

بررسی تأثیر کنترل بینایی بر ثبات وضعیتی ایستایی بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف با دو رویکرد خطی و غیر خطی

مینا میراحمدی^{*}، محمدتقی کریمی^۱، وحید شایگان نژاد^۲، جاوید مستمند^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پارکینسون اختلالی مزمن در هسته‌های قاعده‌ای مغز با علائم رعشه حین استراحت، کندی حرکات، سفتی عضلانی و بی‌ثباتی وضعیتی است. مطالعات مختلفی به بررسی ثبات وضعیتی بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف پرداخته‌اند اما تا آن‌جا که نویسندگان مقاله آگاهی دارند اجماع نظری بر کیفیت ثبات وضعیتی ایستایی این افراد وجود ندارد. لذا هدف از مطالعه حاضر ارزیابی ثبات وضعیتی ایستایی مبتلایان به پارکینسون خفیف با دو رویکرد خطی و غیرخطی آنالیز پارامترهای مرکز فشار می‌باشد. هدف دیگر مطالعه، بررسی تأثیر کنترل حس بینایی بر تعادل ایستایی این بیماران است.

مواد و روش‌ها: هفده نفر با شدت خفیف (Hoehn/Yahr scale: 1) بیماری پارکینسون و ۱۷ فرد سالم همسان مورد مطالعه قرار گرفتند. شرکت کنندگان به مدت ۱ دقیقه بر سکوی اندازه‌گیری نیرو ایستادند و نوسانات وضعی در دو حالت چشم باز و بسته با سه تکرار در هر حالت ثبت شد. پارامترهای خطی دامنه، طول مسیر، سرعت و ریشه میانگین مربعات مرکز فشار و متغیر غیرخطی آنتروپی تقریبی در دو راستای قدامی/خلفی و داخلی/خارجی محاسبه گردید. آنالیز نهایی اطلاعات با آزمون Mixed ANOVA (2×2) انجام شد.

یافته‌ها: مقدار میانگین پارامترهای طول مسیر و سرعت مرکز فشار در راستای قدامی/خلفی و داخلی/خارجی به‌طور معناداری در گروه بیمار بیشتر از گروه سالم بود ($P \leq 0/028$) و با بستن چشمان در هر دو گروه افزایش قابل ملاحظه یافت ($P \leq 0/031$). مقدار میانگین آنتروپی تقریبی قدامی/خلفی و داخلی/خارجی مرکز فشار در گروه بیمار بیشتر از گروه سالم بود اما تفاوت معناداری نداشت. البته با حذف اطلاعات حس بینایی در هر دو گروه بیمار و کنترل افزایش قابل ملاحظه یافت ($P \leq 0/025$).

نتیجه‌گیری: بر اساس هر دو گروه پارامترهای خطی و غیرخطی مرکز فشار بیماران در مراحل ابتدایی پارکینسون دارای یک بی‌ثباتی وضعیتی ایستایی ساب‌کلینیکال می‌باشند. البته وابستگی آن‌ها به حس بینایی جهت کنترل تعادل ایستایی بیشتر از افراد سالم نیست.

کلید واژه‌ها: ثبات، آنالیز خطی، غیرخطی، پارکینسون، کنترل بینایی

ارجاع: میراحمدی مینا، کریمی محمدتقی، شایگان‌نژاد وحید، مستمند جاوید. بررسی تأثیر کنترل بینایی بر ثبات وضعیتی ایستایی

بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف با دو رویکرد خطی و غیرخطی. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۳؛ ۱۰ (۵): ۵۹۹-۶۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲

* کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات اسکلتی عضلانی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤل)

Email: Mina.Mirahmadi@gmail.com

۱. دانشیار، مرکز تحقیقات اسکلتی عضلانی، گروه اورتر و پروتز، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. دانشیار، گروه بیماری‌های مغز و اعصاب، بیمارستان الزهراء، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳. دانشیار، مرکز تحقیقات اسکلتی عضلانی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

مقدمه

بیماری پارکینسون یک بیماری مخرب اعصاب است که منجر به اختلالات حرکتی و غیر حرکتی متعددی می‌شود. بیماران مبتلا به پارکینسون از مشکلات مختلفی چون کاهش وزن، بزاق بیش از حد، یبوست، افت فشار وضعیتی، اختلالات خواب، اختلالات خلقی، اختلالات ذهنی و بی‌ثباتی وضعیتی رنج می‌برند (۱). تحقیقات نشان داده‌اند که بی‌ثباتی وضعیتی رایج‌ترین و ناتوان‌کننده‌ترین شاخصه مبتلایان پارکینسون است و خطر افتادن را افزایش می‌دهد (۲-۵).

محرز است که ثبات وضعیت ایستاده در انسان نیازمند پیوستگی و یکپارچگی سیستم‌های بینایی، دهلیزی و حس عمقی است (۶). بر اساس نتایج مطالعه Chastan و همکارانش بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف در حالت ایستاده با چشم باز و چشم بسته نسبت به افراد سالم همسان‌شده بی‌ثبات هستند (به‌صورت افزایش نوسانات مرکز فشار) ولی عملکرد آن‌ها در تست‌های ثبات داینامیک (ایستادن بر سکوی اندازه‌گیری نیروی متحرک) مشابه افراد سالم است. این نتایج نشان‌دهنده مکانیسم عصبی به‌کار رفته توسط بیماران پارکینسون جهت حفظ ثبات بدن در شرایط داینامیک است (۷). Armand و همکارانش ثبات ایستادن ۱۱ بیمار پارکینسون را با چشم باز و در دو حالت روشن (ON) (با وجود دیسکینزی (حرکات غیرعادی)) و خاموش (OFF) (بدون وجود حرکات غیرعادی) بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که ثبات بیماران پارکینسون نسبت به افراد سالم و هم‌چنین در وضعیت خاموش نسبت به وضعیت روشن (به‌صورت افزایش نوسانات مرکز فشار) متفاوت است (۸). در مقابل Bloem و همکارانش کاهش نوسانات مرکز فشار را در بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف گزارش دادند و علت آن را افزایش Stiffness بدن در این بیماران دانسته‌اند (۹). Chastan و همکارانش تفاوتی بین ثبات ایستایی بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف در دو حالت چشم باز و چشم بسته نیافتند (۷). نتایج مطالعه‌ای که Frenklakh و همکارانش انجام دادند نشان‌دهنده نوسانات وضعیتی ایستایی

نرمال در حالت چشم باز و چشم بسته در بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف بود (۱۰). در حالی که نتایج مطالعه‌ای دیگر بیانگر تفاوت معنادار ثبات وضعیتی ایستایی این بیماران در حالت چشم باز نسبت به چشم بسته است (۱۱).

بر اساس نتایج مطالعات ذکر شده، در مورد ثبات وضعیتی ایستایی در حالت چشم باز بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف نسبت به افراد نرمال بحث و تناقض وجود دارد. هم‌چنین تأثیر کنترل بینایی بر ثبات وضعیتی ایستایی این بیماران واضح و متقن نیست. به‌علاوه جهت آنالیز ثبات ایستادن دو رویکرد کلی خطی (پارامترهایی چون دامنه، طول مسیر و سرعت مرکز فشار) و غیرخطی (پارامترهایی چون آنتروپی تقریبی و لیاپونف اکسپوننت) وجود دارد (۱۲) ولی تا آن‌جا که نویسندگان مقاله مطلع‌اند در بررسی ثبات ایستایی بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف (شدت ۱ بر اساس مقیاس Hoehn/Yahr (۱۳) مقاله‌ای وجود ندارد که از روش آنالیز غیرخطی استفاده کرده باشد اگرچه به‌نظر می‌رسد پارامترهای غیرخطی مانند آنتروپی تقریبی در نشان دادن تأثیر اختلالات عصبی بر ثبات ایستادن حساسیت بیشتری دارند (۱۲). بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر کنترل بینایی بر ثبات وضعیتی ایستایی بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف با دو رویکرد خطی و غیرخطی است. فرض مطالعه بر این است که نوسانات مرکز فشار و مقادیر آنتروپی تقریبی در این بیماران بیشتر از گروه کنترل باشد ولی تفاوتی بین دو حالت کنترل بینایی نسبت به گروه سالم وجود نداشته باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک پژوهش مورد شاهدهی شبه تجربی است که در مرکز تحقیقات اسکلتی عضلانی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. ۱۷ بیمار مبتلا به پارکینسون و ۱۷ فرد سالم به روش نمونه‌گیری غیر تصادفی ساده در مطالعه وارد شدند. گروه بیمار و سالم بر اساس سن، جنس، قد و وزن همسان شدند. جدول ۱ مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان و نتایج همسان‌سازی دو گروه را

اختیارشان قرا گرفت. کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان از نظر اخلاقی این طرح را تأیید کرد.

نمایش می‌دهد. به تمامی افراد راجع ماهیت پژوهش آگاهی داده شد و فرم رضایت‌نامه کتبی قبل از ورود به مطالعه در

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان

نمره مقیاس UPDRS	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	جنس (آقایان: خانم‌ها)	سن (سال)	
۵/۴۷۱ ± ۳/۶۴۲	۷۷/۶۴ ± ۱۳/۷۷	۱۶۸/۵۸ ± ۸	۱۲:۵	۵۷/۲۹ ± ۱۰/۴۳	گروه بیمار (تعداد=۱۷ نفر)
-	۷۹/۷۵ ± ۱۳/۹۷	۱۶۳/۶۴ ± ۵/۳۹	۱۲:۵	۵۷/۴۱ ± ۹/۹۶	گروه سالم (تعداد=۱۷ نفر)
	۰/۳۴۵	۰/۳۴۵	۰/۵	۰/۴۸۶	P-Value

مقادیر $P \text{ value} \leq 0/05$ معنادار در نظر گرفته شده است.

از هر حالت ثبت گردید. میزان کراستاک خروجی سکوی اندازه‌گیری نیرو در راستای قائم کمتر از ۱٪ بود. حین تست‌های با چشم باز، افراد به علامت "X" که در فاصله ۲/۵ متری و هم‌سطح چشمان روی دیوار نصب شده بود، نگاه می‌کردند. پس از هر تست فرد از روی سکوی اندازه‌گیری نیرو کنار می‌رفت و قبل از تست بعدی روی صندلی استراحت می‌کرد. ترتیب حالات (چشم باز و چشم بسته) برای تمامی افراد به صورت تصادفی انتخاب گردید. فاصله پاها حین ایستادن روی سکوی اندازه‌گیری نیرو برای هر فرد به اندازه عرض شانه و از طریق رسم جای پا بر روی سکو در تمام تست‌ها ثابت و بدون تغییر در نظر گرفته شد. فرکانس نمونه‌گیری ۱۲۰ هرتز بود و اطلاعات با فیلتر باترورث پایین‌گذر با فرکانس Cut off ۱۰ هرتز فیلتر گردید. ثبات وضعیتی از طریق ۱۰ پارامتر خطی مرکز فشار شامل دامنه نوسان مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی، طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی، طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی، طول مسیر کل نوسان مرکز فشار، سرعت نوسان مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی، سرعت نوسان کل مرکز فشار، ریشه میانگین مربعات مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی و ریشه میانگین مربعات مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی اندازه‌گیری شد. فرمول محاسباتی پارامترهای مذکور در ادامه آورده شده‌اند (۱۶-۱۷).

معیارهای ورود به مطالعه عبارتند از: تشخیص پارکینسون ایدیوپاتیک، شدت خفیف بیماری پارکینسون (شدت ۱ بر اساس مقیاس Hoehn/Yahr (۱۳)، درمان با لوودوپا یا آگونیست‌های دوپامین، نمره بیش‌تر از ۲۴ از مقیاس MMSE (۱۴)، عدم وجود رعشه یا حرکات غیرعادی پا، عدم سابقه دیابت، بیماری ارتوپدی یا عصبی دیگر یا هر ضایعه‌ای که بر ثبات وضعیتی اثرگذار باشد، عدم مشکلات روحی-روانی و ذهنی و عدم اختلال بینایی یا شنوایی اصلاح نشده. تشخیص کلینیکی پارکینسون ایدیوپاتیک در تمامی بیماران توسط یک متخصص در تشخیص و درمان اختلالات حرکتی انجام شد. شدت بیماری با مقیاس UPDRS(III) و Hoehn/Yahr بررسی شد (۱۵). بیماران در بهترین وضعیت روشن (۱ تا ۲ ساعت پس از مصرف دارو) تست شدند. پارامترهای مورد استفاده در پوسچروگرافی از نیروهایی که حین ایستادن از طرف بدن علیه زمین اعمال می‌شوند مشتق می‌شوند، این نیروها توسط سکوی اندازه‌گیری نیرو که فرد حین تست روی آن می‌ایستد ثبت می‌شوند. نقطه اثر نیروی عکس‌العمل زمین که تحت عنوان مرکز فشار (Center of pressure) شناخته شده است با نوسانات بدن نوسان می‌کند و تغییرات کنترل وضعیتی بدن به صورت تغییرات مشخصه‌های مرکز فشار نمودار می‌شود. در تست‌ها از افراد خواسته شد به مدت ۶۰ ثانیه روی سکوی اندازه‌گیری نیرو (کیستلر ۶۰ × ۵۰ سانتی‌متر مربع) بایستند و از حرکات ارادی بدن، خوردن و صحبت کردن خودداری نمایند. نوسانات وضعیتی افراد در دو حالت چشم باز و چشم بسته با سه تکرار

داشتند در آنالیز نهایی از آزمون ($\text{groups} \times \text{visual}$) Mixed ANOVA 2×2 (control استفاده گردید. تمامی آنالیزها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد.

یافته‌ها

میانگین دامنه مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی در حالت چشم باز در گروه مبتلا به پارکینسون $5/64 \pm 20/84$ میلی‌متر و در حالت چشم بسته بدون تغییر قابل ملاحظه‌ای به $4/69 \pm 22/70$ میلی‌متر رسید. در گروه نرمال میانگین دامنه مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی از $9/57 \pm 21/21$ در حالت چشم باز به $10/99 \pm 20/93$ میلی‌متر در حالت چشم بسته رسید. همان‌طور که در جدول شماره ۲ دیده می‌شود تأثیر گروه، تأثیر بینایی و اثر متقابل هر دو عامل بر دامنه مرکز فشار در جهات قدامی/خلفی و داخلی/خارجی معنادار نبود. نتایج آزمون Mixed ANOVA بیانگر تأثیر معنادار گروه ($F(1, 32) = 5/274, P \leq 0/028$) و بینایی ($F(1, 32) = 14/316, P \leq 0/001$) بر پارامترهای طول مسیر و سرعت مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی، مقادیر میانگین طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی در گروه بیمار بیشتر از گروه سالم بود. این مقدار در گروه بیمار از $80/38 \pm 248/89$ میلی‌متر در حالت چشم باز به $177/22 \pm 340/75$ میلی‌متر در حالت چشم بسته افزایش یافت. همین مقدار در گروه سالم با بستن چشمان از $40/99 \pm 200/86$ میلی‌متر به $75/03 \pm 242/13$ میلی‌متر رسید. میزان افزایش میانگین سرعت مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی با بستن چشمان در گروه بیمار ۳۷٪ و در گروه سالم ۲۱٪ بود. افزایش میانگین طول مسیر و سرعت مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی بدنبال حذف اطلاعات بینایی در هر دو گروه تفاوت معناداری نشان نداد. نمودار ۱ و ۲ مقادیر طول مسیر مرکز فشار در جهت قدامی/خلفی را در هر دو گروه و در هر دو حالت چشم باز و بسته نشان می‌دهد.

$$\text{Exc X (mm)} = x_{\max} - x_{\min} \quad (1)$$

$$\text{Exc Y (mm)} = y_{\max} - y_{\min} \quad (2)$$

$$\text{Path X (mm)} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2} \right) \quad (3)$$

$$\text{Path Y (mm)} = \left(\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2} \right) \quad (4)$$

$$\text{Path T (mm)} = \sqrt{PLAP^2 + PLML^2} \quad (5)$$

$$\text{Vel X (mm/min)} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2} \right)}{t} \quad (6)$$

$$\text{Vel Y (mm/min)} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2} \right)}{t} \quad (7)$$

$$\text{Vel T (mm)} = \sqrt{VAP^2 + VML^2} \quad (8)$$

$$\text{RMS X} = \sqrt{(x_i^2 + \dots + x_n^2)/n} \quad (9)$$

$$\text{RMS Y} = \sqrt{(y_i^2 + \dots + y_n^2)/n} \quad (10)$$

جهت آنالیز غیرخطی مرکز فشار پارامتر آنتروپی تقریبی استفاده گردید. روش محاسباتی این پارامتر روش پیشنهادی Pincus و Kafman بود که در چندین مقاله مورد استناد قرار گرفته است (۱۸-۲۰). در مطالعه حاضر آنتروپی تقریبی به صورت $\text{ApEn}(m, r, n)$ تعریف شده است که m بعدجاسازی، r تیرانس و n نقاط اطلاعاتی ورودی است و فرمول محاسباتی آن به صورت زیر است:

$$\Phi^m = \frac{1}{N - m + 1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \log C_i^m$$

$$\Phi^{m+1} = \frac{1}{N - m} \sum_{i=1}^{N-m} \log C_i$$

$$\text{ApEp}(m, r, n) = \Phi^m - \Phi^{m+1}$$

توزیع نرمال داده‌ها از طریق تست Shapiro-wilk و در سطح معناداری ۰/۰۵ بررسی شد. از آن‌جا که داده‌ها توزیع نرمال

در جهت داخلی/خارجی در گروه بیمار $41/43 \pm 138/85$ میلی‌متر با چشم بسته و در گروه سالم به ترتیب $26/19 \pm 111/14$ و $41/62 \pm 121/00$ میلی‌متر در حالت چشم باز و بسته بود.

میانگین طول مسیر و سرعت مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی در تمام حالات بینایی (چشم باز و چشم بسته) در گروه مبتلا به پارکینسون بیشتر از گروه سالم بود و بر اساس این پارامتر تأثیر گروه و بینایی هر دو معنادار بود (به ترتیب $P \leq 0/020$ ، $F1, 32 = 6/007$ و $P \leq 0/031$ ، $F1, 32 = 5/109$). مقدار میانگین طول مسیر مرکز فشار

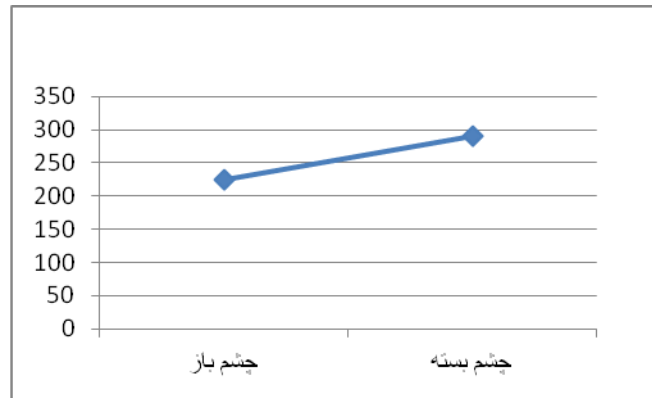
جدول ۲. 2*2 Mixed ANOVA

ریشه میانگین مربعات مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی متر)	ریشه میانگین مربعات مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی متر)	سرعت کلی مرکز فشار (میلی متر/دقیقه)	سرعت مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی متر/دقیقه)	سرعت مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی متر/دقیقه)	طول مسیر کلی مرکز فشار (میلی متر)	طول مسیر مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی متر)	طول مسیر مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی متر)	دامنه مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی متر)	دامنه مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی متر)	
$F1,32 = 10/630$	$F1,32 = 4/989$	$F1,32 = 5/869$	$F1,32 = 6/007$	$F1,32 = 5/274$	$F1,32 = 5/869$	$F1,32 = 6/007$	$F1,32 = 5/274$	$F1,32 = 0/812$	$F1,32 = 0/081$	تأثیر گروه
$P \leq 0/003$	$P \leq 0/033$	$P \leq 0/021$	$P \leq 0/020$	$P \leq 0/028$	$P \leq 0/021$	$P \leq 0/020$	$P \leq 0/028$	$P \leq 0/374$	$P \leq 0/778$	
$F1,32 = 2/088$	$F1,32 = 2/461$	$F1,32 = 12/467$	$F1,32 = 5/109$	$F1,32 = 14/316$	$F1,32 = 12/467$	$F1,32 = 5/109$	$F1,32 = 14/316$	$F1,32 = 0/433$	$F1,32 = 0/349$	تأثیر بینایی
$P \leq 0/158$	$P \leq 0/127$	$P \leq 0/001$	$P \leq 0/031$	$P \leq 0/001$	$P \leq 0/001$	$P \leq 0/031$	$P \leq 0/001$	$P \leq 0/515$	$P \leq 0/559$	
$F1,32 = 0/135$	$F1,32 = 1/955$	$F1,32 = 1/899$	$F1,32 = 1/214$	$F1,32 = 2/066$	$F1,32 = 1/899$	$F1,32 = 1/214$	$F1,32 = 2/066$	$F1,32 = 0/508$	$F1,32 = 0/643$	اثر متقابل گروه × بینایی
$P \leq 0/715$	$P \leq 0/172$	$P \leq 0/178$	$P \leq 0/279$	$P \leq 0/160$	$P \leq 0/178$	$P \leq 0/279$	$P \leq 0/160$	$P \leq 0/481$	$P \leq 0/429$	

مقادیر P value $\leq 0/05$ معنادار در نظر گرفته شده است.



نمودار ۱. تأثیر گروه بر طول مسیر قدامی/خلفی مرکز فشار



نمودار ۲. تأثیر بینایی بر طول مسیر قدمی خلفی مرکز فشار

نمودار ۳ و ۴ مقادیر طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی را در هر دو گروه و در هر دو حالت چشم باز و بسته نشان می‌دهد. پارامتر دیگر مرکز فشار که در این مطالعه بررسی گردید طول مسیر کلی مرکز فشار بود که بر اساس طول مسیر مرکز فشار در جهات قدامی/خلفی و داخلی/خارجی محاسبه می‌شود. میانگین این پارامتر در گروه بیمار از $286/85 \pm 85/977$ میلی‌متر در حالت چشم باز به $381/53 \pm 190/76$ میلی‌متر در حالت چشم بسته افزایش معنادار یافت. هم‌چنین در افراد سالم مورد مطالعه با بستن چشمان مقدار میانگین طول مسیر کلی مرکز فشار از

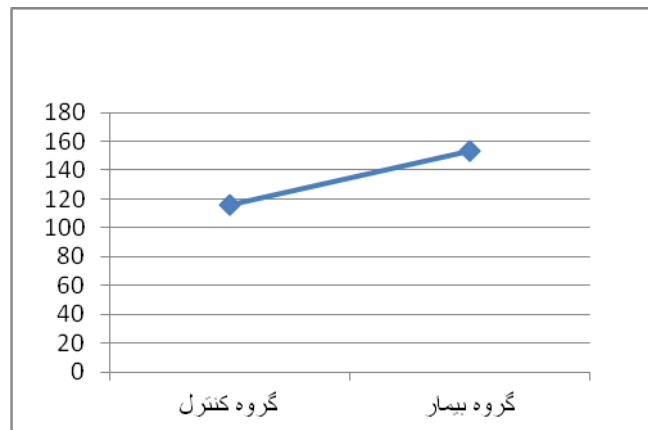
نمودار ۳ و ۴ مقادیر طول مسیر مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی را در هر دو گروه و در هر دو حالت چشم باز و بسته نشان می‌دهد. پارامتر دیگر مرکز فشار که در این مطالعه بررسی گردید طول مسیر کلی مرکز فشار بود که بر اساس طول مسیر مرکز فشار در جهات قدامی/خلفی و داخلی/خارجی محاسبه می‌شود. میانگین این پارامتر در گروه بیمار از $286/85 \pm 85/977$ میلی‌متر در حالت چشم باز به $381/53 \pm 190/76$ میلی‌متر در حالت چشم بسته افزایش معنادار یافت. هم‌چنین در افراد سالم مورد مطالعه با بستن چشمان مقدار میانگین طول مسیر کلی مرکز فشار از

جدول ۳. مقادیر پارامترهای مرکز فشار در حالت چشم باز و بسته

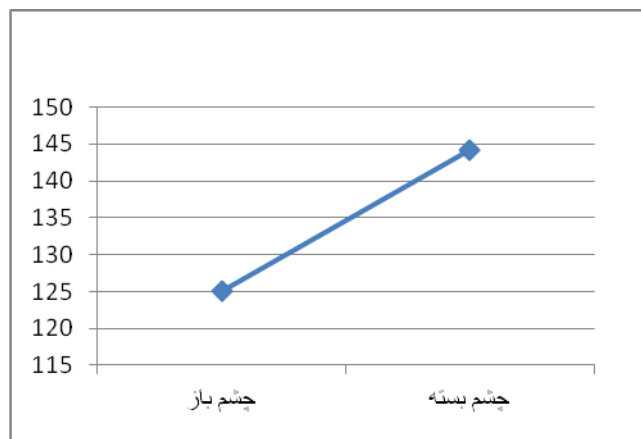
گروه	وضعیت چشمان	دامنه مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی‌متر)	دامنه مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی‌متر)	طول مسیر مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی‌متر)	طول مسیر مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی‌متر)	طول مسیر کلی مرکز فشار (میلی‌متر)	سرعته مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی‌متر/دقیقه)	سرعته مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی‌متر/دقیقه)	سرعته کلی مرکز فشار (میلی‌متر/دقیقه)	رشته میانگین مربعات مرکز فشار قدامی/خلفی (میلی‌متر)	رشته میانگین مربعات مرکز فشار داخلی/خارجی (میلی‌متر)
بیمار (میانگین \pm انحراف معیار)	باز	20/84 \pm 5/64	8/25 \pm 3/99	248/89 \pm 80/38	138/85 \pm 41/43	286/85 \pm 85/977	497/88 \pm 82/82	277/69 \pm 82/82	573/70 \pm 171/95	21/44 \pm 14/23	15/09 \pm 10/82
	بسته	22/70 \pm 4/69	8/28 \pm 3/19	340/85 \pm 177/22	167/49 \pm 78/25	381/53 \pm 190/76	681/50 \pm 354/45	334/98 \pm 156/50	762/06 \pm 381/43	21/26 \pm 12/69	16/46 \pm 9/75
سالم (میانگین \pm انحراف معیار)	باز	21/21 \pm 9/57	7/74 \pm 2/76	200/86 \pm 40/99	111/14 \pm 26/19	230/60 \pm 44/21	401/72 \pm 81/99	222/27 \pm 52/38	461/19 \pm 88/43	15/13 \pm 6/71	6/68 \pm 3/39
	بسته	20/93 \pm 10/99	6/96 \pm 3/45	242/13 \pm 75/03	121/00 \pm 41/62	272/12 \pm 81/69	484/26 \pm 150/07	242/00 \pm 83/25	544/25 \pm 193/38	12/11 \pm 5/77	8/98 \pm 5/70

نتایج مطالعه نشان داد متغیرهای ریشه میانگین مربعات مرکز فشار بدون آن که در شرایط کنترل بینایی مختلف مورد اثر واقع شوند به صورت افزایش معنادار مقادیر میانگین در بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف نسبت به افراد سالم همسان نمایانگر وضعیت ثبات این بیماران در حالت ایستاده می‌باشند ($F(1, 32) = 4/989, P \leq 0/033$) در جهت قدامی/خلفی، ($F(1, 32) = 10/630, P \leq 0/003$) در جهت داخلی/خارجی). البته ریشه میانگین مربعات مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی بیشتر از سایر متغیرهای مرکز فشار تحت تأثیر بیماری قرار می‌گیرد. پارامتر غیرخطی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت آنتروپی تقریبی بود. مقدار میانگین آنتروپی تقریبی گروه بیمار در جهت قدامی/خلفی در وضعیت‌های چشم باز و چشم بسته به ترتیب $0/112 \pm 0/305$ و $0/128 \pm 0/384$ بود و در گروه سالم با بستن چشمان از مقدار $0/064 \pm 0/254$ به $0/097 \pm 0/320$ افزایش یافت. مقدار میانگین آنتروپی تقریبی در جهت داخلی/خارجی در حالت چشم باز، در گروه مبتلا به پارکینسون $0/063 \pm 0/156$ و در گروه کنترل $0/038 \pm 0/129$ بود و در وضعیت چشم بسته به ترتیب $0/120 \pm 0/199$ و $0/064 \pm 0/142$ بود. مقدار میانگین دو پارامتر غیر خطی مذکور در حالت چشم بسته نسبت به حالت چشم باز در هر دو گروه معنادار بود ($F(1, 32) = 39/314, P \leq 0/000$)، آنتروپی تقریبی قدامی/خلفی و ($F(1, 32) = 5/5, P \leq 0/025$)، آنتروپی تقریبی داخلی/خارجی). اما تأثیر گروه و اثر متقابل بینایی و گروه بر این پارامترها قابل توجه نبود.

نتایج مطالعه نشان داد متغیرهای ریشه میانگین مربعات مرکز فشار بدون آن که در شرایط کنترل بینایی مختلف مورد اثر واقع شوند به صورت افزایش معنادار مقادیر میانگین در بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف نسبت به افراد سالم همسان نمایانگر وضعیت ثبات این بیماران در حالت ایستاده می‌باشند ($F(1, 32) = 4/989, P \leq 0/033$) در جهت قدامی/خلفی، ($F(1, 32) = 10/630, P \leq 0/003$) در جهت داخلی/خارجی). البته ریشه میانگین مربعات مرکز فشار در جهت داخلی/خارجی بیشتر از سایر متغیرهای مرکز فشار تحت تأثیر بیماری قرار می‌گیرد. پارامتر غیرخطی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت آنتروپی تقریبی بود. مقدار میانگین آنتروپی تقریبی گروه بیمار در جهت قدامی/خلفی در وضعیت‌های چشم باز و چشم بسته به ترتیب $0/112 \pm 0/305$ و $0/128 \pm 0/384$ بود و در گروه سالم با بستن چشمان از مقدار $0/064 \pm 0/254$ به $0/097 \pm 0/320$ افزایش یافت. مقدار میانگین آنتروپی تقریبی در جهت داخلی/خارجی در حالت چشم باز، در گروه مبتلا به پارکینسون $0/063 \pm 0/156$ و در گروه کنترل $0/038 \pm 0/129$ بود و در وضعیت چشم بسته به ترتیب $0/120 \pm 0/199$ و $0/064 \pm 0/142$ بود. مقدار میانگین دو پارامتر غیر خطی مذکور در حالت چشم بسته نسبت به حالت چشم باز در هر دو گروه معنادار بود ($F(1, 32) = 39/314, P \leq 0/000$)، آنتروپی تقریبی قدامی/خلفی و ($F(1, 32) = 5/5, P \leq 0/025$)، آنتروپی تقریبی داخلی/خارجی). اما تأثیر گروه و اثر متقابل بینایی و گروه بر این پارامترها قابل توجه نبود.



نمودار ۳. تأثیر گروه بر طول مسیر داخلی/خارجی مرکز فشار



نمودار ۴. تأثیر بینایی بر طول مسیر داخلی/خارجی مرکز فشار

بحث

بیماران مبتلا به پارکینسون از مشکلات مختلفی رنج می‌برند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها اختلال تعادل است. در متون موجود شواهد کافی و متقن در مورد تفاوت یا عدم تفاوت تعادل بیماران مبتلا به شدت خفیف پارکینسون با افراد سالم وجود ندارد. به‌علاوه واضح نیست که حس بینایی ثبات وضعیتی این بیماران را تحت تأثیر قرار می‌دهد یا خیر.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده شد مقادیر میانگین بیشتر پارامترهای خطی مرکز فشار در گروه بیمار به‌طور معناداری بیشتر از گروه سالم است. این بدین معناست که بر اساس رویکرد خطی بیماران مبتلا به پارکینسون خفیف تعادل ضعیف‌تری نسبت به گروه کنترل دارند. از طرفی میانگین متغیر غیرخطی مرکز فشار (آنتروپی تقریبی) خصوصاً در جهت داخلی/خارجی در گروه بیمار بیشتر بود و از این رو با رویکرد غیرخطی هم بی‌ثباتی گروه بیمار تأیید می‌شود (جدول ۴). نتایج مطالعه حاضر یافته‌های پژوهش Armand و همکاران را تصدیق می‌کند و خلاف گزارشات Bloem است (۸-۹). البته لازم است متذکر شویم که در هر دو مطالعه یاد شده نوسانات مرکز فشار با رویکرد خطی آنالیز گردیده‌اند. در روش

خطی کمیت نوسانات مورد نظر است و در این روش بزرگی نوسانات مرکز فشار در یک دوره زمانی بررسی می‌شود (۲۱-۲۲). در مقابل در روش غیرخطی کیفیت و الگوی نوسانات مرکز فشار مورد توجه قرار می‌گیرد (۲۲-۲۳). در بعضی مطالعات از آنتروپی تقریبی با هدف ارزیابی عملکرد سیستم عصبی عضلانی در کنترل ثبات ایستایی استفاده شده است (۲۳-۲۵). تغییرات این پارامتر مرکز فشار بیانگر نحوه تعامل سیستم عصبی عضلانی با محیط پیرامون و میزان کارآمدی آن است. نهایتاً نتیجه‌گیری می‌شود با وجود این‌که افراد در مراحل ابتدایی بیماری پارکینسون از نظر بالینی متعادل هستند، عملکردشان جهت کنترل ثبات وضعیتی ایستاده کاهش یافته است.

همان‌گونه که در جدول شماره ۵ نشان داده شده است هر دو گروه سالم و بیمار جهت حفظ ثبات وضعیتی ایستاده به حس بینایی وابسته‌اند. پارامترهای خطی و غیرخطی مرکز فشار این وابستگی را تأیید می‌کنند. نتایج مطالعه حاضر برخلاف نتایج پژوهش Chastan می‌باشد. در پژوهش وی نوسانات مرکز فشار در گروه‌های سالم و بیمار در هر دو حالت چشم باز و بسته نرمال بود (۷).

جدول ۴. مقادیر پارامترهای مرکز فشار در حالت چشم باز و بسته

گروه	وضعیت چشمان	آنتروپی تقریبی قدامی/خلفی	آنتروپی تقریبی داخلی/خارجی
بیمار (میانگین ± انحراف معیار)	باز	۰/۳۰۵ ± ۰/۱۱۲	۰/۱۵۶ ± ۰/۰۶۳
	بسته	۰/۳۸۴ ± ۰/۱۳۸	۰/۱۹۹ ± ۰/۱۲۰
سالم (میانگین ± انحراف معیار)	باز	۰/۲۵۴ ± ۰/۰۶۴	۰/۱۲۹ ± ۰/۰۳۸
	بسته	۰/۳۲۰ ± ۰/۰۹۷	۰/۱۴۲ ± ۰/۰۶۴

جدول ۵. 2*2 Mixed ANOVA

گروه	آنتروپی تقریبی قدامی/خلفی	آنتروپی تقریبی داخلی/خارجی
تأثیر گروه	F1, 32 = ۲/۸۰۶ P ≤ ۰/۱۰۴	F1, 32 = ۳/۲۳۵ P ≤ ۰/۰۸۲
تأثیر بینایی	F1, 32 = ۳۹/۳۱۴ P ≤ ۰/۰۰۰	F1, 32 = ۵/۵۰۰ P ≤ ۰/۰۲۵
اثر متقابل گروه × بینایی	F1, 32 = ۰/۲۸۷ P ≤ ۰/۵۹۶	F1, 32 = ۱/۵۹۴ P ≤ ۰/۲۱۶

مقادیر P value ≤ ۰/۰۵ معنادار در نظر گرفته شده است.

نتیجه‌گیری

بیماران در مراحل ابتدایی پارکینسون دارای یک بی‌ثباتی وضعیتی ساب کلینیکال می‌باشند. البته وابستگی‌شان به حس بینایی جهت کنترل تعادل ایستایی بیشتر از افراد سالم نیست.

پیشنهادها

در تحقیق حاضر محدودیت‌هایی نیز وجود داشت از جمله این که آنالیز غیرخطی تنها با استفاده از یک پارامتر (آنالیز تقریبی) انجام شد در حالی که در آنالیز خطی از ۱۰ پارامتر استفاده شد. از این رو توصیه می‌شود جهت رفع این محدودیت در مطالعات بعدی از متغیرهای غیرخطی دیگر مانند Lyapunov Exponent و Correlation Dimension استفاده گردد. همچنین مقایسه ثبات وضعیتی ایستایی در شدت‌های مختلف بیماری پارکینسون با دست‌کاری ترکیبی حس بینایی و حس عمقی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله حمایت‌های دانشگاه علوم پزشکی اصفهان را در راستای اجرای این پژوهش ارج می‌نهند. همچنین از جناب آقای دکتر اسرافیلیان و سرکار خانم دکتر مروی که در زمینه فیلترینگ اطلاعات مرکز فشار و آنالیز آماری یاری نمودند کمال تشکر را دارند. این مقاله از پروژه تحقیقاتی دوره کارشناسی ارشد خانم مینا میراحمدی استخراج گردیده است.

References

1. Parkinson's Disease Foundation. [Online]. 2011 [Cited: 31 December 2011]; Available from: URL: <http://www.pdf.org/>.
2. Murray AM, Bennett DA, Mendes de Leon CF, Beckett LA, Evans DA. A longitudinal study of parkinsonism and disability in a community population of older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59(8):864-70.
3. Grisso JA, Kelsey JL, Strom BL, Chiu GY, Maislin G, O'Brien LA, et al. Risk factors for falls as a cause of hip fracture in women. The Northeast Hip Fracture Study Group. *N Engl J Med* 1991; 324(19): 1326-31.
4. QUITTENBAUM BH, GRAHN B. Quality of life and pain in Parkinson's disease: a controlled cross-sectional study. *Parkinsonism Relat Disord* 2004; 10(3): 129-36.
5. Williams DR, Watt HC, Lees AJ. Predictors of falls and fractures in bradykinetic rigid syndromes: a retrospective study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77(4): 468-73.
6. Shumway-cook A, Woollacott MH. *Motor Control*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. pp. 158-76.

نتایج آزمون ANOVA نشان داد تغییرات ثبات وضعیتی بیماران پارکینسون به دنبال بستن چشمان مشابه افراد سالم است. در واقع چنین استنباط می‌شود که وابستگی بیماران پارکینسون به حس بینایی جهت حفظ تعادل بیشتر از افراد سالم نیست چیزی که با نتیجه مطالعه Czechowicz هم‌خوانی دارد (۱۱). به نظر می‌رسد در شدت ملایم بیماری حس عمقی هنوز کارآمد است و می‌تواند در حالت چشم بسته و حذف اطلاعات بینایی نقش جبرانی در حفظ تعادل داشته باشد و در واقع اطلاعات حس بینایی اضافی است. در تعدادی از مطالعات وابستگی ثبات وضعی افراد به حس بینایی نشان داده شده است. در پژوهشی که Dornan بر افراد قطع عضو انجام داد مشخص گردید ثبات وضعی این گروه از افراد پس از قطع عضو با هدف جبران فقدان اطلاعات حسی دریافتی از مچ پا و پا به حس بینایی وابسته می‌شود. البته با گذشت یک سال از قطع عضو توانمندی این افراد افزایش یافته و وابستگی‌شان به حس بینایی کمتر می‌شود (۲۶). با این وجود نیازمندی بیماران مبتلا به پارکینسون به حس بینایی بیشتر از افراد سالم نیست.

نتایج مطالعه حاضر با رویکرد خطی نشان داد بیماران در مراحل ابتدایی پارکینسون دارای یک بی‌ثباتی وضعیتی اینفراکلینیکال می‌باشند (۷، ۲۴). هم‌چنین توانایی سیستم عصبی عضلانی آن‌ها در سازگاری صحیح نسبت به محیط کاهش یافته است.

7. Chastan N, Debono B, Maltête D, Weber J. Discordance between measured postural instability and absence of clinical symptoms in Parkinson's disease patients in the early stages of the disease. *Mov Disord* 2008; 23(3): 366-72.
8. Armand S, Landis T, Sztajzel R, Burkhard PR. Dyskinesia-induced postural instability in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2009; 15(5): 359-64.
9. Bloem BR, van Vugt JP, Beckley DJ. Postural instability and falls in Parkinson's disease. *Adv Neurol* 200; 87: 209-23.
10. Frenklach A, Louie S, Koop MM, Bronte-Stewart H. Excessive postural sway and the risk of falls at different stages of Parkinson's disease. *Mov Disord* 2009; 24(3): 377-85.
11. Czechowicz B, Boczarska-Jedynak M, Opala G, Słomka K. The influence of visual control on postural stability in Parkinson disease. *Neurol Neurochir Pol* 2011; 45(2): 132-9.
12. Mirahmadi M, Karimi M, Mostamand J. Stability analysis of patients with various neurological and musculoskeletal disorders based on linear and nonlinear approaches. *J Res Rehabil Sci* 2013; 9(6): 969-77.
13. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967; 17(5): 427-42.
14. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975; 12(3): 189-98.
15. Fahn S, Elton RL, the UPDRS Development Committee. Unified Parkinson's disease rating scale. In: Fahn S, Marsden CD, Calne D, Goldstein M, editors. *Recent developments in Parkinson's disease*. Florham Park, NJ: Macmillan Health Care Information; 1987. pp. 153-64.
16. Satvati B, Karimi MT, Tahmasebi Boldaji R, Pool F. Standing stability evaluation in subjects with flat foot. *J Res Rehabil Sci* 2013; 8(8): 1277-84.
17. Raymakers JA, Samson MM, Verhaar HJ. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture* 2005; 21(1): 48-58.
18. Pincus SM. Approximate entropy as a measure of system complexity. *Proc Natl Acad Sci USA* 1991; 88(6): 2297-301.
19. Pincus S. Approximate entropy (ApEn) as a complexity measure. *Chaos* 1995; 5(1): 110-7.
20. Pincus S, Kalman RE. Not all (possibly) "random" sequences are created equal. *Proc Natl Acad Sci USA* 1997; 94(8): 3513-8.
21. Blaszczyk JW, Klonowski W. Postural stability and fractal dynamics. *Acta Neurobiol Exp* 2001; 61(2): 105-12.
22. Deffeyes JE, Harbourne RT, Stuberger WA, Stergiou N. Approximate entropy used to assess sitting postural sway of infants with developmental delay. *Infant Behav Dev* 2011; 34(1): 81-99.
23. Cavanaugh JT, Guskiewicz KM, Stergiou N. A nonlinear dynamic approach for evaluating postural control: new directions for the management of sport-related cerebral concussion. *Sports Med* 2005; 35(11): 935-50.
24. Beuter A, Hernández R, Rigal R, Modolo J, Blanchet PJ. Postural Sway and Effect of Levodopa in Early Parkinson's Disease. *Can J Neurol Sci* 2008; 35(1): 65-8.
25. Schmit JM, Riley MA, Dalvi A, Sahay A, Shear PK, Shockley KD, et al. Deterministic center of pressure patterns characterize postural instability in Parkinson's disease. *Exp Brain Res* 2006; 168(3): 357-67.
26. Dornan J, Fernie GR, Holliday PJ. Visual input: its importance in the control of postural sway. *Arch Phys Med Rehabil* 1978; 59(12): 586-91.

The effect of visual control on quiet stance stability in early stage Parkinson's disease using linear and nonlinear approaches

Mina Mirahmadi*, Mohammad Taghi Karimi¹, Vahid Shaygan Nejad², Javid Mostamand³

Original Article

Abstract

Introduction: Parkinson's disease (PD) is a chronic disorder in basal ganglia with such cardinal signs as resting tremor, bradykinesia, rigidity and postural instability. Various studies have evaluated quiet stance postural stability in mild PD but no consensus seems to exist between researchers on this issue. Therefore, the aim of this study was to evaluate stance stability of people who experience early stage of PD using both linear and non-linear approaches. Moreover, exploring the effect of visual control on quiet stance postural control in this group of people was also of interest.

Materials and methods: 17 patients at early stage of Parkinson disease (H&Y scale: 1) and 17 normal matched people were recruited. They were asked to stand on the force plate for 1 minute and postural sway was recorded in two conditions (Opened Eyes and Closed Eyes) with three trials for each condition. The postural stability were evaluated with the linear COP measures of excursion; path length; velocity; Root Mean Square (RMS) and one nonlinear parameter; i.e., Approximate Entropy (ApEn) in both directions of anteroposterior (AP) and mediolateral (ML). A 2×2 mixed ANOVA was used for data analysis.

Results: The mean values of COP path length and velocity in AP and ML directions were significantly more in PD group in comparison with control group ($P \leq 0.028$) and increased significantly with eye closure in both groups ($P \leq 0.031$). The mean values of COP ApEn in AP and ML directions were insignificantly more in PD patients, however they increased significantly after eye closure in both groups ($P \leq 0.025$).

Conclusion: Early stage PD patients have a subclinical postural instability based on both linear and nonlinear COP measures but their dependency to visual sense is not more than healthy subjects to control quiet stance stability.

Key Words: Stability, Linear analysis, Nonlinear analysis, Parkinson's disease, Visual control

Citation: Mirahmadi M, Karimi MT, Shaygannejad V, Mostamand J. The effect of visual control on quiet stance stability in early stage Parkinson's disease using linear and nonlinear approaches. J Res Rehabil Sci 2014; 10 (5): 599-609

Received date: 22/1/2014

Accept date: 11/10/2014

* Msc, Musculoskeletal Research Center, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. (Corresponding Author) Email: Mina.Mirahmadi@gmail.com

1. Associate Professor, Musculoskeletal Research Center, Department of Orthotics and Prosthetics, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

2. Associate Professor, Department of Neurology, Alzahra Hospital, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

3. Associate Professor, Musculoskeletal Research Center, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran