

· 临床研究 ·

正常人静态平衡姿势图影响因素的研究

徐本华 谢斌 黄永禧

【摘要】目的 探讨正常人静态平衡姿势图的影响因素。方法 用平衡仪对 588 例正常人进行静态平衡功能测试,用 t 检验对各年龄组性别之间的平衡参数值进行分析。用典则相关分析方法按性别分组对年龄、身高和体重与平衡姿势图的参数值进行相关分析。结果 性别之间的平衡参数值差异有统计学意义 ($P < 0.01 \sim 0.05$);年龄与男、女两组的平衡参数值均呈正相关;女性组身高与平衡参数值呈正相关,男性组身高与平衡参数值相关性低;男女两组的体重与平衡参数值均呈正相关。结论 性别和年龄影响平衡功能,随着年龄的增加平衡功能下降,36~50 岁和 51~65 岁的男性平衡功能较女性差,20~35 岁和 66~79 岁的女性平衡功能较男性差;随着体重增加,平衡功能下降;随着身高的增加,女性平衡功能下降,而身高对男性平衡功能影响不显著。

【关键词】静态平衡姿势图; 性别; 年龄; 体重; 身高

Study of the effect factors and sensitive parameters in normal subjects with static posturography XU Ben-hua, XIE Bin, HUANG Yong-xi. Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China

【Abstract】Objective To study the effect factors and sensitive parameters in normal subjects with static posturography. Methods A computerized stabilometer was used to evaluate 588 normal subjects in the eyes closed condition. t test was used to analyze gender factors in every age group, canonical correlation analysis method to analyze the relative effect of age, body height and body mass factors and the static posturography parameter values. Results The parameter values between gender showed significant difference ($P < 0.01 \sim 0.05$); Age was positively related to balance parameter values in both genders; The correlation between body height and balance parameter values in both genders was lower; The relationship between body mass and balance parameter values was positive in male group, but lower in female group. The sensitive parameters are the maximum sway amplitude and mean sway amplitude in X and Y directions, path length, covered area, area speed, average sway speed and sway speed in Y direction. Conclusion Gender and age affect balancing ability, the older, the poorer stabilization; Gender-associated differences were significant for some sway components in the middle and older age groups (36~50 and 51~65 years) in which men exhibited more spontaneous postural sway than women. The younger and oldest aged women (20~35 and 66~79 years) exhibited significantly more postural sway than men of the same age. In the youngest age group (15~19 years) no gender-related differences in postural sway were found. As the body mass increased, the balancing ability decrease in male group, but no change in female group. Body height had no effect in both gender groups.

【Key words】Static posturography; Gender; Age; Body mass

人体平衡的维持取决于正常的肌张力、适当的感觉输入、大脑的整合作用、交互神经支配或抑制以及骨骼肌系统几方面的综合作用^[1]。康复医生试图在平衡功能的治疗和监测中运用有效和可靠的评定方法。近年来,随着电子计算机技术在医学中的广泛应用,平衡功能的定量评定日益受到重视。静态平衡姿势图由于其操作简便、可靠、有效、省时等特点,已广泛用于神经系统疾患^[2]、假肢^[3]和前庭功能障碍^[4]等的平衡功能测试和训练监测,是康复评定的常用方法之一。

人体保持直立姿势的稳定依靠视觉、前庭和本体感觉系统的完整。而身体的生理和形态指标也是不容忽视的影响因素。为此,国内外学者进行了深入的研究,但其研究结果不尽一致^[5-7]。我们运用平衡稳定性测试仪,对 588 例正常人进行静态平衡测试,以探讨性别、年龄、身高和体重对静态平衡姿势图参数的影响。

资料和方法

一、资料

选择无神经系统、耳鼻喉科、内科、骨科等影响平衡功能疾病的正常人 588 例,其中男 228 例,女 360

例;年龄 15 ~ 79 岁(表 1)。受试者均为我院职工及家属、护校学生、北京 156 中学学生等志愿者。

二、测试参数及方法

采用意大利产计算机控制的平衡稳定性测试仪,该仪器由压力传感器、计算机及相关软件组成。压力传感器体积为 48 cm × 48 cm × 7 cm,装有机械和电动转换器,能感受人体重心(压力重心或足力重心)的移动情况,传感信号经处理后得到对人体姿势控制的 12 种参数:即重心移动轨迹的总长度(PL)、重心移动轨迹占据的总面积(CA)和区域速度(AS);在左右方向的最大摆幅(Mx)、平均摆幅(MAx)、摆动频率(Fx)及摆动速度(Sx);在前后方向的最大摆幅(My)、平均摆幅(MAy)、摆动频率(Fy)及摆动速度(Sy);平均摆速

(MS)。

受试者脱鞋后按特定位置立于传感器平台上,双手自然垂于身体两侧,两眼平视前方。测试并足(两足重心距离 70 mm)闭眼状态下的平衡情况,测试时间为 30 s。

三、统计学分析

在 IBM-PC/AT 机上,用 SAS 统计软件对平衡参数进行分析,用 *t* 检验对各年龄组性别进行分析。用典则相关分析方法按性别分组对年龄、身高和体重与平衡姿势图的参数进行相关分析。

结 果

一、不同年龄段男、女性别的各参数值比较(表 2)

表 1 588 例正常受试者各年龄段的一般资料($\bar{x} \pm s$)

参 数	年龄段(岁)				
	15 ~	20 ~	36 ~	51 ~	66 ~ 79
男					
人数(例)	27	100	59	33	9
年龄(岁)	17.52 ± 0.85	27.40 ± 4.62	41.61 ± 4.38	59.52 ± 4.08	68.33 ± 3.67
身高(cm)	173.52 ± 6.31	171.67 ± 5.84	171.63 ± 5.91	171.61 ± 4.89	166.00 ± 5.63
体重(kg)	65.93 ± 11.9	165.69 ± 9.06	68.59 ± 13.54	72.76 ± 9.50	69.00 ± 10.22
女					
人数(例)	110	98	95	53	4
年龄(岁)	17.68 ± 0.81	27.36 ± 5.17	41.67 ± 3.95	56.79 ± 3.47	68.00 ± 0.82
身高(cm)	160.67 ± 5.13	160.05 ± 4.69	160.31 ± 5.46	159.17 ± 4.71	155.00 ± 6.22
体重(kg)	55.63 ± 7.62	55.20 ± 6.49	59.60 ± 8.04	59.00 ± 10.68	63.00 ± 9.49

表 2 男、女两组各年龄段的参数值比较($\bar{x} \pm s$)

参数	性别	年龄段(岁)				
		15 ~	20 ~	36 ~	51 ~	66 ~ 79
Fx(Hz)	男	0.41 ± 0.13	0.42 ± 0.14	0.41 ± 0.14	0.44 ± 0.09	0.42 ± 0.13
	女	0.41 ± 0.12	0.41 ± 0.12	0.40 ± 0.12	0.40 ± 0.14	0.50 ± 0.20
Fy(Hz)	男	0.32 ± 0.14	0.33 ± 0.12	0.35 ± 0.12	0.34 ± 0.13	0.39 ± 0.12
	女	0.31 ± 0.11	0.30 ± 0.13	0.32 ± 0.12	0.38 ± 0.13	0.45 ± 0.12
Mx(mm)	男	22.70 ± 6.75	24.23 ± 6.93	29.71 ± 11.29 *	27.03 ± 7.14	41.78 ± 18.88
	女	22.14 ± 6.71	25.63 ± 7.89	26.04 ± 8.01	27.62 ± 9.87	32.50 ± 3.11
My(mm)	男	21.63 ± 5.11	23.73 ± 6.60	29.53 ± 11.75	33.40 ± 13.11 * *	34.44 ± 9.19
	女	22.85 ± 8.32	25.24 ± 7.91	26.87 ± 10.06	25.32 ± 7.67	29.50 ± 6.76
MAx(mm)	男	4.59 ± 1.34	5.05 ± 1.67 *	6.71 ± 2.75 *	5.52 ± 1.46	9.33 ± 3.94
	女	4.18 ± 1.27	5.67 ± 2.72	5.73 ± 2.55	6.08 ± 2.55	6.50 ± 1.00
MAy(mm)	男	4.59 ± 1.34	5.51 ± 2.52	7.61 ± 4.16 *	8.58 ± 5.00 *	9.78 ± 4.71
	女	4.73 ± 1.98	6.06 ± 2.62	6.38 ± 3.12	6.62 ± 2.85	7.50 ± 3.79
CA(cm ²)	男	6.78 ± 3.33	7.72 ± 3.84	11.67 ± 7.86	12.70 ± 7.20 *	17.31 ± 9.99
	女	6.58 ± 3.98	8.41 ± 4.14	10.95 ± 19.41	9.55 ± 5.28	17.90 ± 3.13
AS(cm ² /s)	男	0.23 ± 0.12	0.26 ± 0.13	0.39 ± 0.26 *	0.42 ± 0.24 *	0.57 ± 0.33
	女	0.22 ± 0.13	0.29 ± 0.14	0.31 ± 0.17	0.32 ± 0.18	0.58 ± 0.10
PL(mm)	男	356.70 ± 91.59	382.19 ± 117.16	454.31 ± 168.67	491.61 ± 156.48	563.56 ± 116.72 *
	女	344.95 ± 109.94	382.67 ± 115.89	406.67 ± 126.38	435.09 ± 126.14	714.00 ± 86.64
MS(mm/s)	男	11.85 ± 3.05	12.86 ± 3.92	15.12 ± 5.70	16.40 ± 5.23	18.89 ± 3.95 *
	女	11.47 ± 3.70	12.72 ± 3.92	13.57 ± 4.21	14.51 ± 4.27	23.75 ± 2.87
Sx(mm/s)	男	8.56 ± 2.55	9.24 ± 3.19	10.36 ± 4.02	11.00 ± 3.34	13.11 ± 3.30
	女	7.95 ± 2.85	9.24 ± 3.11	9.61 ± 3.35	10.15 ± 3.24	17.25 ± 3.10
Sy(mm/s)	男	6.70 ± 1.96	6.94 ± 2.16	8.85 ± 3.63 *	10.18 ± 4.21 *	10.44 ± 2.92
	女	6.56 ± 2.17	6.90 ± 2.22	7.64 ± 2.45	8.21 ± 2.59	12.75 ± 2.50

注:用 *t* 检验对男、女两组相应参数值的比较, * *P* ≤ 0.05, * * *P* < 0.01

588 例正常受试者按照年龄分成以下 5 个年龄段。
①15 ~ 19 岁:各参数值性别差异无统计学意义 ($P > 0.05$); ②20 ~ 35 岁:除 MA_x 性别差异有统计学意义 ($P \leq 0.05$), 女性参数值较男性大外, 其余各参数值性别差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); ③36 ~ 50 岁:除 M_x 、 MA_x 、 MA_y 、 AS 、 S_y 性别差异有统计学意义 ($P \leq 0.05$), 男性参数值较女性大外, 其余各参数值性别差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); ④51 ~ 65 岁:除 M_y ($P < 0.01$)、 MA_y 、 CA 、 AS 、 S_y 性别差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 男性参数值较女性大外, 其余各参数值性别差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); ⑤66 ~ 79 岁:除 PL 、 MS 性别差异有统计学意义 ($P \leq 0.05$), 女性参数值较男性大外, 其余各参数值性别差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

二、年龄、身高和体重与平衡姿势图参数的典则相关分析(表 3)

表 3 两组原始变量与典则变量的相关系数

典则变量	男		女	
	1	2	1	2
典则相关系数	0.56	0.34	0.42	0.26
生理指标				
年龄	0.88 *	-0.43	0.98 *	-0.07
身高	0.31	0.72 *	0.04	0.76 *
体重	0.57 *	0.75 *	0.21	0.84 *
静态平衡参数				
F_x (Hz)	-0.01	-0.43	0.04	0.10
F_y (Hz)	0.11	-0.24	0.35	-0.43
M_x (mm)	0.62 *	-0.11	0.58 *	0.47 *
M_y (mm)	0.86 *	0.12	0.35	0.74 *
MA_x (mm)	0.55 *	-0.43	0.66 *	-0.01
MA_y (mm)	0.76 *	-0.21	0.64 *	0.40
CA (cm ²)	0.88 *	0.04	0.34	0.15
AS (cm ² /s)	0.857 *	0.03	0.64 *	0.48 *
PL (mm)	0.77 *	-0.16	0.72 *	0.27
MS (mm/s)	0.76 *	-0.14	0.73 *	0.26
S_x (mm/s)	0.60 *	-0.17	0.68 *	0.32
S_y (mm/s)	0.84 *	-0.10	0.70 *	0.18

注: * 为原始变量与典则变量的相关系数大于 0.50 的参数

1. 典则变量个数的确定:①根据显著性检验男性组的概率值为 0.00, 0.01 和 0.26, 可见前 2 个相关系数显著地不为零, 因此可取前 2 个典则变量; ②根据显著性检验女性组的概率值为 0.00, 0.01 和 0.13, 可见前 2 个相关系数显著地不为零, 因此可取前 2 个典则变量。

2. 典则相关系数:男性典则变量 1 为 0.56, 典则变量 2 为 0.34; 女性典则变量 1 为 0.42, 典则变量 2 为 0.26。

3. 典则变量的意义: (1) 男性典则变量 1——①年龄和体重与典则变量呈正相关(0.88, 0.57), 身高与典则变量的相关性低(0.31); ②平衡参数中与典则变量的相关系数大于 0.50 的参数为 M_x , M_y , MA_x , MA_y ,

CA , AS , PL , MS , S_x 和 S_y , 随着年龄和体重的增加, 上述各参数值增加, 平衡功能下降。(2) 男性典则变量 2——根据专业知识, 无实际意义。(3) 女性组典则变量 1——①年龄与典则变量呈正相关(0.98); ②平衡参数与典则变量的相关系数大于 0.50 的参数为 M_x , MA_x , MA_y , AS , PL , MS , S_x 和 S_y , 随着年龄的增加, 上述各参数值增加, 平衡功能下降; (4) 女性典则变量 2——①身高和体重与典则变量呈正相关(0.76, 0.84); ②平衡参数与典则变量的相关系数大于 0.50 的参数为 M_x , M_y 和 AS , 随着身高和体重的增加, 上述各参数值增加, 平衡功能下降。

讨 论

由于足距和注视目标的远近影响平衡功能^[8], 为此我们选择并足、闭眼的测试条件消除视觉的影响, 并使研究结果更准确和敏感。为了全面揭示生理指标与平衡参数的相关性, 我们用典则相关分析方法进行分析^[9]。

一、性别对平衡功能的影响

国内外学者对性别与平衡功能关系的研究结果不一致。Kollegger 等^[7]对 30 例健康成人(21 ~ 63 岁)进行性别、年龄和视觉的姿势摆动(轨迹长度、前后摆幅和侧方摆幅)研究显示, 中年组(36 ~ 50 岁)和老年组(51 ~ 65 岁)男性的姿势摆动在闭眼情况下平衡姿势图的重心移动轨迹长度和侧方摆幅较女性大, 与本研究结果一致; 青年组(21 ~ 35 岁)性别之间差异无显著性, 但我们的结果却显示, 20 ~ 35 岁组女性 MA_x 参数值较男性大。Raper 等^[10]对 30 例年轻人(男、女各 15 例)的静态平衡功能测试中, 女性某些参数较男性明显增加, 尤其在闭眼情况下, 与我们的结果一致。谢丽京等^[11]对 117 例 10 ~ 79 岁的正常人的静态姿势图测试发现, 性别差异无统计学意义, 与我们的结果不一致。出现上述结果的差异, 可能与年龄分组情况不同导致年龄的混杂偏倚和样本量的大小不同有关。

从表 2 看, 本研究共进行了 60 个 t -检验, 似乎大大增加了犯第一类错误(type I error)的机会。但在进行此年龄分组之前, 作者进行了一次不分年龄组的 t -检验, 结果为男性的平衡功能较女性差 ($P < 0.05 \sim 0.01$), 差异有统计学意义的参数为: M_y 、 MA_y 、 AS 、 PL 、 MS 、 S_x 、 S_y 。但从专业角度看, 本研究的年龄分组是合理的, 另外, 样本量比较大, 减少了犯 I 型和 II 型错误的可能性。因为要同时减少犯 I 型和 II 型错误, 唯一的方法是增加样本例数。

我们的结果显示, 20 ~ 35 岁女性 MA_x 参数值较男性大, 66 ~ 79 岁女性 PL 和 MS 参数值较男性大, 说明年轻和老年女性平衡功能较男性差, 这可能与女性在平衡

的调节方面对视觉的依赖较男性大以及老年女性易发生骨质疏松等有关。36~50 岁和 51~65 岁的男性的平衡功能较女性差,可能与如下因素有关:①男性接触重体力劳动的机会较女性多,造成潜在的肌肉骨骼系统和本体感觉系统受损的机会较女性多,而本体感觉系统是维持直立姿势稳定的重要因素。②吸烟影响平衡功能,Pereira 等^[12]对吸烟与平衡的关系进行静态姿势图研究,研究对象为 25 例不吸烟或偶尔吸烟者,对吸烟前和吸 1 支烟后 1 min 分别进行姿势图测试,结果其中 16 人于吸烟 1 min 后轨迹长度增加有统计学意义,9 人无变化,这可能与尼古丁影响前庭脊髓束功能有关。Iki 等^[13]对 80 例森林工人的吸烟习惯与平衡稳定性的研究(用平均摆速作为平衡参数)显示,中度和重度吸烟者比不吸烟者的平均摆速明显增加,说明吸烟习惯对姿势控制系统有长期的影响。③饮酒影响平衡功能,Nieschalk 等^[14]对 30 例健康者注射酒精后 30 min,检测血液中酒精浓度(0.22‰~1.59‰),测试静态姿势图,结果显示轨迹长度和区域面积明显增加,血液中酒精浓度与身体摆动有关,浓度 $\geq 1.0\%$ 比浓度 $<0.8\%$ 的身体摆动明显增加,摆动面积是区分两者最敏感的参数。急性酒精注射者与永久的小脑损害的患者资料进行比较表明,急性酒精效应与脊髓小脑损害相似。

以上说明,由于男性吸烟、饮酒者较女性多,可能是导致中壮年男性平衡功能较女性差的原因,至于其他原因有待进一步研究。

二、年龄对平衡功能的影响

随着年龄的增加,平衡功能下降,与戴克戎^[6]、谢丽京^[11]及 Kollegger 等^[7]的研究结果一致。这可能与肌肉骨骼系统和心脑血管系统的退行性变有关。有氧运动可延缓心脑血管系统的退变,改善平衡功能。Hain 等^[15]对 22 例有轻度平衡功能障碍者进行 8 周太极拳训练显示,太极拳明显改善平衡功能。

三、身高对平衡功能的影响

Lebiedowska 等^[16]对 57 名 7~18 岁的儿童进行静态平衡测试,来研究身高、体重和年龄与平衡参数的关系,发现三者与平衡参数的关系均无统计学意义,与我们的结果不完全一致。我们的研究结果显示,男性组身高与平衡无关,而女性组随着身高的增加,平衡功能下降。

四、体重对平衡功能的影响

随着体重的增加,男性组平衡功能下降。与 Peterka 等^[17]研究结果一致。可能是体重增加与潜在的肌肉骨骼系统和心脑血管系统退行性变的可能性增加有关。

总之,我们的研究表明,性别、年龄、身高和体重对平衡功能均有影响,在进行平衡功能测试时不能忽视性别、年龄、身高和体重因素。

参 考 文 献

- 1 南登崑,主编. 康复医学. 北京:人民卫生出版社,2001. 48.
- 2 周宁,尤春景,郭正成. 康复治疗对脑梗塞患者的运动功能血液流变学及纤溶系统的影响. 中国康复,1996,11:61-64.
- 3 黄晓春,李泽兵,孙玉春,等. 下肢着用假肢患者的静态平衡功能研究. 伤残医学杂志,2000,8:54-57.
- 4 邓瑶珠,王锦玲,黄维国. 人体姿势描记图的临床应用. 中国耳鼻喉喉底外科杂志,2000,6:158-161.
- 5 徐本华,殷秀珍,黄永禧,等. 不同年龄和性别健康人的静态姿势图. 北京医科大学学报,1997,29:30-32.
- 6 戴克戎,顾嘉瑜. 人体平衡功能的定量评定及其意义. 中华医学杂志,1990,70:450-452.
- 7 Kollegger H, Baumgartner C, Wober C, et al. Spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: posturographic study in 30 healthy adults. Eur Neurol, 1992, 32: 253-259.
- 8 徐本华,于文,殷秀珍,等. 注视目标的远近对静态姿势图的影响. 中华物理医学杂志,1997,19:162-164.
- 9 孙尚拱. 医学多变量统计与统计软件. 北京:北京医科大学出版社,2000. 37-48.
- 10 Raper SA, Soames RW. The influence of stationary auditory fields on postural sway behaviour in man. Eur J Appl Physiol, 1991, 63: 363-367.
- 11 谢丽京,李明玉,刘永祥. 正常人静态姿势描记测定. 听力学及言语疾病杂志,2001,9:38-39.
- 12 Pereira CB, Strupp M, Holzleitner T, et al. Smoking and balance: correlation of nicotine induced nystagmus and postural body sway. Neuroreport, 2001, 12: 1223-1226.
- 13 Iki M, Ishizaki H, Aalto H, et al. Smoking habits and postural stability. Am J Otolaryngol, 1994, 15: 124-128.
- 14 Nieschalk M, Ortmann C, West A, et al. Effects of alcohol on body sway patterns in human subjects. Int J Legal Med, 1999, 112: 253-260.
- 15 Hain TC, Fuller L, Weil L, et al. Effects of Tai Chi on balance. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1999, 125: 1191-1195.
- 16 Lebiedowska MK, Syczewska M. Invariant sway properties in children. Gait Posture, 2000, 12: 200-204.
- 17 Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. J Neurophysiol, 2002, 88: 1097-1118.

(收稿日期:2003-02-27)

(本文编辑:熊芝兰)

· 消息 ·

肌电图及临床神经生理学研讨会延期通知

原定于 2003 年 8 月召开的“肌电图及临床神经生理学研讨会”,因故延期,具体事项另行通知。

特此通知!

中国康复医学会电诊断专业委员会