

ارزیابی زمانی فرکتال نیرو در افراد مبتلا به بی ثباتی مزمن مچ پا

دکتر سعید طالبیان¹، دکتر زینب شیروی²، سیما مرادی³، نیلوفر روستایی⁴، حسن تمرتاش⁴

1- استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

2- دانشجوی دکتری گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

3- کارشناس ارشد کاردرمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران

4- کارشناس فیزیوتراپی گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

زمینه و هدف: نیروی وارده در مچ پا جهت حفظ ثبات از عواملی است که در صورت عدم وجود کنترل مناسب می‌تواند سبب بروز ضایعات در مچ پا گردد. بی ثباتی مزمن مچ پا یک ناتوانی شایع است که می‌تواند روی عملکرد و فعالیت روزانه زندگی افراد مبتلا اثر بگذارد. هدف این تحقیق ارزیابی تغییرات کنترل شده نیروی اعمال شده بر مچ پا در شرایط دشوار کنترل پوسچر است.

روش بررسی: کنترل پوسچر در دو گروه سالم و بیمار در 8 وضعیت بر روی دستگاه صفحه نیرو مورد بررسی قرار گرفت. وضعیتها شامل ایستادن روی دو پا با چشم باز و بسته، و ایستادن روی یک پا (راست و چپ) با چشم باز و بدون فعالیت شناختی همزمان بود. میزان تغییرات نیرو در حوزه زمان با ارزیابی فرکتال در دو محور X و Y اندازه گیری شدند.

یافته‌ها: بعد فرکتال نیرو در هر دو گروه کاهش معنی داری متعاقب دریافت تکلیف دوگانه در همه حالت‌ها نشان داد ($P < 0/05$). تفاوت معنی داری بین دو گروه در شرایط ایستادن دو پا در شرایط با و بدون تکلیف دو گانه مشاهده نشد. در شرایط ایستادن روی یک پا بعد فرکتال نیرو بدنبال دریافت تکلیف دوگانه افزایش معنی داری در اندام مبتلا نشان داد ($P < 0/05$) ولی مقایسه دو اندام در افراد سالم تفاوتی را در بر نداشت. همچنین مقایسه اندام مبتلا در بیماران با اندام مشابه در افراد سالم با افزایش معنی دار بعد فرکتال نیرو همراه بود ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: بیماران با سابقه بی ثباتی مزمن مچ پا دچار اختلال در حفظ و کنترل مناسب نیرو در تکمیل شرایط حفظ پوسچر می‌باشند. این اختلال در روند کنترل با تکلیف دو گانه مشخص تر گشته و شرایط مستعدی را جهت آسیب مجدد فراهم می‌سازد. ارزیابی با بعد فرکتال یک روش مناسب جهت ارزیابی کنترل پوسچر در شرایط مشکل می‌باشد.

کلید واژه‌ها: کنترل پوسچر، فرکتال، پیچ خوردگی مچ پا، صفحه نیرو، تکلیف دوگانه

(ارسال مقاله: 1391/1/20، پذیرش مقاله 1391/3/20)

نویسنده مسئول: تهران خیابان انقلاب - پیچ شمیران دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران - گروه فیزیوتراپی

Email: talebian@sina.tums.ac.ir

مقدمه

انجام شده است. از انواع آزمون‌های کاربردی استفاده شده می‌توان به آزمون اصلاح شده رومبرگ و سیستم نمره دهی خطای تعادلی اشاره کرد (1، 5). گروهی از محققین در سال‌های اخیر روش جدیدی را برای ارزیابی کنترل تعادل با استفاده از روش تکلیف دوگانه (dual task) به کار برده‌اند. در این روش، فعالیت شناختی همزمان با حفظ تعادل در افراد مورد بررسی قرار می‌گیرد. توجه در اینجا به عنوان ظرفیت پردازش اطلاعات در افراد تعریف می‌شود (4). یک فرضیه مربوط به این ظرفیت پردازش اطلاعات این است که برای هر فردی محدود است و انجام هر وظیفه به بخشی از ظرفیت نیاز دارد. بنابراین اگر دو وظیفه با هم انجام شوند و نیازمند بیش از کل ظرفیت باشند، عملکرد یکی یا هر دو مختل می‌شود (3، 6، 7). روش تکلیف دوگانه از سایر روش‌ها کاربردی‌تر می‌باشد به این علت که

اغلب افراد پیچ خوردگی مچ پا را تجربه کرده‌اند. این عارضه یک ناتوانی شایع است که بر عملکرد و فعالیت افراد در طی روز اثر می‌گذارد. به نظر می‌رسد بروز مکرر این پدیده بر کنترل تعادل فرد اثر گذاشته و سبب اختلال در فرایند پردازش اطلاعات و عدم سازگاری وی در شرایط مختلف نوسان پوسچر شود (1، 2). کنترل پوسچر به عنوان کنترل موقعیت بدن در فضا به منظور حفظ تعادل و جهت یابی معرفی شده است (3). در گذشته، کنترل پوسچر به عنوان یک وظیفه خودکار یا کنترل شده رفلکسی که از حداقل منابع توجهی استفاده می‌کند، بررسی می‌شد ولی مطالعات اخیر پیشنهاد می‌کند که نیازهای توجهی مهمی برای کنترل پوسچر وجود دارد و این نیازها بسته به وظیفه پوسچرال، سن افراد و توانایی‌های تعادلی آنها متغیر هستند (3، 4). ارزیابی کنترل تعادل با استفاده از آزمون‌های کاربردی و یا ابزاری

انگیزه بیمار در انجام دقیق فعالیت شناختی، خستگی در حین انجام تست، وجود سر و صدا، هرگونه فعالیت حرکتی اعم از دستی یا کلامی، میزان و رشته تحصیلی افراد، و نوع فعالیت افراد اشاره کرد.

آزمون شونده‌ها قبل از شرکت در آزمون، فرم موافقت آگاهانه مورد نظر را تکمیل و امضا کردند. قبل از شروع فعالیت تعادلی، فرد باید به پرسشنامه تعیین میزان اضطراب با استفاده از نسخه دو فارسی بک پاسخ می داد. چون اضطراب میتواند به عنوان یک عامل مخدوش کننده موجب اختلال در بررسی اثر توجه روی کنترل پوسچر شود. در صورت بیشتر بودن نمره از 12 که طبیعی شناخته نمی شود، افراد تحت آزمایش کنترل تعادلی قرار نمی گرفتند (27، 28).

سپس افراد از نظر تغییر شکل‌های ساختاری مورد بررسی قرار گرفته و کسانیکه دچار اسکولیوز، کیفوز، ژنواروم یا ژنوالگوم، هالوکس ولگوس و کوتاهیهای اندام تحتانی بودند، از مطالعه خارج می شدند. همچنین، قد و وزن افراد قبل از انجام تست مورد اندازه گیری قرار می گرفت.

قبل از انجام تست، روش کار و نکاتی که انجام آنها توسط فرد الزامی بود، بطور کامل برای افراد شرح داده شد و اهمیت همکاری کامل آنها بیان شد. تمامی وضعیتها بطور آزمایشی روی زمین به فرد آموزش داده شد و تعادل وی بطور نسبی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از افراد خواسته شد که اگر در حین انجام تستها احساس خستگی نمودند، به منظور جلوگیری از تاثیر عامل خستگی بر روی نتایج، فوراً به اطلاع برسانند.

1- تست قرارگیری بر روی دو پا: در ابتدا از آزمون شونده خواسته شد که با پای برهنه و در حالی که هر دو پا کاملاً کنار هم هستند روی صفحه نیرو بایستد. این حالت یکبار با چشمان باز و بار دیگر با چشمان بسته انجام می شد. فرد باید تعادل خود را در هر حالت به مدت 30 ثانیه حفظ می نمود.

در دفعاتی از آزمون که هیچ فعالیت شناختی به آزمون شونده داده نمی شد از وی خواسته می شد که در مدت 30 ثانیه‌ای که اطلاعات از صفحه نیرو جمع آوری میشود به طور آرام بایستد. در مواردیکه چشمان فرد باز بود از وی خواسته می شد که به جلو نگاه کند اما به هیچ شی یا محل خاصی خیره نشود و در مواردیکه چشمان فرد باید بسته می بود چشمان وی با یک پوشش مناسب بسته می شد. به آزمون شونده ها آموزش داده می شد که آرام باشند تنفس طبیعی داشته باشند و اجازه دهند دستها به طور طبیعی کنار بدن آویزان باشد.

فعالیت‌های روزانه ما در حالت ایستاده به صورت تکلیف دوگانه می‌باشد و بندرت فعالیت‌های روزمره که مستلزم ایستادن هستند بصورت منفرد رخ می‌دهند (3، 4). این روش تاکنون بر روی تعدادی از افراد سالم، افراد پیر و بعضی بیماران با ضایعه سیستم مرکزی مثل پارکینسون و همی پلژی و اختلالات عضلانی اسکلتی انجام شده است (22-8). نکته مهم گزارشات متنوع و بحث بر انگیز بویژه در اختلالات عضلانی اسکلتی است و همواره یافته های محققین در توجیه تغییرات کاهنده یا فزاینده متغیرهای پوسچر در این بیماران در یک راستا نبوده است. به نظر می‌رسد ارزیابی های کامل تری نظیر بررسی های غیر خطی یا معیارهای سنجشی دقیق تری نیاز باشد. روش فرکتال یا ارزیابی های قطعه‌ای متعدد در تکرارهای چندگانه از یک رفتار اغتشاش گونه در حوزه زمان روشی است که امروزه در پردازش سیگنال‌های بیولوژیک از آن استفاده می‌شود و مؤید یک نظم در رفتار بی نظم است (26-23). این فرایند نظم‌دهی به یک رفتار اغتشاش گونه و نه تصادفی است و از آنجا که تغییرات نیرو و جابجایی مرکز فشار یک رفتار کاملاً تصادفی نیست به نظر می‌رسد با معیارهای غیر خطی و یا رسیدن به الگوی نظم بتوان مقایسه کاملتری از شرایط مختلف حفظ پوسچر داشت. لذا هدف در این مطالعه بررسی رابطه توجه و کنترل تعادل با انجام همزمان یک فعالیت شناختی در حالت حفظ تعادل ایستاده در افراد مبتلا به پیچ خوردگی مچ پا و مقایسه آن با افراد سالم با استفاده از متغیر فرکتال است.

روش بررسی

8 خانم مبتلا به پیچ خوردگی مزم مچ پا از میان 11 بیمار ارجاع شده، به همراه 10 نفر خانم سالم بر اساس معیارهای ورود و خروج و با میانگین سنی 18 تا 36 سال، بطور داوطلبانه در این تحقیق شرکت نمودند. دو گروه مورد مطالعه از نظر سن، جنس، قد و وزن و سطح فعالیت‌های فیزیکی با یکدیگر تطبیق داده شدند. بی ثباتی مزم مچ پا به عنوان تاریخچه ای از حداقل یک اسپرین مچ پا، احساس پیچ خوردگی مکرر مچ پا و احساس خالی شدن پا تعریف شد (1). اگر افراد تاریخچه‌ای از بیماری‌های دیابت، اختلال بینایی، اختلال دهلیزی، گیجی، اختلال نورولوژیکی، استفاده از مواد الکلی، دردهای عضلانی - اسکلتی، آسیب‌دیدگی عضلانی - اسکلتی غیر از پیچ خوردگی مچ پا و مشکلات ذهنی و یا هر علامتی از اسپرین حاد (تورم، درد و ...) داشتند از مطالعه خارج می شدند. از عوامل مخدوش کننده می توان به حالت روحی - روانی افراد قبل از انجام تست، میزان

از ترکیب شرایط فعالیت شناختی (ایستادن بدون انجام فعالیت شناختی، ایستادن همراه با انجام فعالیت شناختی)، وضعیت بینایی (باز یا بسته بودن چشمها) و وضعیت ایستادن (ایستادن روی هر دو پا، ایستادن روی یک پا) در مجموع 8 حالت جمع‌آوری اطلاعات پوسچرال به وجود آمد. در 4 حالت چشمها باز و فرد روی یک پا ایستاد. در دو حالت فرد روی دو پا با چشمان باز و در دو حالت دیگر فرد روی دو پا و با چشمان بسته ایستاد. هر حالت 3 بار تکرار می‌شد. بنابراین در مجموع 24 بار جمع‌آوری اطلاعات وجود داشت.

در این تحقیق از صفحه نیرو مدل 9090 با فرکانس نمونه‌گیری 200 هرتز و حساسیت 10 استفاده شد. ارزیابی فرکتال زمانی نیروی وارده از مرکز فشار از روی اندازه‌گیری‌های صفحه نیرو به مدت 20 ثانیه و با استفاده از نرم افزار Fractal محاسبه شدند. (24).

تجزیه و تحلیل یافته‌ها توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش 11/5 انجام گرفت و پس از تعیین توزیع نرمال برای مقایسه در هر گروه از آزمون T-test زوج و برای مقایسه دو گروه از نوع مستقل استفاده شد.

یافته‌ها

در وضعیت قرارگیری بر روی دو پا

میزان نیروی فرکتال در هر دو محور طرفی (X) و قدامی خلفی (Y) متعاقب تکلیف دوگانه در هر دو گروه کاهش معنی‌داری را نشان داد. این درحالی است که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در دو شرایط مختلف با و بدون تکلیف دوگانه و در هر دو محور مشاهده نشد (جدول 1).

2- تست قرارگیری بر روی یک پا: از فرد خواسته می‌شد که یک بار روی پای ناسالم و بار دیگر روی پای سالم قرار گیرد. این حالت فقط با چشمان باز، یکبار بدون فعالیت شناختی و بار دیگر همزمان با انجام فعالیت شناختی مورد بررسی قرار گرفت.

در نیمی از تعداد دفعات آزمون، در حالت ایستادن روی دو پا (به طور تصادفی) چشمان آزمون شونده‌ها بسته و در نیمه باقی‌مانده چشمها باز بود. در دفعاتی که به فرد فعالیت شناختی داده شد، از آزمون شونده خواسته می‌شد که قبل از انجام فعالیت شناختی روی سطح سفت صفحه نیرو قرار گیرد (29).

فعالیت شناختی شامل معکوس کردن 7 تایی با شروع از یک عدد تصادفی انتخاب شده مثلاً "بین عدد 200 تا 300 بود (28، 30، 31). ابتدا فرد از بین 30 عدد تصادفی که نزد آزمونگر بودند، عددی را بین 200-300 انتخاب می‌کرد و سپس با شروع تست در ذهن خود 7 تا 7 تا از آن کم می‌کرد. پس از اتمام 30 ثانیه از فرد خواسته میشد که آخرین عددی که به آن رسیده است را بازگو نماید. از فرد خواسته می‌شد که ذهنش را کاملاً درگیر محاسبه عددی نماید. در این حالت چون تعداد دفعاتی که فرد توانسته 7 رقم به عقب برگردد قابل محاسبه دقیق نبود، فقط صحیح یا غلط بودن پاسخ نهایی مورد سنجش قرار گرفت. خطای فعالیت شناختی در وضعیت نشسته هم مورد ارزیابی قرار گرفت. چون در این حالت هیچگونه تلاشی جهت حفظ تعادل صورت نمی‌گرفت و به عنوان یک معیار استاندارد با میزان خطای فعالیت شناختی در حالت ایستاده مقایسه می‌شد.

در زمان انجام تست ذهن آزمون‌شونده فقط باید به انجام فعالیت شناختی مشغول می‌بود و هیچ‌گونه فیدبک شنوایی یا بینایی نباید وجود می‌داشت، چرا که هرگونه فعالیت حرکتی در زمان ایستادن اعم از واکنش‌های دستی یا کلامی خود موجب بر هم خوردن تعادل می‌شد.

جدول 1- تغییرات نیروی فرکتال در حالت ایستاده روی دوپا در دو گروه و در شرایط با بدون تکلیف دوگانه

معنی داری	چشم بسته		معنی داری	چشم باز		میانگین	سالم	محور طرفی
	با تکلیف	بدون تکلیف		با تکلیف	بدون تکلیف			
0/000	1/21	1/38	0/003	1/16	1/28	میانگین	سالم	محور طرفی
	1/08	1/11		1/05	1/07			
0/009	1/24	1/44	0/021	1/21	1/31	میانگین	بیمار	محور قدامی
	1/06	1/07		1/1	1/09			
0/002	1/23	1/34	0/004	1/23	1/31	میانگین	سالم	محور خلفی
	1/07	1/11		1/09	1/14			
0/003	1/31	1/46	0/008	1/31	1/41	میانگین	بیمار	محور خلفی
	1/07	1/09		1/12	1/16			

در وضعیت قرارگیری بر روی یک پا

درگیر و سالم تفاوت معنی داری که همراه با افزایش میزان نیروی فرکتال در اندام مبتلا بود مشاهده شد ($P < 0/05$). مقایسه بین دو گروه نیز تفاوت معنی داری در شرایط بدون تکلیف بویژه در محور طرفی نشان داد و حاکی از آن است که نیروی فرکتال در در سمت مبتلا با افزایش همراه است (جدول 2 و 3).

مقایسه اثر تکلیف دو گانه نشان داد در هر دو گروه تفاوت معنی داری بین دریافت تکلیف نسبت به شرایط بدون تکلیف وجود دارد و بدنبال تکلیف نیروی فرکتال کاهش می یابد. همچنین مقایسه دو اندام نشان داد که تفاوت معنی داری بین دو اندام در افراد سالم وجود ندارد ولی در گروه بیماران بین اندام

جدول 2- تغییرات نیروی فرکتال در حالت ایستاده روی یک پا در افراد سالم در شرایط با بدون تکلیف دوگانه

معنی داری	اندام چپ		معنی داری	اندام راست		میانگین	محور طرفی
	با تکلیف	بدون تکلیف		با تکلیف	بدون تکلیف		
0/000	1/2	1/27	0/007	1/21	1/3	میانگین	محور طرفی
	1/03	1/04		1/00	1/02		
0/004	1/27	1/39	0/000	1/29	1/39	میانگین	محور قدامی خلفی
	1/06	1/1		1/07	1/05		

جدول 3- تغییرات نیروی فرکتال در حالت ایستاده روی یک پا در افراد بیمار در شرایط با بدون تکلیف دوگانه

اندام مبتلا		اندام سالم					
معنی	با	بدون	معنی	با	بدون		
داری	تکلیف	تکلیف	داری	تکلیف	تکلیف		
0/000	1/28	1/43	0/034	1/20	1/25	میانگین	محور طرفی
	0/9	1/08		1/05	1/07	انحراف معیار	
0/004	1/33	1/51	0/005	1/27	1/41	میانگین	محور قدامی خلفی
	0/95	1/14		0/09	1/15	انحراف معیار	

بحث

پوسچر است (26). در حال حاضر مطالعه‌ای که بحث زمانی نیرو را بر اساس آنالیز فرکتال بویژه در پیچ خوردگی مچ پا انجام داده باشد وجود ندارد. لذا با توجه به مطالعات کلی در مباحث متغیرهای کنترل پوسچر ما مشاهده کردیم شاخص فرکتال نیرو تفاوت بارزی را بین اندام مبتلا و سالم نشان می‌دهد.

بیماران با سابقه اسپرین مچ پا، دچار آسیب ثبات پوسچر و افزایش بعد فرکتال نیرو در نوسانات مرکز فشار بخصوص در اندام مبتلا می‌شوند. به عبارت دیگر اختلال در مفصل مچ پا سبب افزایش بعد فرکتال نیرو شده و نشان دهنده پراکندگی بیشتر نیرو در واحد مکان است. تکلیف دو گانه در هر دو گروه همراه با کاهش بعد فرکتال نیرو است و نشان می‌دهد تراکم نیرو در واحد مکان افزایش می‌یابد و افراد بدنبال تکلیف دوم سعی بیشتری در کاهش پراکندگی نیرو در سطح دارند. مقایسه دو اندام بیمار (سالم و درگیر) نشان داد که بعد فرکتال در اندام درگیر افزایش می‌یابد و موید این مطلب است که در اندام مبتلا بر میزان پراکندگی نیرو افزوده می‌شود. این مسئله یکی از دلایلی است که توجه بیشتر به عملکرد مناسب بافت نرم و لیگامانهای محافظت کننده مفصل مچ پا را مطرح می‌کند.

پیچ خوردگی مزمن مچ پا اختلالاتی را در کنترل پوسچر بوجود می‌آورد. نتایج تغییرات فرکتال نیرو با سایر پارامترهای کنترل پوسچر، نظیر میزان جابجایی مرکز فشار که توسط Hertel و Docherty گزارش شده است مطابقت دارد (5). اکثر مطالعات نشان می‌دهد اختلال در مکانیسم عضلانی اسکلتی سبب بی‌ثباتی پوسچر را در بیماران می‌شود (37-32)؛ اما این تغییرات گزارش جابجایی مرکز فشار یا سرعت جابجایی بوده است و مطالعه‌ای که شاخص نیرو را بر اساس بعد فرکتال مطرح کرده باشد انجام نشده است. این نتایج همواره با اختلافاتی در میزان تغییرات در شاخص های رایج کنترل پوسچر همراه است به نحوی که اثر تصادفی بودن تغییرات جابجایی مرکز فشار سبب می‌گردد واریانس جابجایی افزایش یافته و نتایج را تحت تاثیر قرار دهد. بررسی فرکتال پارامترهای جابجایی کمک زیادی به تشخیص وجود اختلال می‌کند. در مطالعه Amoud و همکاران ارزیابی فرکتال در دو روش مختلف نشان داد که توانایی مناسبی برای تعیین تفاوت بین افراد مسن و جوان با این روش وجود دارد (24). همچنین Blaszczyk گزارش کرده است ارزیابی فرکتال یک روش مناسب و قابل اعتباری در سنجش

REFERENCES

1. Docherty CL, Valovich McLeod TC, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. *J Sport Med*, 2006 May;16(3):203-8.
2. Beynon BD, Murphy DF, Alosa DM. Predictive Factors for Lateral Ankle Sprains: A Literature Review. *J of Athletic training*. 2002; 37 (4): 376-380.
3. Yardly L, Gardner M, Leadbetter A, Lavie N. Effect of articulatory and mental tasks on postural control. *Neuroreport*. 1999 Feb 5; 10(2):215-9.
4. Shumway-Cook A, Woollacott M. Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *J Gerontol* 2000;55A:M10-6.
5. Hertel J, Buckley WE, Denegar CR. Serial testing of postural control after acute lateral ankle sprain. *Athletic Training*. 2001 Dec; 36(4):363-368.

6. Wickens CD. Attention and skilled performance. In: DH Holding, editor. *Human Skills*. NY: John Wiley & Sons, 1989:71–105.
7. Neumann O. Automatic processing: a review of recent findings and a plea for an old theory. In: Prinz W, Sanders AF, editors. *Cognition and Motor Processes*. Berlin: Springer-Verlag, 1984:255–93.
8. Brauer SG, Broome A, Stome C, Clewett S, Herzig P. Simplest tasks have greatest dual task interference with balance in brain injured adults. *Hum Mov Sci*. 2004; Oct.23(3-4):489-502.
9. Brown LA, Sleik RG Winder TR. Attentional demands for static postural control after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002 Dec; 83(12): 1732-5.
10. Chan RC. Attentional deficits in patients with post-concussion symptoms: a componential perspective. *Brain Inj*. 2001 Jan; 15(1):71-94.
11. Cockburn J, Haggard P, Cock J, Fordham C. Changing patterns of cognitive motor interference (CMI) overtime during recovery from stroke. *Clin Rehabil*. 2003 Mar; 17(2): 167-703.
12. Geurts AC, Knoop JA, van Limbeek J. Is postural control associated with mental functioning in the persistent postconcussion syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999 Feb; 80(2):144-9.
13. Hein G, Schubert T, von Cramon DY. Closed head injury and perceptual processing in dual task situations. *Exp Brain Res*. 2005 Jan; 160(2): 223-34.
14. Lim I, van Wegen E, de Goede C, Deutekom M, Nieuwboer A, Willems A, Jones D, Rochester L, Kwakkel G. Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinsons disease: Systematic review. *Clin Rehabil*. 2005 Oct; 19(7):695-713.
15. Lang CE, Bastian AJ. Cerebellar damage impairs automaticity of a recently practiced movement. *J Neurophysiol*. 2002 March; 87(3): 1336-47.
16. Marchese R, Bove M, Abbruzzese G. Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's disease: Posturographic study. *Mov Disord*. 2003Jun; 18(6): 652-8.
17. Morris M, Iansek R, Smithson F, Huxham F. Postural instability in Parkinsin's disease: a comparison without a concurrent task. *Gait & Posture*, 2000 dec.; 12(3): 205-16.
18. Bensoussan L, Viton J, Schieppati M, Collado H. Changes in postural control in hemiplegic patients after stroke performing a dual task. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Aug; 88(8): 1009-15.
19. Moradi S, Talebian S, Abdolvahab M, Jalaei Sh, Jalili M, Dehghan L, Bayat S. The effect of dual task condition concurrently with wedge on postural control of standing in hemiplegic cerebral palsy. *Modern Rehabilitation*. 2010; 4 (1,2): 60-66.
20. Negahban H, Hadian MR, Salavati M, Mazaheri M, Talebian S, Jafari AH, Parnianpour M. The effects of dual-tasking on postural control in people with unilateral anterior cruciate ligament injury. *Gait & Posture*. 2009;30: 477–481
21. Salavati M, Hadian MR, Mazaheri M, Negahban H, Ebrahimi I, Talebian S, Jafari AH, Sanjari MA, Sohani SM, Parnianpour M. Test–retest reliability 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: 460–464.
22. Salehpour Z, Ashrafi H, Otadi KH, Talebian S. The effect of dual task on energy of postural sway in patients with neck myofacial pain. *Modern Rehabil*. 2011; 4(3,4):12-17.
23. Talebinejad M, Chan AD, Miri A, Dansereau RM. Fractal analysis of surface electromyography signals: a novel power spectrum-based method. *J of Electromy and Kinesiol*. 2009; 19: 840–850.
24. Amoud H, Abadi M, Hewson DJ, Pellegrino VM, Doussot M, Duchêne J. Fractal time series analysis of postural stability in elderly and control subjects. *J of Neuro Engineering and Rehabilitation*. 2007; 4:1-12.
25. Duartea M, Zatsiorsky VM. On the fractal properties of natural human standing. *Neuroscience Letters*. 2000; 283:173-176.
26. Blaszczyk JW, Klonowski W. Postural stability and fractal dynamics. *Acta Neurobiol. Exp*. 2001; 61: 105-112.
27. Grisart JM, Plaghki LH. Impaired selective attention in chronic pain patients. *J pain*. 1999;3:325-333.
28. Scopaz KA, Piva SR, Wisniewski S, Fitzgerald GK. Relationships of fear, anxiety, and depression with physical function in patients with knee osteoarthritis. *J Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:1866-73.
29. Riley MA, Baker AA, Schmit JM, Weaver E. Effect of visual and auditory short term memory tasks on the spatiotemporal dynamics and variability of postural sway. *J Mot Behav*. 2005 Jul; 37(4):311-24.
30. Andersson G, Hagman J, Talianzadeh R, Svedberg A, Larsen HC. Dual task of cognitive and postural interference in patients with vestibular disorder. *Otology and Neurology*. 2003; (24): 289-293.
31. Maylor EA, Wing AM. Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *J Gerontol*. 1996; 51(3):193-541.
32. Raymarkers JA, Samson MM, Verhaar HJ. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait and Posture* 21. 2005: 48-58.
33. Goldie PA, Evans OM, Bach TM. Postural control following inversion injuries of the ankle. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994;75(9):969-75.
34. Leanderson J, Wykman A, Eriksson E. Ankle sprain and postural sway in basketball players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1993;1(3-4):203-5.
35. Cornwalln MW, Murrel P. Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1991;81(5)243-7.

36. Evans T, Hertel J, Sebastianelli W. Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot Ankle Int.* 2004 Nov; 25(11):833-9.
37. McKoen PO, Hertel J. Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part1: Can deficits be detected with instrumented testing. *J Athl Train.* 2008 May-Jun; 43(3): 293-304.

Fractal time series analysis of force in subjects with chronic ankle instability

Talebian S^{1*}, Shiravi Z², Moradi S³, Roostaei N⁴, Tamartash H⁴

1- Full Professor, Tehran University of Medical Sciences

2- Candidate of Physiotherapy PhD, Tehran University of Medical Sciences

3- MSc of Occupational Therapy, Tehran University of Medical Sciences

3- BSc of Physiotherapy, Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Background and Aim: Forces which applied to ankle joint for control of stability can cause damage to joint if it does not have suitable control. Chronic ankle instability (CAI) is a current disability that can affect on activity daily living of the patients. The aim of this study is to evaluate forces which contribute to control of posture in difficult conditions.

Materials and Methods: Postural control was measured by force plate in two groups of CAI and healthy subjects. Eight positions were selected, including of double stances with closed or opened eyes, and single stances with opened eyes (right/ left) with and without a cognitive task. Force changes in two direction; medial/lateral and anterior/posterior were evaluated with fractal time series analysis.

Results: Fractal dimension of force in two groups, following dual task in all of conditions reduced significantly ($P < 0.05$). There was not significant different between two groups in double stance with or without dual task. Single stance in patients indicated significant increase of fractal dimension in affected ankle joint ($P < 0.05$) but comparison of two side in healthy subjects did not have difference. Also there was significant increase of fractal in affected ankle joint of patients in comparison with similar side of healthy subjects ($P < 0.05$).

Conclusion: Patients with (CAI) have a problem in regulation of force for control of posture. This difficulty increased and clearly indicated by dual task condition, which can cause susceptible qualifications for recurrent injuries. Fractal dimension is a suitable factor for analysis of control of posture in difficult situations.

Key words: Postural Control, Fractal, Ankle Sprain, Force Plate, Dual Task.

***Corresponding author:** Dr.Saeed Talebian, Rehabilitation Faculty, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: talebian@sina.tums.ac.ir

This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)