دانشور
پزشکی

بررسی کمّی لرزش دست بیماران مبتلا به پارکینسون در دو حالت استراحت و وضعیتی با استفاده از روش تصویربرداری

نویسندگان: دکتر سیامک خرمی‌مهر[1*]، دکتر علی استکی[2]، دکتر غلامعلی شهیدی[3] و دکتر فاطمه خمسه[4]

1. استادیار گروه بیومکانیک، دانشگاه‌آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مهندسی‌پزشکی
2. دانشیار گروه مهندسی و فیزیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده پزشکی
3. استادیار گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران
4. استادیار گروه نورولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران پزشکی

* نویسنده مسئول: Email: khorramymehr@biomechanics.ir

دوماهنامه علمی - پژوهشی دانشگاه شاهد سال چهاردهم - شماره 68 اردیبهشت 1386

وصول: 84/7/4
ارسال اصلاحات: 84/10/20
دریافت اصلاحات: 84/12/1
ارسال اصلاحات: 85/1/16
دریافت اصلاحات: 85/2/20
پذیرش: 85/4/24

چکیده

مقدمه: به‌منظور بررسی کمّی لرزش دست بیماران پارکینسونی، در این تحقیق از یکی از روش‌های آنالیز حرکت (تصویربرداری دیجیتالی) استفاده شده است. به کمک این روش، سیستمی متشکل از سخت‌افزار و نرم‌افزار ویژه تحلیل حرکت، طراحی و ساخته شد که قابلیت اندازه‌گیری و نمایش شاخص‌های فرکانس متوسط، موقعیت و سرعت لرزش دست را بر حسب زمان دارد.

مواد و روش‌ها: لرزش دست 32 بیمار توسط این سیستم در دو حالت استراحت و وضعیتی (دست کشیده شده به جلو) مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج: نتایج حاصل نشان داد که شاخص‌های بالا در دو حالت استراحت و وضعیتی دارای ارتباط معنادار هستند ($p<0/02$). همچنین می‌توان یک رابطه خطی بین شاخص‌های ذکر شده در دو حالت استراحت و وضعیتی برقرار کرد. بیش‌ترین ارتباط بین فرکانس متوسط در دو حالت برقرار است ($r^2=0/996$). بین این شاخص‌ها و متغیرهای سن، جنسیت و دست مورد آزمایش ارتباط معناداری به دست نیامد.

واژه‌های کلیدی: پارکینسون، لرزش، آنالیز حرکت، فرکانس، موقعیت، سرعت

مقدمه

لرزش دست از شاخص‌های تشخیص بالینی در بیماری‌های گوناگون، مانند پارکینسون است. متخصصین نورولوژی با مشاهده عینی لرزش دست در حالت‌های گوناگون، مانند استراحت و وضعیتی در کنار دیگر آزمایش‌های بالینی به تشخیص نوع و شدت بیماری می‌پردازند [1،2]. با توجه به آن‌که در مشاهدات عینی، امکان خطا هست و تعیین تفاوت بین حالات گوناگون با دقت کمی صورت می‌پذیرد، به نظر می‌رسد ایجاد سیستمی برای بررسی کمّی لرزش دست مفید باشد.

در حال حاضر، محققین با استفاده از روش‌های گوناگون آنالیز حرکت، مانند شتاب‌سنجی [3-5] و

Archive of SID
www.SID.ir

EMG [6-9] لرزش دست را بررسی می‌کنند. از جمله نتایج بررسی‌های صورت پذیرفته می‌توان به بازه تغییرات فرکانس در حالت استراحت (3 تا 6 هرتز) اشاره کرد. همچنین معین شده که در حالت وضعیتی، این کمیت در محدوده 4 تا 12 هرتز تغییر می‌کند. همچنین محاسبه بیش‌ترین تغییرات دامنه حرکت دست در هنگام لرزش در بیماری‌های گوناگون از دیگر مواردی است که از این تحقیقات حاصل شده است.

لازم به ذکر است تمام این روش‌ها نیازمند اتصال ادوات به دست هستند و در نتیجه در حرکت دخالت می‌کنند. همچنین با توجه به هزینه بالای این روش‌ها، استفاده از آن‌ها محدود به کارهای تحقیقاتی شده، در عمل، روش متداول همان مشاهده عینی است که در این روش طبقه‌بندی شدت بیماری، نتایج به‌صورت رتبه‌ای و شدیداً متأثر از خطای معاینه‌کننده است. در تحقیق حاضر با هدف بررسی دقیق و مقرون به صرفهٔ لرزش دست با کمک یکی از روش‌های آنالیز حرکت (تصویربرداری دیجیتالی)، مجموعه‌ای طراحی و ایجاد گردید که به وسیله آن، لرزش دست 32 بیمار مبتلا به پارکینسون بررسی شد.

مواد و روش‌ها

طراحی و ایجاد سیستم آنالیز لرزش

سیستم طراحی شده در این تحقیق، شامل یک دوربین دیجیتالی تصویربرداری مدل TRV356E (ساخت شرکت سونی)، یک پایه قابل انعطاف، و نرم‌افزار ویژه تحلیل است [10]. در این روش، بیماران از دستکشی نخی استفاده می‌کنند که در نوک انگشتان آن نشانگرهای رنگی کاغذی نصب شده است. این دستکش و نشانگرها با وزن حدود 10 گرم محدودیتی در لرزش دست ایجاد نمی‌کنند.

دوربین به کمک پایه قابل تنظیم در راستای عمود بر صفحه حرکت کف دست قرارگرفته، پس از تصویربرداری از لرزش به مدت 10 ثانیه، اطلاعات تصویری را به رایانه منتقل می‌کند.

در رایانه این فیلم توسط توسط نرم‌افزار Adobe Premiere به تصویرهای جداگانه با پسوند Bitmap تقسیم می‌گردد. به عنوان مثال، برای 10 ثانیه تصویربرداری با توجه به سرعت تصویربرداری دوربین دیجیتالی به کار رفته که 25 عکس در هر ثانیه است، 500 فایل تصویری ساخته می‌شود.

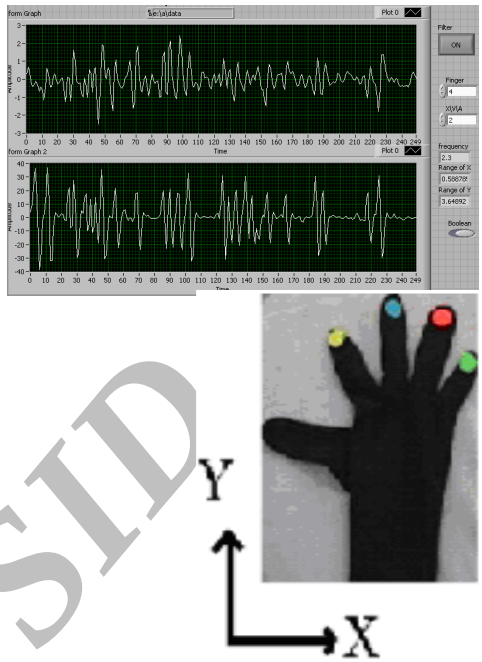
توسط برنامه‌ای که با نرم‌افزار LabVIEW نوشته شده است [11]، اطلاعات مربوط به هر پیکسل از تصاویر در سه بایت ذخیره شده که هر بایت دادهٔ مربوط به یکی از سه رنگ اصلی (قرمز، سبز و آبی) است. به علت تغییرات نور محیط‌های مختلف برای هر نمونه‌برداری، چهار فایل تست مخصوص نشانگرها به طور جداگانه ایجاد شده، محدوده تغییرات شدت سه رنگ اصلی در آن‌ها توسط برنامه محاسبه می‌گردد.

برنامه اطلاعات هر فریم با مقادیر فایل‌های تست مقایسه می‌شود تا به این روش، نشانگرها تشخیص داده شود و اطلاعات اضافی حذف گردد. به این صورت، نرم‌افزار ویژه تحلیل با شناسایی نشانگرها و تعیین موقعیت آن‌ها در صفحه حرکت منحنی‌های موقعیت هر نشانگر را بر حسب زمان ترسیم می‌کند.

با مشتق‌گیری عددی از این منحنی بر حسب زمان، منحنی سرعت حرکت در دو راستای عمود بر هم (صفحه حرکت) محاسبه و نمایش داده می‌شود. همچنین با مشتق‌گیری از منحنی سرعت بر حسب زمان، منحنی شتاب نیز به دست می‌آید. برنامه با شمارش نقاط ماکزیمم نمودار موقعیت بر حسب زمان و تقسیم این عدد بر کل زمانِ حرکت، فرکانس متوسط حرکت را نیز محاسبه می‌کند. بدین‌ترتیب با توجه به اطلاعات نمودارهای فوق، نرم‌افزار می‌تواند مسافت طی‌شده، ماکزیمم و مینیمم جابه‌جایی، سرعت متوسط، ماکزیمم و مینیمم سرعت، شتاب متوسط، ماکزیمم و مینیمم شتاب و فرکانس متوسط حرکت را به عنوان متغیرهای تحقیق محاسبه و نمایش دهد (شکل 1).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1 صفحه نمایش طراحی شده در نرم‌افزار

منحنی بالا سرعت در راستای x و منحنی پایین سرعت در راستای y را برحسب زمان برای انگشت اشاره یکی از افراد مورد آزمایش نشان می‌دهد.

با توجه به آن‌که ابعاد تصویر به فاصله جسم از دوربین بستگی دارد، برای کنترل ابعادی پردازش حرکت، نرم‌افزار در هر تصویر مقدار مساحت نشانگرها را محاسبه کرده، این مقدار را با عدد واقعی مساحت مقایسه می‌کند تا بدین شکل، ابعاد پیکسل‌های تصویر برای مراحل بعدی پردازش کالیبره گردد.

برای مشخص شدن دقت ابعادی این نرم‌افزار با توجه به آن‌که پیکسل‌های تصاویر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، با دور و نزدیک کردن نشانگرها از دوربین و مقایسه ابعاد تصویر با واقعیت مشخص گردید که در فاصله 45 سانتی‌متری جسم از دوربین، هر پیکسل از تصویر، نمایانگر یک میلی‌متر و طول و عرض کل تصویر به ترتیب 25 و 20 سانتی‌متر است.

در مورد ثبت فرکانس حرکت با توجه به اصل نایکویست چون سرعت تصویربرداری 25 عکس در هر ثانیه است، فرکانس قابل اندازه‌گیری 12/5 هرتز است [12].

سنجش لرزش دست بیماران

به‌منظور بررسی لرزش دست، با عنایت به تحقیقات دیگر محققین و با توجه به تعداد بیماران مراجعه‌کننده جامعه آماری مشتمل بر 32 بیمار با لرزش دست ناشی از بیماری پارکینسون طبق تشخیص متخصصین نورولوژی (20 نفر مرد و 12 نفر زن با میانگین سنی 61/03 سال و انحراف معیار استاندارد سنی 9 سال) مورد ارزیابی قرار گرفتند. قبل از انجام آزمایش، اطلاعات مربوط به سن، جنسیت و مدت بیماری هر فرد تعیین و در پرسشنامه‌ای جداگانه ثبت گردید. در این مرحله، پیش از شروع آزمایش، توضیحی در مورد غیر تهاجمی بودن روش آزمایش به بیماران ارائه گردید و از ایشان به منظور انجام آزمایش رضایت گرفته شد. در حین آزمایش، بیماران در دو حالت زیر مورد ارزیابی قرارگرفتند:

الف) استراحت: در این حالت، بیمار بر روی یک صندلی نشسته، دست خود را بر روی میزی که جلوی او قرار دارد به صورت آزاد قرار می‌دهد (شکل 2).

ب) وضعیتی: در این حالت بیمار به صورت نشسته دست خود را به سمت جلوی بدن کشیده، سعی می‌کند این وضعیت را حفظ کند (شکل 3).

این وضعیت‌ها، مشابه حالت‌هایی است که متخصصین نورولوژی بیماران خود را معاینه می‌کنند. اندازه‌گیری‌ها به مدت 30 ثانیه انجام گرفته، به منظور کاهش تأثیرات جانبی، فقط اطلاعات 10 ثانیه آن مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

برای تحلیل‌های آماری نتایج درنرم‌افزار SPSS12 از آزمون‌های «t مزدوج» و آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شده است [13].

Archive of SID

www.SID.ir

شکل 2 آزمایش در حالت استراحت

شکل 3 آزمایش در حالت وضعیتی

نتایج

پس از انجام آزمایش در دو حالت گوناگون و با توجه به منحنی‌های به دست آمده توسط سیستم آنالیز لرزش، مقادیر فرکانس، ماکزیمم جابه‌جایی و سرعت در دو حالت محاسبه و ثبت گردید. میانگین و انحراف معیار استاندارد به دست آمده در جدول 1 ارائه گردیده است. در نتایج به‌دست آمده Xr بیانگر ماکزیمم جابه‌جایی در حالت استراحت برحسب میلی‌متر، Xp ماکزیمم جابه‌جایی در حالت وضعیتی برحسب میلی‌متر، Vr ماکزیمم سرعت در حالت استراحت برحسب سانتی‌متر بر ثانیه، Vp ماکزیمم سرعت در حالت وضعیتی بر حسب سانتی‌متر بر ثانیه، Fr فرکانس متوسط در حالت استراحت برحسب هرتز و Fp فرکانس متوسط در حالت وضعیتی برحسب هرتز است.

جدول 1 میانگین و انحراف معیار استاندارد شاخص‌های لرزش در دو حالت انجام آزمایش

	میانگین	انحراف معیار استاندارد
ماکزیمم جابجایی در حالت استراحت (میلی‌متر)Xr	67/91	41/40
ماکزیمم سرعت در حالت استراحت (سانتیمتربرثانیه)Vr	14/53	5/51
فرکانس در حالت استراحت (هرتز)Fr	4/48	1/15
ماکزیمم جابجایی در حالت وضعیتی (میلی‌متر)Xp	81/78	51/85
ماکزیمم سرعت در حالت وضعیتی (سانتیمتربرثانیه)Vp	16/68	6/95
فرکانس در حالت وضعیتی (هرتز)Fp	4/56	1/17

همان‌طور که در جدول فوق مشخص است بیش‌ترین پراکندگی، مربوط به ماکزیمم جابه‌جایی در حالت وضعیتی و کم‌ترین پراکندگی مربوط به فرکانس متوسط در حالت وضعیتی است. نتایج آزمون‌های آماری صورت پذیرفته بر روی نتایج به دست آمده به قرار زیر است:

- فرکانس متوسط، ماکزیمم جابه‌جایی و سرعت در حالت استراحت در مقایسه با همین کمیت‌ها در حالت وضعیتی ارتباط معناداری با جنسیت، سن و دست مورد آزمایش را نشان نمی‌دهد ($p>0/05$).

با توجه به نتیجه فوق می‌توان بدون در نظرگرفتن تفاوت بین جنسیت، سن و دست مورد آزمایش در افراد مختلف به مورد زیر اشاره کرد:

فرکانس متوسط، ماکزیمم جابه‌جایی و سرعت در حالت استراحت در مقایسه با همین کمیت‌ها در حالت وضعیتی ارتباط معناداری را نشان می‌دهد ($p<0/02$).

با توجه به اطلاعات به دست آمده به نظر می‌رسد می‌توان از برازش خطی برای پیدا کردن ارتباط بین داده‌ها استفاده کرد (جدول 2).

Archive of SID

www.SID.ir

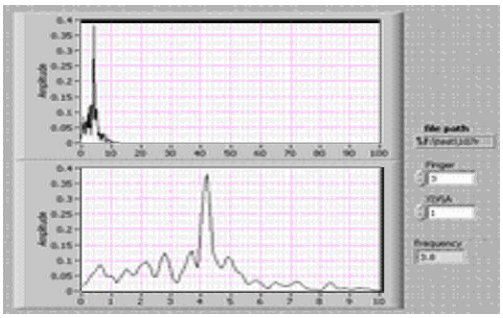
جدول 2 نتایج برازش خطی بین نتایج به دست آمده در دو حالت انجام آزمایش

	شیب	عرض	r^2
تغییرات فرکانس استراحت بر حسب تغییرات فرکانس وضعیتی Fr-Fp	0/981	0/002	0/996
تغییرات ماکزیمم جابه‌جایی درحالت استراحت برحسب حالت وضعیتی Xr-Xp	0/738	2/22	0/865
تغییرات ماکزیمم سرعت درحالت استراحت برحسب حالت وضعیتی Vr-Vp	0/779	4/17	0/953
تغییرات فرکانس بر حسب تغییرات ماکزیمم جابه‌جایی در حالت استراحت Fr-Xr	0/159	2/16	0/584
تغییرات فرکانس برحسب تغییرات ماکزیمم سرعت در حالت استراحت Fr-Vr	0/025	2/79	0/8
تغییرات فرکانس بر حسب تغییرات ماکزیمم جابه‌جایی در حالت وضعیتی Fp-Xp	0/141	2/21	0/699
تغییرات فرکانس برحسب تغییرات ماکزیمم سرعت در حالت وضعیتی Fp-Vp	0/025	2/89	0/823

با توجه به جدول 2 بیش‌ترین ارتباط خطی بین فرکانس متوسط در دو حالت است. همچنین کم‌ترین ارتباط خطی متعلق به فرکانس متوسط و سرعت در حالت استراحت است.

به علاوه، تبدیل فوریه منحنی موقعیت بر حسب زمان نیز برای تمام حرکات توسط برنامه به دست آمده است (شکل 4). طیف‌های فرکانسی حاصل دارای یک نقطه پیک بوده، با مقایسه آن‌ها با اعداد فرکانس متوسط محاسبه شده توسط برنامه مشخص شد که این مقادیر با یکدیگر همخوانی دارند.

شکل 4 تبدیل فوریه منحنی موقعیت برحسب زمان، محور افقی برحسب هرتز و محور عمودی برحسب موقعیت است



بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون‌های آماری و اطلاعات ثبت‌شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

بین فرکانس متوسط در دو حالت استراحت و وضعیتی می‌توان رابطه خطی با ضریب برازش بالا (r^2=0/996) و حساسیت بیش‌تر (b=/981) نسبت به رابطه بین ماکزیمم‌های موقعیت و سرعت در دو حالت استراحت و وضعیتی برقرار کرد (جدول 2).

در حالت وضعیتی، حساسیت به تغییرات سرعت بیش‌تر از حالت استراحت بوده (b=/025 و r^2=0/823) و می‌توان از آن به عنوان شاخص مناسب‌تری برای تشخیص و درجه‌بندی بیماران استفاده کرد. درحالت استراحت نیز شیب تغییرات فرکانس (0/159) بین افراد بیش‌تر بوده می‌توان از آن به عنوان شاخص مناسبی در بررسی لرزش دست استفاده کرد.

طیف فرکانسی به دست آمده در نتایج نشان داد که می‌توان از فرکانس متوسط به عنوان یک شاخص مناسب برای بررسی لرزش دست استفاده کرد.

وجود اختلاف بی‌معنا بین نتایج و متغیرهای جنسیت، سن و دست آزمایش شده، با توجه به حجم جامعه آماری این تحقیق صحت داشته، شاید با افزایش تعداد بیماران بین آن‌ها نیز ارتباطی را بتوان برقرار کرد.

توانایی این مجموعه در محاسبه فرکانس و جابه‌جایی از مهم‌ترین دستاوردهای تحقیق می‌باشد و از جمله کاستی‌های آن می‌توان به تحلیل دوبعدی و

Archive of SID

www.SID.ir

بازه فرکانسی محدود آن اشاره کرد که البته این بازه برای سنجش لرزش دست بیماران پارکینسونی مناسب است [14].

در مقایسه نتایج این تحقیق با دیگر منابع [17-15] به نظر می‌رسد از این مجموعه می‌توان برای بررسی لرزش دست بیماران استفاده کرد.

البته مزیت اصلی این مجموعه کاربردی بودن آن برای متخصصین نورولوژی است که با صرف هزینه اندک می‌توانند شاخص‌های لرزش را بررسی کنند. در آینده نیز می‌توان با افزایش تعداد دوربین‌ها و تکمیل نرم‌افزار، مجموعه را برای بررسی‌های دیگر، مانند مطالعه اثر داروهای گوناگون بر لرزش دست مورد استفاده قرارداد.

نتیجه گیری

با توجه به دقت سیستم آنالیز لرزش دست به نظر می‌رسد از این مجموعه به دو منظور می‌توان استفاده کرد:

الف) بررسی تغییرات شاخص‌های لرزش (فرکانس، موقعیت و سرعت) در طول درمان برای هر بیمار.

ب) دسته‌بندی کمّی دقیق‌تر بیماران بر اساس شاخص‌های ارائه شده.

تشکر و قدردانی

از زحمات مدیریت و پرسنل درمانی بیمارستان امام علی (ع) (دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران پزشکی) که در انجام این تحقیق کمال همکاری را داشته‌اند سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. محمدی، رضا، طب هاریسون، انتشارات تیمورزاده، تهران، 1381.
2. ظفری، فریده، سیستم اعصاب مرکزی، انتشارات تیمورزاده، تهران، 1379.
3. Jobbagy A., Furnee H., Harcos P.: Analysis of movement patterns aids the early detection of Parkinson's disease, 19th international conference, IEEE/EMBS Oct 30., 1997, pp. 1760-1763
4. Rajaraman V., Jack D.: A novel quantitative method for 3D measurement of parkinsonian tremor, Clinical Neurophysiology, 111, 2000, 338-343.
5. Deuschl G., Wenzelburger R.: Essential tremor and cerebellar dysfunction clinical and kinematic analysis of intention tremor, Brain, vol. 123, No. 8, 2000,1568-1580
6. Yahalom G., Simon E.S.: Hand rhythmic tapping and timing in parkinsn's disease , science , 2004 , 1909-1912
7. Timmer J.:Quantitative analysis of tremor time series, Electroencephalography 101, 1996, 461-468
8. Lauk M.: software for recording and analysis of human tremor, Comput. Methods. 60,1999,65-77
9. Timmer J.: Modeling noisy time series: physiological tremor, int. J. bif. Chaos 8,1998
10. خرمی‌مهر، سیامک، استکی، علی، طراحی و ساخت سیستم اندازه گیری و تحلیل سینماتیکی حرکات لرزشی ظریف با استفاده از دو روش تصویربرداری و شتاب‌سنجی، مجله علوم مهندسی دانشگاه علم وصنعت ایران، زیر چاپ.
11. Klinger T.: Image processing with LabVIEW and IMAQ vision, PTR, 2003.
12. میلانی، نگین، پایان‌نامه کارشناسی، تحلیل حرکت با روش تصویربرداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، 1383.
13. فتوحی، اکبر، " آنالیز آماری داده‌ها در spss12، انتشارات کانون نشر علوم، تهران، 1383.
14. Elble RJ: Tremor in ostensibly normal elderly people; MovDisord 2002: 13: 457-464.
15. Salzer M: Three dimensional tremor measurements of the hand; J Biomech 2003: 5:217±221.
16. Scholz E. Bacher M: Problems in measurement of Parkinsonian tremor; In: Findley LJ, Koller WC, editors. Handbook of tremor disorders. NewYork: Marcel Dekker, Inc1999: 293-12.
17. Poizner H, Wooten E, Salot D. Computer graphic modeling and analysis: a portable system for tracking arm movements in three-dimensional space. Behav Res Methods Instrum Comput 2001; 18:427±433.

Archive of SID
www.SID.ir