

• 临床研究 •

人体震颤定量检测仪在临床的初步应用

孙志强¹, 王广志², 陈滨¹, 黄晔¹, 何乐¹, 谭富传², 丁辉², 王金明¹, 丁海曙², 康福安¹

[摘要] 目的 检验以光电转换原理研制的人体震颤定量检测仪的临床应用效果。方法 对正常青年人、老年人、帕金森氏病(PD)、甲亢、小脑共济失调等 55 例检测对象的两手 4 种姿势及动作进行位移、频谱、速度、加速度 4 项指标测试。结果 各种疾病的病理性震颤与生理性震颤之间有显著性差异($P < 0.05$),特别是对 PD 定性的波形及定量的数据有显著的特异性。结论 人体震颤检测仪可为早期诊断 PD 提供依据。

[关键词] 帕金森氏病;震颤;检测仪

Preliminary Application of Quantitative Detector for Human Tremor in Clinic SUN Zhi-qiang, WANG Guang-zhi, CHEN Bin, et al. The Beijing Neurosurgery Institute, Beijing 100050, China

Abstract: **Objective** To test the effect of human tremor detector in clinic based on the principle of photoelectrical transformation. **Methods** Fifty-five subjects including normal youth and elderly persons, patients with Parkinson's disease (PD), hyperthyroidism and cerebellar ataxia were tested with human tremor detector. The displacement, frequency spectrograph, velocity and acceleration of both hands in four kinds of postures and action were involved. **Results** The physiological tremor and pathological tremor in different kinds of patients were significantly different ($P < 0.05$). Especially in PD, both quantitative and qualitative data had a significant difference. **Conclusion** Human tremor detector can provide the evidence for early diagnosis of PD.

Key words: Parkinson's disease (PD); tremor; detector

[中图分类号] R741.04 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2006)06-0521-02

[本文著录格式] 孙志强,王广志,陈滨,等. 人体震颤定量检测仪在临床的初步应用[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(6): 521-522.

震颤是神经系统及其他一些疾病的常见症状之一。1987 年, Lynn 观察了帕金森氏病(Parkinson's disease, PD)的震颤振幅的变异性^[1], 此后 Beuter (1990 年)做了震颤位移的单项研究^[2]; Thielgen (2004 年)用加速度仪, 24 h 监测 PD 患者的振幅频率^[6]; Solarian (2004 年)对 PD 患者的步态进行了评定^[8]。但上述工作只限于半定量的研究, 对震颤症状的位移、频谱、速度及加速度的综合定性定量研究尚未见报道。清华大学和北京市神经外科研究所共同研制的人体震颤定量检测仪, 以光电位置检测器作为传感器, 对人体的各点位置进行实时检测, 并在计算机控制下进行数据采集、处理和图形显示。该仪器能准确地测定疾病震颤症状的生物力学特征(包括位移、频谱、速度及加速度等参数)。

本研究应用人体震颤定量检测仪对正常青年人、老年人, 以及 PD、甲状腺机能亢进(以下简称甲亢)及小脑共济失调等患者共 55 例进行检测, 试图了解生理性震颤和病理性震颤的特点, 并对不同疾病的震颤特异性进行研究。

1 材料与方法

1.1 检测对象及分组: ①正常对照组: 老年组 11 人, 年龄 50~72 岁; 青年组 10 人, 年龄 22~30 岁; ②PD 组: 21 人, 年龄 38~72 岁; ③甲亢组: 9 人, 年龄 22~40 岁; ④小脑共济失调组: 4 人, 年龄 30~58 岁。

患者组均经过详细询问病史、体检并做出明确诊断。正常对照组均排除与震颤有关疾病。

1.2 实验方法

1.2.1 仪器 人体震颤定量检测仪由红外发光二极管、发光和同步控制器、红外光点摄像机及微型计算机组成。

作者单位: 1. 北京市神经外科研究所, 北京市 100050; 2. 清华大学, 北京市 100084。作者简介: 孙志强(1962-), 男, 北京市人, 副教授, 博士, 主要研究方向: 神经科学。通讯作者: 康福安。

1.2.2 操作方法: ①测试距离: 受试者距红外光点摄像机距离为 1.8 m; ②红外光点: 受试者左右手中指和拇指分别放置 1、2、3、4 号红外线二极管; ③规定动作: 受试者分别做站立双手下垂、双腕放在坐椅扶手上、双上肢向前伸直平举及双手轮替翻转等 4 个规定动作; ④观察指标: 共 4 项指标, 即位移、频谱、速度及加速度。每项指标分别观察 X 轴及 Y 轴两个方向。

1.2.3 计算方法 测试的动作图像及数据通过电子计算机同步处理, 打印出图形并将全部试验数据输入 d-base 数据库进行统计处理。所有数据根据实验设计和临床需要先求出位移、频谱、速度及加速度在 5 s 内的平均值, 并将每一物理量分别在 X、Y 轴上的投影合成, 同时将左右手两个发光点记录的数据平均, 然后进行计算。

2 结果

2.1 正常青年组与老年组 4 个规定的标准姿势的测试结果: ①位移: 波幅不高, 曲线平坦平滑, 各波幅几乎接近轴线(见封三图 3.1), 青年组与老年组之间形态无明显差异, 波幅的定量均值无显著性差异($P > 0.05$), 见表 1; ②频谱: 起始处有低频波峰, 峰值波形随频率的增加而平坦下降, 低频的峰值不超过 1.2 Hz, 青年组与老年组的频谱形态无明显差异(见封三图 3.2); ③速度: 表现速度的波幅不大, 各波峰之间波动不明显, 青年组与老年组速度的均值无显著性差异(见封三图 3.3); ④加速度: 全程波形起伏变异较小, 峰值差异小(见封三图 3.4), 青年组与老年组的定量均值无显著性差异(见表 1)。

2.2 PD 组 体检发现患者均有不同程度的震颤、肌强直、齿轮征及运动不灵活等, 仪器测试结果为: ①位移: 在 4 种规定姿势中, 位移波幅明显增加, 波形曲线不平滑呈锯齿状(见封三图 3.5), 与正常老年对照组相比有显著性差异($P < 0.05$), 见表 1; ②频谱: 在低频及高频处均有高峰值, 一般出现在 3~6 Hz 处, 有的出现一个高峰值, 有的出现两个以上高峰值(见封三图 3.6); ③速度: 规定姿势速度的波峰均值均大于正常对照组(P

<0.05),波幅变化不规则,曲线不平滑,在轮替动作中波幅的均值较正常对照组为小(见表1和封三图3.7);④加速度:动作全程波幅的形状似有周期性增大与变小的交替性节律变化,在轮替动作中,加速度波形的曲线不平滑有锯齿样改变,症状重者加速度的波幅也增大,左手震颤者重于右手者,其加速度波幅与位移值亦增大(见封三图3.8),加速度及均值与正常对照组相比有显著性差异($P<0.05$)。

2.3 甲亢组 甲状腺轻度增大,有血管震颤杂音,双手平举有的能看到轻度震颤,有的则肉眼看不到震颤,基础代谢率均高于正常值,仪器测试结果为:①位移:波幅均不大,均值与正常

青年组相比有显著性差异($P<0.05$);②频谱:在2~6 Hz 频带间出现1个或数个中等峰值,与PD组的频谱形态相比,高峰值较分散不集中;③速度:波形及波幅无明显特异性;④加速度:定量值均较小,波峰无明显节律性改变,与正常青年组的均值相比有显著性差异($P<0.05$)。

2.4 小脑共济失调组 均有典型的病史与小脑共济失调症状,仪器测试结果为:①位移:波形有不规则锯齿形态;②频谱:在2~6 Hz 处有尖波,高峰在低频;③速度:与PD组和甲亢组的形态相比无明显特征;④加速度:在轮替动作中,加速度的波形不规则,波的曲线不平滑,出现多个齿状改变。

表 1 人体震颤定量检测的组间比较 ($\bar{x}\pm s$)

动作	指标	右手				左手			
		青年组(n=10)	老年组(n=11)	PD组(n=21)	甲亢组(n=9)	青年组(n=10)	老年组(n=11)	PD组(n=21)	甲亢组(n=9)
手下垂	位移(cm)	0.46±0.24	0.29±0.12	1.04±1.88 ^a	0.52±0.26 ^c	0.48±0.24	0.37±0.26	1.09±1.96 ^a	0.92±0.49 ^{b,c}
	速度(cm/s)	3.0±0.67	2.73±0.40	10.29±15.48 ^a	3.18±1.00 ^c	2.52±0.64	2.92±0.95	11.64±21.39 ^a	6.11±3.70 ^{b,c}
	加速度(cm/s ²)	70.7±29.81	86.64±19.43	327.50±435.63 ^a	94.9±15.01 ^c	83.82±18.7	85.45±16.12	337.71±574.20 ^a	171.68±110.10 ^{b,c}
手腕置椅扶手	位移(cm)	0.14±1.67	0.24±0.28	2.27±3.80 ^a	0.63±0.97 ^c	0.19±0.06	0.21±0.10	1.41±2.66 ^a	4.58±0.51 ^{b,c}
	速度(cm/s)	2.73±0.69	2.82±1.44	22.75±36.74 ^a	4.22±2.58 ^{b,c}	3.66±1.33	4.52±2.0	21.07±33.48 ^a	6.34±3.79 ^{b,c}
	加速度(cm/s ²)	87.3±15.29	77.01±18.0	1417.96±4035.29 ^a	128.38±48.05 ^{b,c}	144.78±29.82	149.77±72.26	1747.86±6166.25 ^a	203.84±119.25 ^{b,c}
两手平举	位移(cm)	0.74±0.28	0.73±0.35	1.93±2.14 ^a	0.93±0.60 ^{b,c}	0.85±0.42	0.81±0.27	2.00±2.06 ^a	2.10±1.28 ^b
	速度(cm/s)	3.28±0.32	3.56±0.62	12.50±21.72 ^a	3.88±1.49 ^{b,c}	3.24±0.62	3.99±1.63	14.12±25.82 ^a	12.20±6.62 ^{b,c}
	加速度(cm/s ²)	96.29±1.30	102.78±7.15	364.15±674.21 ^a	110.61±32.48 ^{b,c}	93.61±21.34	98.33±19.19	408.28±742.03 ^a	276.33±215.36 ^{b,c}
轮替翻转	位移(cm)	8.49±3.07	7.96±2.52	9.43±3.64	11.40±2.49 ^b	10.63±2.44	7.88±3.24	8.67±2.43	10.72±4.86 ^{b,c}
	速度(cm/s)	41.16±16.67	31.22±12.07	34.29±16.50	71.95±38.40 ^c	68.15±17.76	33.17±16.26	39.34±39.76 ^a	52.29±27.78 ^b
	加速度(cm/s ²)	406.78±325.25	412.55±157.55	464.92±363.85 ^a	549.13±129.59 ^c	562.86±286.05	419.90±173.79	506.15±413.13 ^a	698.55±364.48 ^c

注:a.与老年组比较, $P<0.05$;b.与青年组比较, $P<0.05$;c.与甲亢组比较, $P<0.05$ 。

3 讨论

人体震颤定量检测设备简单,检测数据及图形显示反馈速度快,对人体的震颤能精确地进行定性和定量检测。在采取的4项指标中,位移能直接反映震颤的强度;加速度能反映震颤时的阵发性发力情况及节律特性;频谱能显示震颤的各种频率成分,因此该仪器能通过这4项指标对人体各部位的震颤进行综合分析。

正常青年组及老年组虽然4种规定姿势的位移、频谱、速度、加速度等4项观察指标有程度差异,但无统计学意义,表明该仪器能准确测试并反映出生理震颤的本质,也表明青年与老年组虽有差异,但未超出正常生理范围,作为正常对照组,不会产生大的误差。

在甲亢组及PD组,虽然有的患者在4个规定姿势及动作中肉眼未看到明显的震颤,但位移、频谱、速度和加速度的形态,以及定性定量数据显示与正常对照组有显著性差异,表明该仪器能准确揭示并鉴别出生理性震颤及病理性震颤的本质,提示该仪器可在患者未出现明显症状时及时发现,为早期诊断和及时治疗提供依据。

本研究在检测PD、甲亢和小脑共济失调3种疾病时,各种疾病都反馈不同的特点,如:①PD:位移波幅明显增大,波形曲线呈锯齿状,频谱在2~6 Hz 处出现1个或2个高峰值波形,全程有周期性增大与变小的交替节律变化,波形曲线不平滑有锯齿的特点,位移速度和加速度的定量数值大于正常组;②甲亢:位移振幅不大,在双手平伸动作中只有程度增加,频谱在2~6 Hz 处出现数个分散的中高峰值,加速度的波峰无明显周期性节律性改变;③小脑共济失调:位移波形有不规则锯齿形状,在2~6 Hz 处有尖波,高峰值多在低频段,在轮替翻转动作中加速度波形不规则,波的曲线不平滑,出现多个锯齿形。因此,根据以上各种疾病各指标的定量数据,可为鉴别诊断提供有利的依据。

正电子发射扫描(Pet)及经颅超声影像虽然对诊断PD有参考价值^[8],但无显著特异的定性定量数据。

观察PD患者给药前后的4种姿势动作时,4项指标都能精确地反映出药物对患者有效、无效,以及药物作用的有效时间等^[3,4],可为临床评定疗效及药物的作用效果提供定性定量依据,因此,本法确实优于其他方法^[5]。

总之,本研究的测试结果表明,不同病症的震颤特点及定量数据不同,人体震颤定量检测仪检测精确、灵敏、无创伤,可及时反馈定性定量数据,对肉眼察觉不到的PD的病理性震颤能及时反馈,可为研究和观察患者治疗前后的震颤症状提供重要手段,为一些震颤疾病的早期诊断、鉴别诊断提供参考依据。

[参考文献]

[1]Lynn C, Leslie J. Variability in amplitude of untreated essential tremor[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry,1987,50:704.
[2]Beuter A, Milton JG, Labri E, et al. Delayed visual feedback and movement control in Parkinson's disease[J]. Exper Neurol,1990, 110:228.
[3]Lynn C, Leslie J, William K. Lack of association between essential tremor and Parkinson's disease[J]. Ann Neurol,1988,24:23—26.
[4]Deborah L, Kathleen Y. Sequencing in Parkinson's disease[J]. Brain,1991,114:99—115.
[5]Erwin B, Julie N. The movement speed/accuracy operator in Parkinson's disease[J]. Neurology,1990,4:269.
[6]Thielgen T, Foerster F, Fuchs G, et al. Tremor in Parkinson's disease: 24 hours monitoring with calibrated accelerometry electromyography[J]. Clin Neurophysiol,2004,44:137—146.
[7]Becker G, Müller A, Branc S, et al. Early diagnosis of Parkinson's disease[J]. J Neurol,2002,249(Suppl 3):111 40—48.
[8]Salarian A, Russmann H, Vingerhoets F, et al. Gait assessment in Parkinson's disease: toward an ambulatory system for long-term monitoring[J]. IEEE Trans Biomed Eng,2004,5(8):1434—1443.

(收稿日期:2006-03-21)

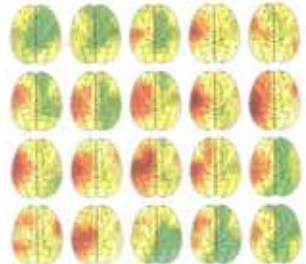


图 2-2 2048 图利记忆过程 D2 地贴图

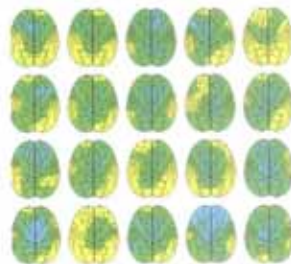


图 2-3 图形再认过程 D2 地形图

注：图2-1-图2-2为同一笔迹在连续动态书写时，不同颜色磁头位置不同所引起数据(自-30)至正数值的分布图，此图需与图2-1结合，方能完整理解该图。图中用虚线表示，每一个磁头代表14个处理数据，临时记录数据。



图 3.1 正态分布曲线



图 3-2 正常人眼透氧性



图 3.3 正常人速度曲线



图 3-4 正楔入加速度曲线



图 2-5 帕金森氏病患者位移曲线



图 3-45 响度函数曲线



图 3.7 帕金森氏病患者速度曲线



图 3-3 蛇食鼠丘病原者加速成虫线

图 1.1—图 1.8

正文见 P484—486

图2.1~图2.3

正文见 P489-490

图 3.1—图 3.8

正文见 P521-522