجزیه و تحلیل آماری:

در ابتدا از آمار توصیفی جهت بررسی مشخصات دموگرافیک استفاده شد. تکرارپذیری متغیرهای نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار توسط ضریب همبستگی (ICC[3]) با فاصله اطمینان ۹۵٪ و آلفا کرونباخ[4] درون هر جلسه و بین دو جلسه آزمون و بازآزمون بررسی گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری نیز از نرم‌افزار آماری SPSS ورژن ۱۸ استفاده شد.

1- convenience sampling
2- Portable kistler force plateform (500×600 mm), type 9260 AA, Kistler instruments, switzerland
3- Intraclass Correlation
4- Cronbanch's Alpha

یافته‌ها

ابتدا افراد مورد مطالعه از منظر متغیرهای سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی و سطح فعالیت مورد بررسی قرار گرفتند که نتایج آن در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱. اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت کننده در مطالعه

متغیر	میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۲۲/۳۱±۲/۹۲
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۱۵۳±۸/۲۵
وزن (کیلوگرم)	۶۵/۶۱±۱۲/۲۸
شاخص توده بدنی	۲۱/۵۷±۳/۲۲

در مرحله بعد تکرارپذیری تمامی مؤلفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاشات چرخش به داخل و خارج و وضعیت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو بین دو جلسه آزمون و بازآزمون توسط ضریب همبستگی با فاصله اطمینان ۹۵٪ و آلفا کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول شماره ۲و۳ آورده شده است.

جدول شماره۲. تکرارپذیری بین جلسه‌ای نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاش چرخش به خارج در وضعیت‌های خم و صاف زانو

متغیرها	اغتشاش چرخش به خارج- زانو صاف			اغتشاش چرخش به خارج-زانو خم		
	آلفا کرونباخ	I.C.C		آلفا کرونباخ	I.C.C	
		داده‌های منفرد	میانگین داده ها		داده‌های منفرد	میانگین داده ها
نیروی عکس‌العمل زمین Fx (N)	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۹۲
نیروی عکس‌العمل زمین Fy(N)	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۹۵
نیروی عکس‌العمل زمین Fz (N)	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۸
مرکز فشار COPx	۰/۸۵	۰/۷۵	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۷۵	۰/۸۶
مرکز فشار COPy	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۷۳	۰/۸۷	۰/۷۷	۰/۸۷

جدول شماره ۳. تکرارپذیری بین جلسه‌ای نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاش چرخش به داخل در وضعیت‌های خم و صاف زانو

متغیرها	اغتشاش چرخش به داخل- زانو صاف			اغتشاش چرخش به داخل-زانو خم		
	آلفا کرونباخ	I.C.C		آلفا کرونباخ	I.C.C	
		داده‌های منفرد	میانگین داده ها		داده‌های منفرد	میانگین داده ها
نیروی عکس‌العمل زمین Fx (N)	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۶
نیروی عکس‌العمل زمین Fy(N)	۰/۶۸	۰/۵۲	۰/۶۸	۰/۸۶	۰/۷۴	۰/۸۶
نیروی عکس‌العمل زمین Fz (N)	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
مرکز فشار COPx	۰/۸۴	۰/۷۲	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۶۳	۰/۷۷
مرکز فشار COPy	۰/۸۴	۰/۷۲	۰/۸۴	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۹۴

با توجه به آنچه یافته‌ها نشان می‌دهد تکرارپذیری متغیرهای نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاشات چرخش به خارج در حالت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو از تکرارپذیری بالاتر از ۰/۷۳ و در اغتشاشات چرخش به داخل نیز در حالت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو از تکرارپذیری بالاتر از ۰/۶۸ برخوردار می‌باشد.

در ادامه تکرارپذیری تمامی مؤلفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاشات چرخش به داخل و خارج و وضعیت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو ما بین سه تکراری که درون هر جلسه (آزمون و بازآزمون) انجام شد توسط آلفا کرونباخ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول شماره۴و۵ آورده شده است.

جدول شماره۴. تکرارپذیری نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاش چرخش به داخل و خارج در وضعیت‌های خم و صاف زانو در جلسه اول (آزمون)

متغیرها	اغتشاش چرخش به خارج آلفا کرونباخ		اغتشاش چرخش به داخل آلفا کرونباخ	
	زانو صاف	زانو خم	زانو صاف	زانو خم
نیروی عکس‌العمل زمین Fx (N)	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۹۲	۰/۹۱
نیروی عکس‌العمل زمین Fy (N)	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۷۴	۰/۷۶
نیروی عکس‌العمل زمین Fz (N)	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۹۹
مرکز فشار COPx	۰/۹۴	۰/۸۱	۰/۹۷	۰/۹۳
مرکز فشار COPy	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۵

جدول شماره۵. تکرارپذیری نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در اغتشاش چرخش به داخل و خارج در وضعیت‌های خم و صاف زانو در جلسه دوم (بازآزمون)

متغیرها	اغتشاش چرخش به خارج آلفا کرونباخ		اغتشاش چرخش به داخل آلفا کرونباخ	
	زانو صاف	زانو خم	زانو صاف	زانو خم
نیروی عکس‌العمل زمین Fx (N)	۰/۸۵	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۶
نیروی عکس‌العمل زمین Fy (N)	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۸۵	۰/۷۷
نیروی عکس‌العمل زمین Fz (N)	۰/۹۶	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
مرکز فشار COPx	۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۷
مرکز فشار COPy	۰/۹۰	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۸

با توجه به آنچه در نتایج مشاهده می‌شود تکرارپذیری تمامی مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در وضعیت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو مابین سه تکراری که در جلسه اول انجام شد بالاتر از ۰/۷۱ و در جلسه دوم بالاتر از ۰/۸۵ به دست آمد.

بحث

تغییرات وضعیتی[1] پاسخی است که در اکثریت ضایعات اندام تحتانی مشاهده می‌شود، مخصوصاً اگر تغییر ناگهانی در COG اعمال شود بدن عکس‌العمل نشان می‌دهد تا آن را به حالت ثبات در آورد. براساس گفته برنشتاین[2] در هر بار تغییر ناگهانی یک گونه پاسخ داده می‌شود(۱۰). اما آیا گوناگونی پاسخ می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد؟

اگر در هر بار اغتشاش پاسخ‌ها گوناگون باشد نمی‌توان سیستم خاص ارزیابی همگانی عمومی را برای بررسی وضعیت مطرح کرد، به این علت سؤالی که مطرح می‌شود این است که آیا این نوع ارزیابی می‌تواند برای قسمت‌های مختلف بررسی شود. بدین منظور در این مطالعه به بررسی تکرارپذیری مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در انواع اغتشاشات وارد شده درون هر جلسه و همچنین بین جلسات آزمون و بازآزمون که با فاصله یک هفته انجام شد پرداختیم.

در بررسی تکرارپذیری بین جلسه‌ای متوجه شدیم که تکرارپذیری مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار حین اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی و در وضعیت‌های فلکسیون و اکستانسیون زانو در اکثریت موارد آلفا کرونباخ و ضریب همبستگی بالای ۰/۸ به دست آمد. برطبق طبقه‌بندی مونرو(۱۱) که جهت توصیف میزان تکرارپذیری استفاده گردید، تکرارپذیری بین ۰/۲۵-۰/۰۰ ضعیف، ۰/۴۹-۰/۲۶ پایین، ۰/۶۹-۰/۵۰ متوسط، ۰/۸۹-۰/۷۰ بالا و ۱/۰۰-۰/۹۰ خیلی بالا محسوب می‌شود. بنابراین تکرارپذیری بین جلسه‌ای در مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار از سطوح بالا و خیلی بالا برخوردار بودند. در بررسی تکرارپذیری بین جلسه‌ای، مابین آزمون چرخش به داخل و خارج تفاوتی در قابلیت بدن برای کنترل وجود نداشت و هر دو آزمون از تکرارپذیری بالا و بسیار بالا برخوردار بودند. تکرارپذیری مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در حالت اکستانسیون زانو در واقع وضعیتی که مفصل در حالت زنجیره بسته[3] می‌باشد و از ثبات بالایی برخوردار است در مقایسه با حالتی که زانو خم بوده و مفصل در وضعیت زنجیره باز[4] می‌باشد نیز از نظر کنترل بدن و قابلیت تکرارپذیری تفاوتی با هم نداشته و هر دو در سطوح بالا و بسیار بالا قرار داشتند. در واقع تغییر شرایط مفصل از حالت ثبات و زنجیره بسته به حالت زنجیره باز و به

1- Postural 2- Bernsteins 3- Close Pack Position (CPP) 4- Lose Pack Position (LPP)

چالش کشیدن مرکز ثقل نتوانست تغییری در تکرارپذیری نیروی عکس‌العمل زمین و مرکزفشار ایجاد کند. در اغتشاشات چرخشی اندام تحتانی با توجه به اینکه چرخش در دو جهت کاملاً متفاوت اعمال شد (چرخش رو به داخل و خارج) شرایط تکرارپذیری نیروی عکس‌العمل زمین و مرکز فشار تغییری نکرد و از سطوح بالایی برخوردار بود، با توجه به این یافته‌ها می‌توان اینگونه تفسیر کرد که در چرخش به دو سمت مخالف احتمالا تغییری در محل مرکز ثقل اتفاق نمی‌افتد.

در بررسی قابلیت تکرارپذیری که در هر جلسه جداگانه انجام شد دریافتیم که نه تنها در جلسه اول بلکه در جلسه دوم نیز با فاصله یک هفته تکرارپذیری بر همین روال می‌باشد و در واقع می‌توان گفت که در طول مدت یک هفته هرگونه فعالیت‌های روزمره زندگی نیز تغییری در وضعیت تکرارپذیری ایجاد نکرد. در مطالعه‌ای که شولتز[1] و همکاران برای ارزیابی ویژگی‌های پاسخ‌های نوروماسکور در زانو به دنبال اغتشاشات عملکردی انجام دادند نیز در ابتدا روایی و پایایی LEPD را مورد بررسی قرار دادند. برای بررسی پایایی LEPD از بررسی تغییرات روزانه برای اندازه‌گیری‌های انحراف وضعیت استفاده شد. ضریب همبستگی برای ماکزیمم انحرافات وضعیت در جهات مختلف (داخلی- خارجی وقدام- خلف) برای اغتشاشات چرخش به داخل و خارج محاسبه شد و تکرارپذیری بالایی را نشان داد. شولتز و همکاران به دنبال بررسی پایایی و روایی این ابزار در مطالعات بعدی خود از این وسیله استفاده کردند(۷).

نتایج به دست آمده از بررسی تکرارپذیری این ابزار در مطالعات قبلی نیز از قابلیت اعتماد بالایی برخوردار بود ولی دور از دسترس بودن ابزار استفاده شده در مطالعات قبلی باعث شد پژوهشگران مطالعه حاضر این ابزار را مشابه‌سازی کرده و پایایی آن را مورد بررسی قرار دهند، نتایج به دست آمده نیز نشان داد که تکرارپذیری ابزار ساخته شده از سطوح بالایی برخوردار می‌باشد، بنابراین می‌توان در مطالعات آتی برای اعمال اغتشاشات چرخشی در اندام تحتانی با اطمینان از LEPD استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

تکرارپذیری نسبتا بالای به دست آمده از اندازه‌گیری‌های نیروهای عکس‌العمل زمین و مرکز فشار در خلال چهار مدل اغتشاش چرخشی رو به داخل و خارج اندام تحتانی در حالت فلکسیون و اکستانسیون زانو در افراد سالم بیانگر این است که ابزار اعمال اغتشاش اندام تحتانی از پایایی نسبتا بالایی برخوردار بوده، بنابراین می‌توان در مطالعات دیگر برای اعمال اغتشاشات چرخشی در اندام تحتانی با اطمینان از LEPD استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. نویسندگان بدین وسیله از دانشکده توانبخشی و مرکز تحقیقات اسکلتی عضلانی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و آقایان مهندس مرتضی جلیلیان و مهندس کیوان دبیر جهت ساخت و نصب ابزار اعمال اغتشاش اندام تختانی و تمام افراد شرکت کننده در این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع:

1.Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. Physical Therapy 1997;77(5):517-33.
2.Schmitz RJ, Shultz SJ, Kulas AS, Windley TC, Perrin DH. Kinematic analysis of functional lower body perturbations. Clinical Biomechanics 2004 Dec;19(10):1032-9.
3.Oliveira ASC, Brito Silva P, Farina D, Kersting UG. Unilateral balance training enhances neuromuscular reactions to perturbations in the trained and contralateral limb. Gait & Posture 2013 Sep;38(4):894-9.
4.Fitzgerald GK, Piva SR, Gil AB, Wisniewski SR, Oddis CV, Irrgang JJ. Agility and perturbation training techniques in exercise therapy for reducing pain and improving function in people with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. Physical Therapy 2011;91(4):452-69.
5.Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy 2006;14(1):60-9.
6.Fitzgerald GK, Childs JD, Ridge TM, Irrgang JJ. Agility and perturbation training for a physically active individual with knee osteoarthritis. Physical Therapy 2002;82(4):372-82.
7.Shultz SJ, Perrin DH, Adams JM, Arnold BL, Gansneder BM, Granata KP. Assessment of neuromuscular response characteristics at the knee following a functional perturbation. Journal of Electromyography and Kinesiology 2000 Jun;10(3):159-70.
8.Shultz SJ, Carcia CR, Perrin DH. Knee joint laxity affects muscle activation patterns in the healthy knee. Journal of Electromyography and Kinesiology 2004 Aug;14(4):475-83.
9.Shultz SJ, Perrin DH, Adams MJ, Arnold BL, Gansneder BM, Granata KP. Neuromuscular response characteristics in men and women after knee perturbation in a single-leg, weight-bearing stance. Journal of Athletic Training 2001;36(1):37.
10.Bernstein NA. The co-ordination and regulation of movements. 1967.
11.Domholdt E. Rehabilitation research: principles and applications. 11830 ed. Elsevier Saunders St. Louis^ eMo Mo; 2005.

1- Shultz