

- [8] 郑金龙,舒斯云,刘颂豪. 纹状体参与数字记忆广度的 fMRI 评价. 中国医学影像技术,2010,26:1830-1832.
- [9] Knight RG, McMahon J, Skeaff CM, et al. Reliable Change Index scores for persons over the age of 65 tested on alternate forms of the Rey AVLT. Arch Clin Neuropsychol,2007,22:513-8.
- [10] Towse JN, Nell D. Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance. Behav Res Methods Instrum Comput,1998,30:583-591.
- [11] Andrés P, Van der Linden M. Are central executive functions working in patients with focal frontal lesions. Neuropsychologia,2002,40: 835-845
- [12] Chan DY, Chan CC, Au DK. Motor relearning program for stroke patients: a randomized controlled trial. Clin Rehabil,2006,20:191-200.
- [13] Capitani E, Laiacona M, Ciceri E. A reanalysis of block tapping long term memory according to the short term memory. Its J Neu Sci,1991, 12:461-466.
- [14] Harvey PO, Fossati P, Pochon JB, et al. Executive function and updating of the contents of working memory in unipolar depression. J Psychiatr Res,2004,38:567-572.

(修回日期:2013-03-03)

(本文编辑:阮仕衡)

年龄因素对健康人下肢本体感觉敏感度的影响

张科 倪朝民 宋建霞 陈进 范文祥 穆景颂 邹坤

【摘要】目的 观察健康青年人与中老年人其下肢本体感觉敏感度差异,同时探讨年龄因素与下肢本体感觉敏感度间的相关性。**方法** 共选取健康青年人和中老年人各 30 例,分别纳入青年组及中老年组。采用意大利产 PK-254P 型本体感觉评估仪检测上述对象双下肢本体感觉敏感度,具体检测指标包括平均轨迹误差(ATE)、执行测试耗时(Time)、稳定系数(SI)等;同时采用 Pearson 相关检验分析两组受试者双侧下肢本体感觉敏感度与年龄间的相关性。**结果** 中老年组受试者双下肢 ATE[左侧为(36.70 ± 15.53),右侧为(38.30 ± 20.83)]、Time[左侧为(71.17 ± 17.28)s,右侧为(75.97 ± 24.45)s]等参数值均明显大于青年组水平(均 $P < 0.05$),两组受试者双下肢 SI 参数值组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组受试者下肢本体感觉敏感度左、右侧间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。经相关性分析发现,中老年组受试者 ATE 与年龄因素具有正相关性($P < 0.05$),青年组受试者 ATE 与年龄因素无明显相关性($P > 0.05$)。**结论** 中老年人群其下肢本体感觉敏感度明显不及青年人群,健康中老年人群其下肢本体感觉敏感度与年龄因素具有负相关性。

【关键词】 本体感觉; 年龄; 评估; 神经传导

本体感觉是一种自觉或不自觉感受肢体空间位置的感觉,是运动器官本身在不同状态时产生的感觉,包含关节运动觉及位置觉信息。近年来有研究证实本体感觉输入对神经系统兴奋性增强及功能恢复具有重要作用^[1-2],与此相关的本体感觉功能评估已成为当前研究热点。目前临床大多通过体格检查定性评估受试者是否存在本体感觉障碍,关于定量评估本体感觉的研究不仅数量偏少,而且评估方法也较复杂,临床难以推广^[3-4]。本研究将健康成年人作为研究对象,观察分析其本体感觉随年龄变化的趋势,为指导老年人群日常生活活动及运动锻炼提供参考依据。

对象与方法

一、研究对象

本研究对象入选标准包括:①不需任何辅助可自由行动,日常生活活动独立;②生命体征稳定,意识清醒,无认知功能障

碍;③年龄 20 ~ 79 岁,能听懂指令且愿意配合相关检测。患者剔除标准包括:①患有严重肝、肾、心、肺功能不全或肿瘤等;②既往有智能障碍;③既往有精神疾病或长期使用镇静剂;④既往有脑血管疾病;⑤患有影响本体感觉功能的神经肌肉疾病,如脑卒中、帕金森病、末梢神经疾病等;⑥患有影响本体感觉功能的肌肉骨骼系统疾病,如严重关节炎、骨性椎管狭窄、强直性脊柱炎等;⑦患有糖尿病;⑧患有眼部疾病,如偏盲、高度近视、白内障等。选取 2011 年 12 月至 2012 年 4 月期间符合上述条件的我科进修医师、实习治疗师、护士及患者家属作为研究对象,其中中老年对象(年龄 40 岁以上)共有 30 例(纳入中老年组),男、女各 15 例;平均年龄(60.3 ± 8.7)岁;平均体重(63.2 ± 11.0)kg;平均身高(163.9 ± 7.4)cm。青年对象(年龄 40 岁及以下)共有 30 例(纳入青年组),男、女各 15 例;平均年龄(24.7 ± 2.9)岁;平均体重(62.5 ± 11.0)kg;平均身高(167.9 ± 6.5)cm。两组研究对象身高、体重经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

二、下肢本体感觉功能检测

选用 PK254P 型本体感觉测试及反馈训练仪(意大利产),保持测试环境安静,要求受试者坐在高度可调节座椅上,下肢大腿保持水平位,膝关节伸展 110°。嘱受试者脱鞋、脱袜后将

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.05.008

基金项目:安徽省科技厅年度重点科研项目(11070403064)

作者单位:230001 合肥,安徽医科大学附属医院康复医学科

通信作者:倪朝民,Email:nchm@sohu.com

脚置于测试平板上,踝跖屈 10°,第二脚趾与脚跟连线与 A1-A5 轴重合,脚弓最高点位于 A3-A7 轴上,测试时保持脚位置固定,不能在测试平板上滑动,另一侧脚则置于旁边支撑板上处于休息状态(图 1)。受试者目视前方电子显示屏,双上肢自然垂于身体两侧^[5]。



图 1 下肢本体感觉测试示意图

预评估阶段采用 Prokin 软件中的本体感觉预评估(proprioceptive pre-assessment)模块,该阶段主要让受试者熟悉操作程序,先训练右脚、再训练左脚,受试者根据屏幕上指示,控制其下肢完成垂直、水平及斜方向运动,期间调整电子平衡板 A1-A8 轴的活动范围为 5.0~7.5°(平衡板 A1-A5 轴及 A3-A7 轴阻尼系数均设置为 5),训练仪会自动连续描记受试者肢体活动轨迹,各方向运动持续时间均为 120 s。当受试者测试结果趋于稳定时,则立即进入正式测试环节。

正式本体感觉功能测试选用 Prokin 软件中的多轴本体感觉(multiaxial proprioceptive)评估模块,设定为对照模式,每次测试前均进行平衡板重置(即负重重置)。先测试右脚(顺时针旋转),再测试左脚(逆时针旋转),要求受试者尽可能准确、尽可能快地模拟运动目标圆形运动轨迹,测试圈数一般为 5 圈,测试时间为 120 s,将所得参数取平均值后纳入统计分析。如受试者测试圈数在规定时间内未达到 5 圈则视为实验失败,其数据需从受试样本中剔除。每位受试者均完成 3 次评估,中间休息 30 s,本体感觉预评估及正式测试共耗时 20~30 min。

三、本体感觉功能观察指标

本研究观察指标包括:①平均轨迹误差(average trace error, ATE), $ATE = [(实测轨迹长度 - 理想轨迹长度) / 理想轨迹长度] \times 100\%$,如 ATE 数值越小则提示受试者本体感觉敏感度越好,反之则较差。②本体感觉测试耗时(Time),为受试者开始测试到结束测试所需的时间,耗时越少则表示受试者本体感觉敏感度越好。③稳定系数(stability index, SI),指受试者运动轨迹与理想轨迹间的偏离程度,其数值越小则反映受试者本体感觉敏感度越好,反之则较差。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SPSS 19.0 版统计学软件包进行数据分析,两年龄组受试者 ATE、Time、SI 等指标组间比较选用 t 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义;另外本研究同时采用 Pearson 相关系数评价受试者双侧下肢本体

感觉敏感度与年龄间的相关性,如 $P < 0.05$ 表示具有显著相关性。

结 果

两年龄组受试者双下肢本体感觉参数结果详见表 1,表中数据显示,两组受试者左、右侧下肢本体感觉敏感度参数均未见明显差异(均 $P > 0.05$)。与青年组比较,中老年组下肢本体感觉参数 ATE、Time 值均明显增大,组间差异均具有统计学意义(均 $P < 0.05$);但两组对象 SI 参数值组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。通过 Pearson 相关性分析发现,青年组双下肢本体感觉敏感度参数 ATE 与年龄因素无明显相关性(左侧下肢相关系数 $r = -0.167$,右侧下肢相关系数 $r = -0.235$,均 $P > 0.05$),中老年组双下肢本体感觉敏感度参数 ATE 与年龄因素具有显著正相关性(左侧下肢相关系数 $r = 0.568$,右侧下肢相关系数 $r = 0.525$,均 $P < 0.05$)。

表 1 2 组受试者双下肢本体感觉检测结果比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	ATE			
		左侧		右侧	
青年组	30	22.53 ± 6.50		20.43 ± 5.04	
中老年组	30	36.70 ± 15.53 ^a		38.30 ± 20.83 ^a	
组别	例数	Time(s)		SI(°)	
		左侧	右侧	左侧	右侧
青年组	30	55.97 ± 19.30	56.73 ± 5.04	0.36 ± 0.24	0.35 ± 0.20
中老年组	30	71.17 ± 17.28 ^a	75.97 ± 24.45 ^a	0.38 ± 0.22	0.39 ± 0.25

注:与青年组比较,^a $P < 0.05$

讨 论

本体感觉主要指机体对关节位置的静态感知能力及关节运动感知能力(如感知关节运动或加速度等),同时还包括神经反射回应及肌张力调节回路输出功能等^[6-7]。本体感觉主要通过分布于韧带、关节囊、肌腱、肌肉、皮肤、关节软骨等部位的感受器获取信息,再通过脊神经节、薄束核及楔束核传至丘脑外侧核,后经丘脑皮质束传至大脑皮质中央后回中上部及旁中央小叶后部和中央前回^[8]。如上述传导通路障碍或大脑相关部位功能减退或缺失等均可引发本体感觉功能异常,进而影响运动输出导致机体运动功能障碍,对患者日常生活活动能力造成严重影响。

本研究结果显示中老年组 ATE 值较青年组明显增大,提示中老年组双下肢本体感觉敏感度较青年组降低,虽然下降程度较轻,但仍提示有必要对其进行本体感觉功能训练,以避免由于本体感觉功能减退诱发的损伤(如平衡功能下降、关节扭伤或摔倒等)。本研究同时发现中老年组 Time 值明显大于青年组,考虑与中老年人群中枢神经系统反应速度减慢有关^[9]。另外中老年组 Time 值偏大还可能与神经传导速度减慢有关,如许虹等^[10-12]研究发现,随着年龄增长,机体运动及感觉神经传导速度均逐渐减慢,潜伏期延长,波幅降低,并且以 40 岁以上人群神经传导速度的下降幅度较显著。

SI 数值主要反映受试者实际运动轨迹与标准轨迹间的偏离程度,对研究受试者力觉敏感度具有重要意义。力觉是用来描述骨骼肌随意收缩过程中对输出力量的感觉,同样受外周神经传导速度及中枢反应快慢的影响,并且与肌力也具有一定相

关性^[13]。当受试者力觉较差时,容易错误估计改变运动方向所需的输出力量,致使实际运动轨迹明显偏离标准轨迹。通过对比 2 组受试者 SI 数据,发现两组间差异无统计学意义($P > 0.05$),提示 2 组受试者运动轨迹均较稳定。本研究中老年组受试者在模拟标准运动轨迹时动作缓慢,用于改变运动方向的力量变化幅度不大,对力觉敏感度的要求相对较低,故其运动轨迹稳定性较好。通过对比两组受试者左、右两侧下肢本体感觉敏感度参数,发现青年组及中老年组其下肢左、右两侧本体感觉功能间差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。人们在日常生活中通常观察到机体优势侧肢体活动较对侧肢体灵活、准确,这可能是由于优势侧肢体使用频率较高、反应速度较快的缘故,如双侧肢体均给予相同时间、相同强度训练后,其左、右两侧肢体本体感觉敏感度并无明显差异^[14]。

本研究通过相关性分析发现青年组双下肢本体感觉敏感度与年龄无明显相关性($P > 0.05$),中老年组双下肢本体感觉敏感度与年龄具有负相关性($P < 0.05$)。Schmidt 等^[15]通过测定腓骨肌肉反应时间(peroneal reaction time, PRT)观察受试者本体感觉功能,发现年龄超过 50 岁是影响 PRT 的重要因素,考虑与机体外周本体感受器数量随年龄增长而减少有关。相关研究报道,随着年龄增长,机体本体感受器逐渐以鲁菲尼小体为主,环层小体、高尔基腱器官都将减少,并同时伴有不同程度形态学改变,其功能也将逐渐减退^[16]。肌肉作为本体感觉最终输出环节,其肌力及耐力也对本体感觉敏感度具有一定影响作用。Doherty 等^[17]通过研究发现,人体从 20 岁到 80 岁期间,其肌肉质量下降幅度可达 40%,并且随着年龄增长,肌肉质量下降速度逐渐增大。Lexell 等^[18]研究发现 I 型肌纤维和 II 型肌纤维数量随年龄增长均在减少,间接表明中老年人群肌肉耐力及肌力下降、容易疲劳。Hellström 等^[19]于股四头肌、腓绳肌疲劳前、后进行膝关节位置觉测试,发现肌肉疲劳可导致关节位置觉准确性下降。上述结果提示老年人群肌力、耐力下降也可能是导致其本体感觉敏感度降低的重要原因。

综上所述,本研究结果表明,中老年人群双下肢本体感觉敏感度较青年人差,其双下肢本体感觉敏感度随年龄增长而逐渐降低;不论是年轻人或是中老年人,其左、右两侧下肢本体感觉功能间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。需要指出的是,本研究中老年组对象年龄跨度较大,其双下肢本体感觉功能随年龄增长时的下降幅度无法得出明确结论,还有待今后细化入选对象年龄后进一步观察分析。

参 考 文 献

- [1] Adamo DE, Martin BJ, Brown SH. Age-related differences in upper limb proprioceptive acuity. *Percept Mot Skills*, 2007, 104:1297-1309.
- [2] Sarlegna FR, Malfait N, Bringoux L, et al. Force-field adaptation without proprioception; can vision be used to model limb dynamics. *Neuropsychologia*, 2010, 48:60-67.
- [3] Prosperini L, Leonardi L, de Carli P, et al. Visuo-proprioceptive training reduces risk of falls in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler*, 2010, 16:491-496.
- [4] Mohammadi F. Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players. *Am J Sports Med*, 2007, 35:922-926.
- [5] 胡建平, 伊文超, 李瑞炎, 等. 本体感觉定量评定的可靠性初探. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34:34-37.
- [6] Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. *Sport Rehab*, 1994, 3:2-17.
- [7] Tyldesling B, Greve JI. *Muscles, nerves and movement; kinesiology in daily living*. Boston: Blackwell Scientific Publications, 1989:268-284.
- [8] 钟世镇. 系统解剖学. 北京: 高等教育出版社, 2003:358-360.
- [9] 孙洪军, 魏继祖. 正常成人简单反应时正常范围测定与分析. *临床心身疾病杂志*, 2006, 12:358-359.
- [10] 许虹, 颜琳, 刘磊, 等. 正常人周围神经传导速度 40 例分析. *中国临床康复*, 2003, 7:752-753.
- [11] River MH, Swift TR, Malik K. Influence of age and height on nerve conduction. *Muscle Nerve*, 2001, 24:1134-1141.
- [12] 李德明, 刘昌, 李贵芸, 等. 速度与认识成绩及年龄关系的研究. *心理学报*, 1998, 30:182-186.
- [13] 张秋霞, 花秀琴, 施永健. 踝关节本体感觉的测量方法研究与应用. *中国组织工程研究与临床康复*, 2011, 35:6619-6623.
- [14] Adamo DE, Martin BJ, Brown SH. Age-related differences in upper limb proprioceptive acuity. *Percept Mot Skills*, 2007, 104:1297-1309.
- [15] Schmidt R, Benesch S, Friemert B, et al. Anatomical repair of lateral ligaments in patients with chronic ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2005, 13:231-237.
- [16] Aydog ST, Korkusuz P, Doral MN, et al. Decrease in the numbers of mechanoreceptors in rabbit ACL: the effects of ageing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006, 14:325-329.
- [17] Doherty TJ. Aging and sarcopenia. *Appl Physiol*, 2003, 95:1717-1727.
- [18] Lexell J, Taylor CC, Sjostrom M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 1988, 84:275-294.
- [19] Hellström F, Thunberg J, Bergenheim M, et al. Increased intra-articular concentration of bradykinin in the temporomandibular joint changes the sensitivity of muscle spindles in dorsal neck muscles in the cat. *Neurosci Res*, 2002, 42:91-99.

(修回日期:2013-03-16)

(本文编辑:易 浩)

欢迎订阅《中华物理医学与康复杂志》