

# بررسی تأثیر تمرینات توانبخشی بر همبستگی الگوهای زمانی در راه رفتن افراد با ضایعه لیگامان متقاطع قدامی

\*محمدعلی سنجری<sup>۱</sup>، علی اشرف جمشیدی<sup>۲</sup>، لیلا عباسی<sup>۳</sup>، سعیده سیدمحسنی<sup>۴</sup>، محمد کمالی<sup>۵</sup>

۱- دکترای بیومکانیک، استادیار گروه علوم پایه توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۲- دکترای فیزیوتراپی، استادیار گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- دانشجوی دکترای فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز  
۴- کارشناس ارشد ارتوز و پروتز، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

۵- دکترای تخصصی آموزش بهداشت، دانشیار، مرکز تحقیقات توانبخشی، دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران

دریافت مقاله: ۹۰/۰۸/۰۹  
پذیرش مقاله: ۹۱/۰۱/۱۴

\* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، میرداماد، میدان مادر، خیابان شهید شاه نظری، خیابان نظام، دانشکده توانبخشی، آزمایشگاه بیومکانیک

\* تلفن: ۲۲۲۲۸۰۵۱

\* رایانامه:

sanjarima@alum.sharif.edu

## چکیده

**هدف:** در این تحقیق اثر تمرینات اغتشاشی بر روی شاخص همبستگی آنالیز افت و خیز بدون روند ( $\alpha$ ) برای سیکل‌های راه رفتن در افراد مبتلا به ضایعه لیگامان صلیبی قدامی، با روش‌های محاسباتی دینامیک غیرخطی بررسی شده است.

**روش بررسی:** مطالعه بر روی ۱۰ مرد ورزشکار مبتلا به ضایعه لیگامان صلیبی قدامی که حداقل ۶ ماه از ضایعه لیگامانی آنها گذشته بود صورت گرفت. آزمودنی‌ها به روش غیراحتمالی انتخاب شدند. با استفاده از داده‌های سویچ‌های پایی، زمان گام برای حداقل ۲۷۰ سیکل راه رفتن برای هر فرد قبل و بعد از اغتشاش درمانی استخراج شد و جهت آنالیز شاخص همبستگی آنالیز افت و خیز بدون روند ( $\alpha$ ) مورد استفاده قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان دهنده تفاوت مقدار  $\alpha$  برای داده‌های اصلی و در هم ریخته شده است که نشانگر اتفاقی نبودن ساختار اولیه داده‌های اصلی است. با توجه به قرار گرفتن  $\alpha$  در محدوده  $0 < \alpha < 0.5$ ، همبستگی بلند مدت بین سیکل‌های راه رفتن دیده شد. همچنین نتایج بیانگر عدم تفاوت معنی دار  $\alpha$  قبل و بعد از درمان می‌باشد ( $P=0.515$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج مربوط به شاخص همبستگی، نشان دهنده وجود وابستگی الگوهای زمانی می‌باشد که به راه رفتن با سرعت آرام نزدیک است. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ الگوهای همبستگی زمانی افراد مبتلا به ضایعه لیگامان صلیبی قدامی رفتاری مشابه با افراد سالم دارند.

**کلیدواژه‌ها:** ضایعه لیگامان صلیبی قدامی، آنالیز افت و خیز بدون روند، آنالیز راه رفتن



## مقدمه

آسیب لیگامان صلیبی قدامی، شایعترین آسیب لیگامانی زانو می باشد (۱). این لیگامان علاوه بر نقش مکانیکی در مقید کردن حرکت پسوزانو، از طریق مکانو رسپتورهای موجود در بافتش نقش حسی نیز دارد که در ارتباط با سیستم عصبی عضلانی فیدبک حس عمقی را در حین ورزش و تمرین فراهم می کند (۲). الگوی راه رفتن در افراد مبتلا به بی کفایتی لیگامان صلیبی قدامی<sup>۱</sup> کاملاً با افراد نرمال متفاوت است (۳). تصور می شود که افراد مبتلا به بی کفایتی لیگامان صلیبی قدامی با دو مکانیسم جبرانی به نامهای استراتژی زانو (Knee strategy) و استراتژی هیپ (Hip strategy) خود را با ضایعه لیگامان صلیبی قدامی در حین راه رفتن تطبیق می دهند. گروه اول معمولاً با فلکشن بیشتر در زانو و فعالیت بیشتر در اکستنسورهای زانو راه می روند و گروه دوم معمولاً با سینماتیک نرمال در اندام تحتانی راه می روند و به جبران کاهش گشتاور در اکستنسورهای زانویشان، گشتاور اکستنسوری در هیپ آنها افزایش می یابد (۴). این الگوهای جبرانی راه رفتن می توانند به دنبال تطابق های عضلانی و برنامه ریزی مجدد عصبی عضلانی در پاسخ به درد و بی ثباتی به وجود آمده باشند تا زانو را ثبات بخشند و از آسیب مجدد در حین راه رفتن جلوگیری کنند (۶-۴). پاسخ های فیزیولوژیکی و استراتژی های کنترل حرکتی در افرادی که به خوبی با ضایعه لیگامان صلیبی قدامی سازگاری حاصل می کنند با گروهی که به خوبی قادر به جبران نیستند متفاوت است (۷).

برنامه های درمانی متعددی که برای کاهش احتمال صدمات لیگامان صلیبی قدامی استفاده شده است نشان داده است که برنامه های تمرینی عصبی عضلانی توانایی کاهش عوامل خطر همراه با ضایعه لیگامان صلیبی قدامی را دارند (۸-۱۰). یکی از این برنامه ها، اغتشاش درمانی است که بر پایه feed forward طراحی شده است (۱۱). این روش در مقایسه با درمانهای توانبخشی معمول می تواند سبب برگشت مؤثرتر فعالیت های کاربردی (۱۲) و سبب بهبود ثبات دینامیک زانو در این افراد شود (۱۳، ۱۴). سینماتیک به آرامی تغییر یافته و فعالیت غیر طبیعی عضلانی در حین راه رفتن تحت تأثیر اغتشاش درمانی قرار می گیرد. تغییرات اندکی هم در الگوی فعالیت عضلانی ایجاد می شود که منجر به افزایش ثبات دینامیک زانو می شود (۱۵، ۱۶).

همانطور که Berchuck M و Andriacchi TP در سال ۱۹۹۰ نشان دادند که عمده مشکل افرادی که ضایعه لیگامان صلیبی قدامی دارند در راه رفتن است (۴) و از طرفی با توجه به مقالات

گزارش شده درباره تأثیر درمان های اغتشاشی بر بهبود کنترل عصبی عضلانی (۱۶-۱۱)، در این مطالعه سعی بر آن است که تأثیر اغتشاش درمانی بر اساس پروتکل Fitzgerald که در سال ۲۰۰۰ ارائه گردیده (۱۲) بر روی مهمترین عملکرد این افراد یعنی راه رفتن بررسی گردد.

از خصوصیات مهم راه رفتن، ثبات دینامیک است (۱۷) که با روش های محاسباتی دینامیک غیر خطی (۱۸) محاسبه می شود. به کمک این روش ها ویژگی هایی از کینماتیک حرکت استخراج می شود که با روش های دیگری که تاکنون مورد استفاده قرار می گرفته، میسر نمی باشد (۱۹). هدف این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات اغتشاشی روی شاخص همبستگی آنالیز افت و خیز بدون روند یا DFA<sup>۱</sup> برای سیکل های راه رفتن است.

## روش بررسی

نمونه گیری از بین بیماران در دسترس و به صورت غیر احتمالی قضاوتی صورت گرفت. تعداد ۱۰ مرد در دامنه سنی ۴۴-۲۰ سال (میانگین و انحراف معیار:  $31/43 \pm 7/41$ ) که ضایعه لیگامان صلیبی قدامی در آنها توسط پزشک ارتوپد تعیین شده بود و حداقل ۶ ماه از آسیب آنها گذشته بود، پس از معاینات بالینی توسط آزمونگر و دارا بودن شرایط تحقیق با اخذ رضایت نامه کتبی وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود شامل مردان ورزشکار در دامنه سنی ۴۵-۱۸ سال، با شاخص توده بدنی<sup>۲</sup> کمتر از ۲۵، گذشت حداقل ۶ ماه از آسیب، داشتن درجه ۴ از قدرت عضلانی گلتئوس ماگزیموس، کوادریسپس، همسترینگ و مدیال گاستروکنمیوس در پای مبتلا، دامنه حرکتی کامل اکستانسیون در پای مبتلا، عدم وجود ادم در زانوی مبتلا، عدم وجود درد در زانو، توانایی حفظ وضعیت یا اتخاذ وضعیت متعادل در هنگام انجام حرکات اغتشاشی روی سطح صاف به نحوی که بیمار در انجام حرکات روی یک پا، در تمام صفحات حرکتی و با چشم باز موفق باشد، توانایی پریدن روی پای مبتلا و توانایی دویدن بود و در صورت وجود ضایعه منیسک همراه با قفل شدن زانو، پارگی درجه ۲ و ۳ لیگامان جانبی داخلی، دریافت درمان فیزیوتراپی مشابه تمرینات اغتشاشی در گذشته، وجود آسیب ماندگار در اندام تحتانی (مانند شکستگی، تغییرات دژنراتیو مفصل زانو، میچ پای بی ثبات و ...)، ضایعه عصبی اندام تحتانی، اختلالات آناتومیکی بارز (همچون ژنواروم و یا ژنوالگوم شدید...) و سابقه بیماری های خاص (همچون ناراحتی قلبی، ریوی و اختلالات نورولوژیکی ...)، بیمار از مطالعه خارج می شد.



درمان به تدریج سرعت و شدت اغتشاش با توجه به وضعیت بیمار افزایش می‌یافت. در جلسات انتهایی درمان حفظ تعادل با حرکات خاصی همانند پرتاب توپ با دست و با پا همراه می‌شد. بعد از اتمام ۱۰ جلسه درمان، راه رفتن بیمار همانند جلسه اول ارزیابی شد.

با استفاده از داده‌های سویچ پای، زمان گام<sup>۱</sup> (فاصل زمانی بین هر دو برخورد پاشنه یک پا با زمین) برای حداقل ۲۷۰ سیکل راه رفتن برای هر فرد قبل و بعد از درمان استخراج شد و این سری زمانی به عنوان داده‌های ورودی آنالیز افت و خیز بدون رون (DFA)<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گرفت. شکل ۱ نمایش یکی از این داده‌ها است.

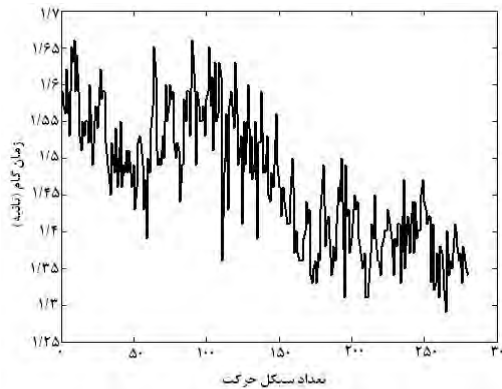
شیب نمودار DFA به‌عنوان شاخص همبستگی ( $\alpha$ ) زمانی مورد بررسی قرار گرفت. اگر  $\alpha < 0.5$  باشد همبستگی کوتاه مدت بین سیکل‌ها وجود دارد، اگر  $\alpha > 0.5$  همبستگی بلند مدت و اگر  $\alpha > 1$  باشد، تکرار سیکل‌ها شبیه به حالت نویز برونین<sup>۳</sup> می‌باشد.

نکات اخلاقی شامل توضیح روش کار و مراحل انجام تست برای بیماران، عدم اجبار بیماران به ادامه تست در صورت عدم تمایل، اخذ رضایت نامه کتبی، نگرش هزینه بابت درمان و پرداخت هزینه کامل درمان در صورت آسیب احتمالی در همه بیماران در نظر گرفته شد.

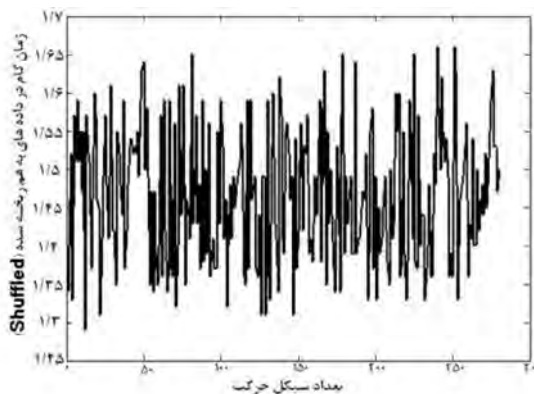
نحوه انجام تست به این صورت بود که با استفاده از سویچ‌های پای<sup>۱</sup> نصب شده در زیر انگشت شست پا و پاشنه پا، در حالی که بیمار به مدت ۱۰ دقیقه در فضای باز، با سرعت معمول خود راه می‌رفت توسط کانال دیجیتال دستگاه ثبت داده صورت می‌گرفت. سویچ‌های پای مورد استفاده، مربوط به شرکت بیومتریکس (Biometrics Data Acquisition, Goiniometer and Movement Analysis, Biometrics Ltd) بودند.

درمان اغتشاشی در ۱۰ جلسه ۹۰ دقیقه‌ای انجام شد به این صورت که پس از گرم کردن بیمار، در جلسات اول، درمان روی تخته‌های تعادلی در پارالل بار انجام می‌شد. با پیشرفت

شکل ۱- نمودار تغییرات زمان بین دو برخورد پاشنه یک پا با زمین در حین راه رفتن (زمان گام)



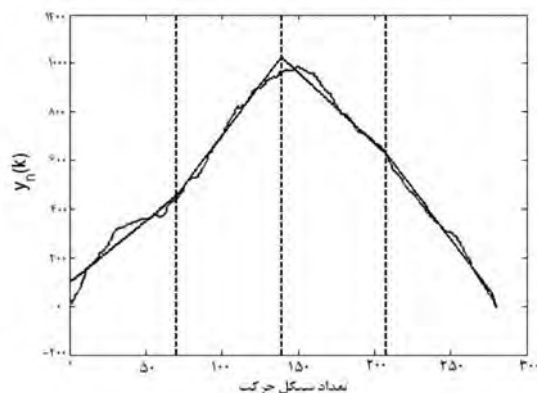
برای تأیید صحت محاسبات و اثبات اینکه در داده‌های شکل ۱ اطلاعاتی غیر از نویز نهفته است، همه داده‌ها به صورت اتفاقی در هم ریخته شد (shuffling) که نمونه‌ای از آن در شکل ۲ آورده شده است. سپس دوباره محاسبات انجام شد. تفاوت در نتایج نمایانگر این است که داده‌های اصلی از ساختاری غیراتفاقی برخوردار بوده‌اند.



شکل ۲- داده‌های درهم ریخته شده شکل ۱ برای محاسبه ساختار اولیه داده‌ها

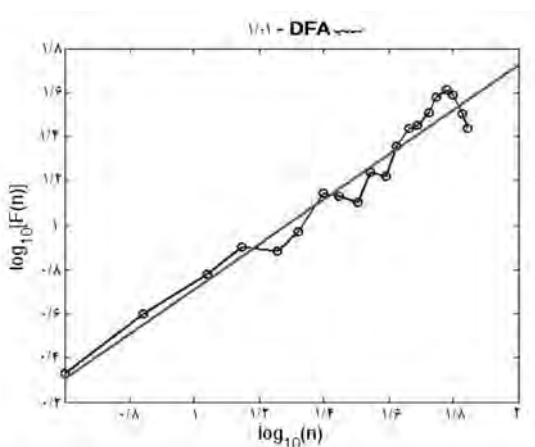


نموداری از تحلیل DFA با چهار بخش برای داده‌های فوق به صورت شکل ۳ است (۲۰):



شکل ۳- آماده سازی تابع انتگرال گیری شده برای بخش بندی تحلیل DFA

در نهایت مقدار شیب خطی  $\alpha$  به صورت زیر برای این آزمودنی از برازش خط مستقیم به مقادیر لگاریتمی به دست آمد (شکل ۴):



شکل ۴- محاسبه شیب منحنی برای بدست آوردن شاخص DFA

داده‌های اصلی و درهم ریخته شده متفاوت است که نشان دهنده این است که ساختار اولیه داده‌های اصلی (شکل ۱) اتفاقی نبوده و با نویز تفاوت دارد چرا که بعد از به هم ریختن، مقدار  $\alpha$  آن نزدیک به نویز می‌شود.

از طرفی با توجه به مقادیر  $\alpha$  برای داده‌های اصلی که در محدوده  $0 < \alpha < 0.5$  قرار دارد، می‌توان به این نتیجه رسید که همبستگی بلند مدتی بین سیکل‌های راه رفتن وجود دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که شاخص DFA قبل و بعد از درمان با هم تفاوت معنی‌داری ندارند ( $P=0.515$ ).

برای اعلام مقادیر  $\alpha$  برای افراد دچار ضایعه لیگامان صلیبی قدامی از آمار توصیفی و نمودار میله‌ای استفاده شد. برای بررسی تفاوت قبل و بعد از درمان، از آزمون  $t$  زوج استفاده شد که قبل از آن نیز شرایط اولیه این آزمون از قبیل نرمال بودن، توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف با تصحیح لیلیوفورس برای حجم نمونه‌های کم، انجام گرفت.

#### یافته‌ها

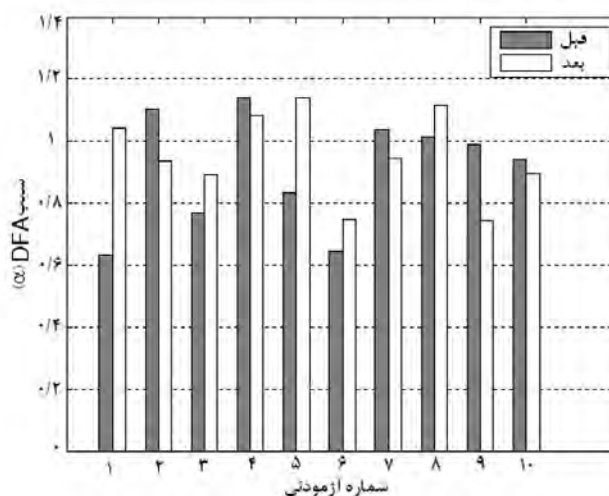
آمار توصیفی ضریب همبستگی DFA که با  $\alpha$  نشان داده می‌شود در جدول ۱ آمده است. مقدار  $\alpha$  که متغیری وابسته است برای

جدول ۱- آمار توصیفی ضریب همبستگی ( $\alpha$ ) به روش DFA

	داده‌های در هم ریخته شده		داده‌های اصلی	
	قبل	بعد	قبل	بعد
A	۰/۴۸ (۰/۰۸)	۰/۰۵ (۰/۰۹)	۰/۹۱ (۰/۱۸)	۰/۹۵ (۰/۱۴)
R <sup>2</sup>	۰/۹۳ (۰/۰۲)	۰/۹۴ (۰/۰۳)	۰/۹۳ (۰/۰۳)	۰/۹۵ (۰/۰۲)
مقدار P	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

مقدار R<sup>2</sup> و P مربوط به کیفیت رگرسیون خطی شکل ۴ می باشد.

در شکل ۵ مقادیر  $\alpha$  برای همه آزمودنی‌ها گزارش شده است.



شکل ۵- نمودار میله ای مقدار  $\alpha$  برای تمام آزمودنی‌ها قبل و بعد از درمان

### نتیجه‌گیری

آنالیز افت و خیز بدون روند (DFA) در این تحقیق نشان داد که همبستگی الگوهای زمانی در راه رفتن افراد با ضایعه لیگامان متقاطع قدامی قبل و بعد از تمرینات توانبخشی تفاوتی نداشت و در هر دو حالت نزدیک به مقادیر راه رفتن عادی بود. از آنجا که تمرینات توانبخشی طبق بررسی‌های کیفی نتایج رضایت‌بخشی داشته، بنابراین ضایعه این افراد تأثیری در الگوهای زمانی راه رفتن آنها نداشته است.

### تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت طرح پژوهشی شماره ۴۶۱/م.ت. مرکز تحقیقات توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است. از گروه علوم پایه توانبخشی و آزمایشگاه بیومکانیک مرکز تحقیقات توانبخشی قدردانی می‌شود.

### بحث

در تغییرات زمانی گام‌های متوالی راه رفتن، اطلاعات مفیدی نهفته است که توسط روش محاسباتی DFA قابل استخراج است (۲۱). این روش با موفقیت خوبی روی داده‌های فعالیت قلب (۲۰)، راه رفتن افراد نرمال (۲۲) و افراد مسن (۲۳) به کار گرفته شده است. در این تحقیق سعی شده تا اولاً این معیار برای افراد دچار ضایعه ACL گزارش شود و ثانیاً شاخص کمی همبستگی از روش DFA که با  $\alpha$  نشان داده می‌شود، قبل و بعد از درمان توانبخشی با هم مقایسه شود. نتایج نشان داد که مقدار همبستگی، نشان دهنده وجود وابستگی الگوهای زمانی می‌باشد که در این تحقیق به راه رفتن با سرعت آرام نزدیک بود (۲۱). از طرفی نتایج این شاخص قبل و بعد از درمان تفاوت نداشت. از آنجا که درمان روی این افراد به صورت معنی داری اثر مطلوب داشته (۲۴-۲۶)، می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ الگوهای همبستگی زمانی افراد مبتلا به ضایعه لیگامان صلیبی قدامی دچار مشکل نیستند و از این لحاظ رفتاری مشابه با افراد سالم دارند.



منابع:

- 1-Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2000;8(3):141-50.
- 2-Dugan SA. Sports-related knee injuries in female athletes: What gives? *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2005;84(2):122.
- 3-Cook G, Burton L, Fields K. Reactive neuromuscular training for the anterior cruciate ligament-deficient knee: A case report. *Journal of Athletic Training*. 1999;34(2):194.
- 4-Berchuck M, MD'i TPA. Gait Adaptations by Patients Who Have a Deficient Anterior Cruciate Ligament. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 72A. 1990;871-7.
- 5-Devita P, HORTOBAGYI T, BARRIER J, TORRY M, GLOVER KL, SPERONI DL, et al. Gait adaptations before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1997;29(7):853.
- 6-Wexler G, Hurwitz DE, Bush-Joseph CA, Andriacchi TP, Bach Jr BR. Functional gait adaptations in patients with anterior cruciate ligament deficiency over time. *Clinical orthopaedics and related research*. 1998;348:166.
- 7-Rudolph KS, Eastlack ME, Axe MJ, Snyder-Mackler L. 1998 Basmajian Student Award Paper: Movement patterns after anterior cruciate ligament injury: a comparison of patients who compensate well for the injury and those who require operative stabilization. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1998;8(6):349-62.
- 8-Myklebust G, Engebretsen L, Brækken IH, Skjøelberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2003;13(2):71.
- 9-Petersen W, Braun C, Bock W, Schmidt K, Weimann A, Drescher W, et al. A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2005;125(9):614-21.
- 10-Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2000;8(6):356-63.
- 11-Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackler L, others. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2001;31(10):546-66.
- 12-Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Physical therapy*. 2000;80(2):128-40.
- 13-Beard DJ, Dodd CA, Trundle HR, Simpson AH. Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament deficiency. A prospective randomised trial of two physiotherapy regimes. *Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume*. 1994;76(4):654.
- 14-Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training for knee ligament injuries. *The American Journal of Sports Medicine*. 1986;14(4):309-15.
- 15-Chmielewski TL, Rudolph KS, Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Biomechanical evidence supporting a differential response to acute ACL injury. *Clinical Biomechanics*. 2001;16(7):586-91.
- 16-Chmielewski TL, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Development of dynamic knee stability after acute ACL injury. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002;12(4):267-74.
- 17-Segal AD, Orendurff MS, Czerniecki JM, Shofer JB, Klute GK. Local dynamic stability in turning and straight-line gait. *Journal of biomechanics*. 2008;41(7):1486-93.
- 18-Hilborn R. *Chaos and Nonlinear Dynamics: An Introduction for Scientists and Engineers*. Oxford University Press, USA; 2001.
- 19-Stergiou N, Moraiti C, Giakas G, Ristanis S, Georgoulis AD. The effect of the walking speed on the stability of the anterior cruciate ligament deficient knee. *Clinical Biomechanics*. 2004;19(9):957-63.
- 20-Peng CK, Havlin S, Stanley HE, Goldberger AL. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*. 1995;5(1):82-7.
- 21-Hausdorff JM. Gait dynamics, fractals and falls: finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking. *Human movement science*. 2007;26(4):555-89.
- 22-Damouras S, Chang MD, Sejdic E, Chau T. An empirical examination of detrended fluctuation analysis for gait data. *Gait & posture*. 2010;31(3):336-40.
- 23-Cavanaugh JT, Kochi N, Stergiou N. Nonlinear analysis of ambulatory activity patterns in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2010;65(2):197.
- 24-Abbasi L. [Studying the effect of perturbation training on gait kinematics of patients with ACL injury(Persian)]. Thesis for Master of Science in Physical therapy. Faculty of Rehabilitation, Iran University of Medical Sciences (IUMS); 2008,pp: 53-70.
- 25-Abbasi L, Jamshidi AA, Sanjari MA, Sayadi S, Seyed Mohseni S. [Studying the effect of perturbation training on gait kinematics of patients with anterior cruciate ligament injury(Persian)]. *KAUMS Journal ( FEYZ )*. 2011;14(5):473-82.
- 26-Abbasi L, Jamshidi AA, Sanjari MA, Mohseni SS, Sayadi S, Jafari H, et al. Gait kinematics of ACL deficient patients can be modified following 10 sessions of perturbation training. *Gait & Posture*. 2009;30(supple 2):S83.

# The Effect of Rehabilitation Exercises on Time Series Correlation in Gait of Anterior Cruciate Ligament Deficient Patients

\*Sanjari M.A. (Ph.D.)<sup>1</sup>, Ashraf Jamshidi A. (Ph.D.)<sup>2</sup>, Abbasi L. (Ph.D.)<sup>3</sup>, Seyed Mohseni S. (M.Sc.)<sup>4</sup>, Kamali M. (Ph.D.)<sup>5</sup>

Receive date: 31/10/2011

Accept date: 02/04/2012

- 1- Ph.D. of Biomechanics, Assistant professor, Department of basic rehabilitation sciences, Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences.
- 2- Ph.D. of Physiotherapy, Assistant professor, Department of Physical Therapy, Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences.
- 3- Ph.D. student of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences.
- 4- M.Sc. of Orthotics and Prosthetics, Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences.
- 5- Ph.D of Health Education, Associate professor, Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences.

**\*Correspondent Author Address:**

Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Shahid Shahnazari st., Madar sq., Mirdamad Blvd., Tehran., Iran.

\*Tel: +98 21 22228051

\*E-mail: sanjarima@alum.sharif.edu

## Abstract

**Objective:** In this research the effect of perturbation training on correlation index of detrended fluctuation analysis index ( $\alpha$ ) of anterior cruciate ligament deficient (ACL) patients was evaluated using nonlinear dynamic methods.

**Materials & methods:** The study was done on ten male athletes with at least 6 months elapse after their ACL lesions. Subjects were selected using non-probability sampling technique. Stride time for about 270 gait cycles for each patient was recorded and used for detrended fluctuation analysis.

**Results:** Analysis showed difference in values of  $\alpha$  between primary and shuffled data which indicates a non-trivial trend of data structure. According to the range of  $\alpha$  ( $0.5 > \alpha > 1$ ), long time correlation between gait cycles was found. Also, the results showed no significant difference on  $\alpha$  before and after training ( $P=0.515$ ).

**Conclusion:** The results showed persistent patterns in time series which are similar to slow/ speed walking patterns. Also, it can be concluded that, according to their correlation values, ACL deficient patients had a similar behavior to healthy people.

**Key words:** Anterior cruciate ligament lesion, Detrended fluctuation analysis, Gait analysis