

·综述·

老年人手部精细动作能力下降的特点及机制*

王璐静¹ 李向磊² 徐冬青^{1,3}

随着年龄的增长,许多身体机能发生不可逆转的衰退,其中运动能力的下降更为明显。在日常生活中,老年人不仅会出现因大肌群动作能力下降而导致的行走缓慢、平衡控制困难等现象,还往往伴有使用餐具、刷牙或穿衣等动作技能的不佳,这些动作的执行更多的依赖于手部精细动作能力。手部精细动作能力是指个体主要凭借手以及手指等部位的小肌肉或小肌肉群在感知觉、注意力等多方面心理活动的配合下完成特定任务的能力^[1],包括操纵物体的稳定性、灵活性和协调性等。手部精细动作能力的下降不仅严重影响老年人的生存质量,而且可能作为脑功能减退的一项重要提示^[2-3]。

1 老年人手部精细动作能力下降的表现

相对站立、行走等大肌群功能活动而言,老年人手部小肌群参与为主的精细动作能力研究相对薄弱。和大肌群功能衰退趋势相仿,老年人手部精细动作能力的下降也具有一定的年龄规律,双手精细动作能力下降的幅度还可能呈现非对称性,并且在特定的精细动作任务中表现为性别差异。

1.1 老年人手部精细动作能力下降的年龄规律

目前针对老年人手部精细动作能力变化的研究并不完善,多以手部灵活性评价为代表。综合来看,老年人手部精细动作能力随年龄的增长呈下降趋势,但下降的年龄规律并不十分清晰。老年人手部精细动作能力的快速下降可能始于60岁左右,之后持续下降,并在75岁左右之后急剧下降。

Smith等^[4]早期的研究中就观察过年龄对手部精细动作能力的影响,结果表明在衰老过程中老年人的手部精细动作能力可能存在下降拐点。研究者将95例受试者以60岁为界分为低年龄组(18—58岁)和高年龄组(61—94岁),以不同难度条件下手指移动螺母的完成时间,即手部灵活性来评定精细动作能力。他们发现年龄对手部精细动作能力的影响非常显著,在任一难度条件下,高年龄组都表现出更长的移动螺母完成时间。另外,回归分析显示在执行较简单的任务中手部精细动作能力下降与年龄增长呈线性关系,而在执行难度较大的任务中二者却并非呈线性关系,表现为个体手部

精细动作能力在60岁左右加速恶化。由于此研究的样本量偏少,研究结果需要进一步证实。普度钉板是评价手部精细动作能力的常用仪器。Flink等^[5]使用此测试仪器调查104例20—84岁个体的手部灵活性,研究者将所有受试者按10岁一个年龄段分为7组,以30s的插钉数量来评定手部灵活性。他们观察到从60—70岁组开始,受试者定时插钉的数量明显减少,并且20—60岁各年龄组之间并未发现差异性,这也提示了老年人手部精细动作能力的快速下降可能是在60岁左右。值得注意的是,研究者以10岁一个年龄梯度分组,年龄跨度较大,可能会影响对老年人手部精细动作能力下降拐点的判断。Cacola等^[6]则认为个体手部精细动作能力的快速下降可能是在65岁左右。他们将99例受试者分为年轻组(18—32岁)、中年组(32—64岁)和老年组(65—93岁)3个组,以反映手部灵活性的不同难度水平的手指序列运动完成时间来评定手部精细动作能力。研究者发现,老年组在所有难度水平的手指序列运动完成时间中均显著大于其他组,且年轻组与中年组没有差异。因该研究中老年组的起始年龄为65岁,所以研究者认为老年人手部精细动作能力的快速下降可能在65岁左右,这可能与Smith等^[4]的结果并不冲突。目前,有关老年人手部精细动作能力下降的年龄规律中仅有一篇较大样本量的调查。Hoogendam等^[7]选取1912例45岁以上的社区居住人群,45—65岁者划为一组,从65岁起按5岁一个年龄段划为一组,使用涉及手部灵活性和稳定性的螺旋图描记法来调查年龄对手部精细动作能力的影响。研究者发现随着年龄段的增加受试者描记螺旋图的手部动作表现越差,其中75岁之后描记螺旋图的偏移度明显增加。这提示了老年人手部精细动作能力可能在75岁左右呈现急剧下滑的趋势。此研究的不足在于65岁之前组的年龄范围过大(45—65岁为一组),也可能会影响对老年人手部精细动作能力下降的年龄规律的判断。

总的来说,老年人手部精细动作能力随年龄增长呈下降趋势是肯定的,但下降的年龄拐点、幅度、速度等规律还不够清晰。这与现有的研究数量有限,且存在着受试者样本量偏

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2021.11.025

*基金项目:天津市哲学社会科学规划课题重点项目(TJTY19-002)

1 天津体育学院,天津市,301617; 2 潍坊医学院; 3 通讯作者

第一作者简介:王璐静,女,硕士研究生; 收稿日期:2019-12-08

少、分组年龄跨度较大等局限有关。此外,现有的研究对老年人手部精细动作能力的评价方法并不一致,且较为单一,针对手部稳定性、协调性的年龄变化特点研究尤为缺乏。因此,需要更多的实验证据予以补充。明确老年人手部精细动作能力下降的年龄规律对把握早期预防和早期干预的时机十分必要。

1.2 老年人双手精细动作能力下降的非对称性

人的双侧肢体功能具有非对称性,通常优势侧的动作表现好于非优势侧。有关儿童和成人双手运动功能的明显差异已经建立^[8-10]。但随着年龄的增长,老年人优势手的精细动作能力是否还具有优势性,相关研究结论尚不一致。

有研究表明,随着年龄增长老年人双手精细动作能力的下降幅度可能呈现非对称性,表现出优势手的精细动作能力下降更明显的现象。Kalisch等^[11]选取了60例健康个体,将其分为[25(24.8±3.1)岁]、[50(51.8±3.2)岁]、[70(70.9±2.7)岁]和[80(80.7±4.7)岁]4个年龄组,研究者采用手部精细动作表现系列评估系统(motor performance series,包括稳定定位任务、曲线描记任务、快速瞄准任务等)来调查双手的精细动作能力随年龄的变化趋势。结果表明从50岁年龄组之后,出现优势手动作表现优势性减弱的现象。在稳定定位任务和曲线描记任务中,优势手的碰壁次数随年龄增长的变化更加明显,且在80岁年龄组时,优势手的碰壁次数已超过非优势手。此外,优势手完成曲线描记所需的时间随年龄增长明显延长,而非优势手并未见与年龄相关的显著性变化。同时,在快速瞄准任务中还观察到优势手和非优势手快速瞄准的完成时间随着年龄增长更趋于均衡。与此结果类似,Skrczek等^[12]也发现在执行插钉任务和敲击任务中,存在老年组优势手精细动作表现下降更明显的现象。Przybyla等^[13]的研究也支持老年人双手精细动作能力的下降幅度呈现非对称性的结果。研究者调查了年轻组(28±6)岁和老年组(68±3)岁双侧手及手臂的运动路径,结果显示年轻组中双侧运动偏移率差异较明显,而在老年组中并未有差异。老年人优势手的精细动作能力下降更加明显,可能与“使用依赖可塑性”^[14]的理论有关。为了验证这一假设,他们尝试使用加速度传感器来监测受试者双手的使用频率,结果显示,在年轻群体中优势手的使用频率较高,而在老年群体中双手使用频率并无差异。研究者认为,老年人不再保持年轻时的身体活动水平且久坐时间延长等对老年人手部的使用产生了影响,并且对优势手的影响更明显。这可能是导致老年人优势手使用频率接近于非优势手使用频率的原因。因此,老年人双手使用频率的改变可能是优势手的精细动作能力下降更明显的原因之一。

但Sebastjan等^[14]则认为老年人优势手的精细动作能力依然好于非优势手,双手精细动作能力仍然呈非对称性,年

龄造成优势手和非优势手的精细动作能力下降的幅度差异并不明显。研究者选取635例50岁以上的健康个体,并按年龄和性别分成50—59岁、60—69岁、70岁以上6组来调查年龄对双手精细动作能力变化的影响。结果发现,绝大多数年龄组在稳定定位任务、快速瞄准任务、敲击任务和插钉任务中均显示出双手精细动作能力的非对称性。Flink等^[9]的研究同样支持这一观点,他们的结果显示,虽然双手的定时插钉数量均受到与年龄相关的影响,但优势手的插钉数量仍然显著多于非优势手。研究者推论老年人双手精细动作能力依然呈非对称性可能与“大脑半球不对称衰老”的理论有关^[15]。

目前,因评估测试任务不同、受试人群差异等原因,老年人双手精细动作能力的下降幅度是否对称还不够明确,需要进一步研究,但这一现象仍然提示我们,在对老年人手部精细动作能力进行康复评估和训练时要注意双手精细动作能力变化的可能差异。

1.3 老年人手部精细动作能力的性别差异

老年人在执行速度依赖性、协调性、稳定性等不同性质的精细动作任务中还可能存在着性别差异。

Jiménez等^[16]在调查老年人手部精细动作能力是否存在性别差异的研究中发现,在速度依赖性任务(包括快速旋前-旋后任务、敲击任务、两点间快速移动任务等)中老年男性手部精细动作表现好于女性。Bowden等^[17]的研究也观察到类似的结果,在20s的敲击任务中男性的敲击速率明显快于女性。这提示了老年男性在手腕、手指的快速重复性精细动作表现中可能好于女性。

但在协调性、稳定性、灵活性的任务中老年女性手部精细动作表现可能更佳。Sebastjan等^[18]在2014年的研究中初步观察到老年人双手协调性可能存在性别差异。研究者将50岁以上的个体按5岁一个梯度分为男女各6组,在每个年龄组的性别差异比较中发现,除75岁以上组外,其余各年龄组中女性完成协调任务的时间均少于男性。之后,其在2017年的研究中进一步观察到^[14],女性在执行快速瞄准任务时表现出更少的碰壁次数和更精准的运动控制。此外,Vasylenko等^[19]以插钉任务来比较手部灵活性的性别差异,研究发现老年女性完成插钉的时间更短。但Flink等^[9]的研究采用同样的测试仪器并未观察到性别差异,这极有可能与其设定的执行任务时间较短(30s)有关。这些研究均提示了老年女性手部在抓握、移动等精细动作过程中更稳定、敏捷、协调。

因评估手部精细动作能力采用的测试任务不同、执行任务的时间长短不一等因素,老年人手部精细动作表现是否存在性别差异尚不能完全定论,但这仍提示我们在对老年人手部精细动作能力进行评估和康复训练时应考虑性别影响。

2 老年人手部精细动作能力下降的机制

手部精细动作的执行,首先是通过感觉的反馈将“动作执行”信息传输到大脑中枢,大脑中枢将信息整合再通过神经传导至手部肌肉,控制肌肉的收缩来执行精细动作任务^[20]。此过程需要完整的通路,任何一个环节出了问题,都会导致手部精细动作执行不佳。老年人手部精细动作能力下降的机制非常复杂,可分为中枢机制和外周机制。

2.1 老年人手部精细动作能力下降的中枢机制

研究表明由衰老引起的脑容量减少和脑结构的改变是老年人手部精细动作能力下降的重要原因。

目前,影响老年人手部精细动作能力的中枢机制可能与大脑、小脑和胼胝体等部位的结构和功能变化有关。Hoogendam等^[7]的研究使用磁共振来监测脑容量,观察脑容量变化与手部精细动作能力变化的关系,研究者发现较大的大脑灰质和白质体积与较好的手部精细动作能力有关。与此一致,Holtrop等^[21]的研究也表明手部精细动作控制能力下降与白质结构的不完整有关。小脑的作用主要是维持肢体平衡和协调,其对运动控制具有重要意义。尽管已有研究表明随着年龄增长出现运动加速度减少的现象^[22]。但在Hoogendam等^[7]的研究中却未发现小脑结构的改变与手部精细动作能力的改变有相关性,可能仅使用螺旋图描记法来检验小脑结构与手部精细动作能力之间的关系并不充分,还需要更多的研究来补充说明。胼胝体起到传递大脑半球间的信息,增强半球间的功能连接,提高双手协调能力的重要作用。在单手运动中,可抑制同侧运动皮质兴奋^[23]。研究表明老年人相较于年轻人在执行手部精细动作时,胼胝体出现同侧初级运动皮质的兴奋增加而抑制减少的现象^[24]。这一改变对老年人双手执行协调、灵活性任务造成一定的干扰^[25]。

总之,关于老年人手部精细动作能力下降的中枢机制非常复杂,尚需要更多的研究。

2.2 老年人手部精细动作能力下降的外周机制

外周系统的退化是导致老年人手部精细动作能力下降的另一个重要因素,包括肌肉功能和感觉功能的衰退等。

随着机体老化,手部肌肉力量在逐渐衰退,且固有肌肌力下降速度比外在肌更为明显^[26]。手部精细动作的执行主要依靠手部固有肌的收缩。握力是评价手部肌肉收缩力的常用指标之一。Martin等^[27]的研究表明握力是影响老年人手部精细动作能力的重要因素,尤其是在执行快速瞄准任务和敲击任务中更加明显。但Kobayashi-Cuya^[28]和Murata^[29]的研究发现,在执行插钉任务时,手部精细动作能力与握力并未有显著相关。这可能是由于握力与手部精细动作能力的关系是特定的,也就是说当需要较大握力参与运动任务时(如:拧瓶盖、手提重物等),其可能成为一个重要因素^[30]。另外,握力也是反映手部固有肌收缩能力的一项重要指标。但是目前对于老年人握力与手部精细动作能力的关系关注较

少,其极有可能是影响老年人手部精细动作能力的另一个重要因素。除绝对力量减小之外,老年人在执行手部精细动作过程中力量控制也变得更差。其中,Galganski等^[31]的研究观察到,相对于年轻人,老年人在抓握过程中需要更大的力,这种用力方式可能导致在运动过程中过早疲劳或者维持困难。此外,Marmon等^[32]发现老年组(>65岁)与年轻组(18—36岁)和中年组(40—60岁)相比,食指外展力和拇指食指对捏力控制的稳定性明显下降,而年轻组与中年组之间并无差异。在多元回归分析中显示老年人力量控制的稳定性下降与手部灵活性和精确性下降密切相关。

此外,手部精细动作的执行还离不开感觉系统的配合,老年人感觉功能也随着年龄增长而下降。Murata等^[29]以定时插钉数量和触觉阈分别评定手部精细动作能力和食指触觉功能,结果表明老年人手部灵活性的下降与老年人食指触觉功能的下降显著相关。还有研究者^[17]尝试测试手部多个部位的触觉阈,结果显示掌侧的触觉功能可能是影响老年人抓握动作表现的重要因素。除触觉功能外,Landelle等^[33]的研究表明手部精细动作能力的下降可能是本体感觉功能下降的结果。

总之,老年人肌肉功能和感觉功能的衰退会对手部精细动作能力产生显著影响,维持和改善手部肌肉功能和感觉功能可能是提高老年人手部精细动作能力的有效手段。

3 小结

手部精细动作能力的下降严重制约着老年人生活的独立性和幸福感。目前,老年人手部精细动作能力下降的年龄规律尚不完全清晰,老年人精细动作能力的双手对称性及性别差异也存在争议,其下降机制更需要深入探讨。这些领域的研究对制定针对性的预防和康复干预措施具有重要意义。

参考文献

- [1] 李蓓蕾,林磊,董奇,等.儿童精细动作能力的发展及与其学业成绩的关系[J].心理学报,2002,34(5):52—57.
- [2] Curreri C, Trevisan C, Carrer P, et al. Difficulties with fine motor skills and cognitive impairment in an elderly population: the progetto veneto anziani[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2018, 66(2):350—356.
- [3] Corti EJ, Johnson AR, Riddle H, et al. The relationship between executive function and fine motor control in young and older adults[J]. Human Movement Science, 2017, 51: 41—50.
- [4] Smith CD, Umberger GH, Manning EL, et al. Critical decline in fine motor hand movements in human aging[J]. Neurology, 1999, 53(7):1458—1461.
- [5] Flink TS, Iorio AN. An examination of change in control of the right and the left hand across the lifespan[J]. Journal of Motor Learning and Development, 2015, 3:11—22.

- [6] Cacola P, Roberson J, Gabbard C. Aging in movement representations for sequential finger movements: a comparison between young-, middle-aged, and older adults[J]. *Brain Cognition*, 2013, 82(1):1—5.
- [7] Hoogendam YY, van der Lijn F, Vernooij MW, et al. Older age relates to worsening of fine motor skills: a population-based study of middle-aged and elderly persons[J]. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2014, 6:259.
- [8] Bishop DV, Ross VA, Daniels MS, et al. The measurement of hand preference: a validation study comparing three groups of right-handers[J]. *British Journal of Psychology*, 1996, 87(Pt 2):269—285.
- [9] Bryden PJ, Roy EA. Preferential reaching across regions of hemispace in adults and children[J]. *Developmental Psychobiology*, 2006, 48(2):121—132.
- [10] Knoop, Espen. Hand preference and hand ability: evidence from studies in haptic cognition[J]. *Perception*, 2014, 43(10):1139—1140.
- [11] Kalisch T, Wilimzig C, Kleibel N, et al. Age-related attenuation of dominant hand superiority[J]. *PLoS One*, 2006, 20(1): e90.
- [12] Skrzek A, Přidalová M, Sebastjan A, et al. Fine motor skills of the hands in Polish and Czech female senior citizens from different backgrounds[J]. *Aging Clinical and Experimental Research*, 2015, 27(4):491—498.
- [13] Przybyla A, Haaland KY, Bagesteiro LB, et al. Motor asymmetry reduction in older adults[J]. *Neuroscience Letters*, 2011, 489(2):99—104.
- [14] Sebastjan A, Skrzek A, Ignasiak Z, et al. Age-related changes in hand dominance and functional asymmetry in older adults[J]. *PLoS One*, 2017, 12(5):e0177845.
- [15] Meudell PR, Greenhalgh M. Age related differences in left and right hand skill and in visuo-spatial performance: their possible relationships to the hypothesis that the right hemisphere ages more rapidly than the left[J]. *Cortex*, 1987, 23(3):431—445.
- [16] Jiménez-Jiménez FJ, Calleja M, Alonso-Navarro H, et al. Influence of age and gender in motor performance in healthy subjects[J]. *Journal of the Neurological Sciences*, 2011, 302(1—2):72—80.
- [17] Bowden JL, McNulty PA. The magnitude and rate of reduction in strength, dexterity and sensation in the human hand vary with ageing[J]. *Experimental Gerontology*, 2013, 48(8):756—765.
- [18] Sebastjan A, Siwek K, Koziel S, et al. Age and sex variation in the results of the 2 hand test in an adult population[J]. *Human Movement*, 2014, 15(1):18—21.
- [19] Vasylenko O, Gorecka MM, Rodríguez-Aranda C, et al. Manual dexterity in young and healthy older adults. 1. Age- and gender-related differences in unimanual and bimanual performance[J]. *Developmental Psychobiology*, 2018, 60(4):407—427.
- [20] 赵王芳.老年人手部精细动作控制能力研究进展[J]. *中国老年学杂志*, 2012, 32(15):3348—3349.
- [21] Holtrop JL, Loucks TM, Sosnoff JJ, et al. Investigating age-related changes in fine motor control across different effectors and the impact of white matter integrity[J]. *Neuroimage*, 2014, 96:81—87.
- [22] Raz N, Lindenberger U, Rodrigue KM, et al. Regional brain changes in aging healthy adults: general trends, individual differences and modifiers[J]. *Cerebral Cortex*, 2005, 15(11):1676—1689.
- [23] De Gennaro L, Cristiani R, Bertini M, et al. Handedness is mainly associated with an asymmetry of corticospinal excitability and not of transcallosal inhibition[J]. *Clinical Neurophysiology*, 2004, 115(6):1305—1312.
- [24] Morishita T, Ninomiya M, Uehara K, et al. Increased excitability and reduced intracortical inhibition in the ipsilateral primary motor cortex during a fine-motor manipulation task[J]. *Brain Research*, 2011, 1371:65—73.
- [25] Bernard JA, Seidler RD. Hand dominance and age have interactive effects on motor cortical representations[J]. *PLoS One*, 2012, 7(9):e45443.
- [26] Emborg ME, Ma SY, Mufson EJ, et al. Age-related declines in nigral neuronal function correlate with motor impairments in rhesus monkeys[J]. *The Journal of Comparative Neurology*, 1998, 401(2):253—265.
- [27] Martin JA, Ramsay J, Hughes C, et al. Age and grip strength predict hand dexterity in adults[J]. *Plos One*, 2015, 10(2):e0117598.
- [28] Kobayashi-Cuya KE, Sakurai R, Sakuma N, et al. Hand dexterity, not handgrip strength, is associated with executive function in Japanese community-dwelling older adults: a cross-sectional study[J]. *BMC Geriatrics*, 2018, 18(1): 192.
- [29] Murata J, Murata S, Hiroshige J, et al. The influence of age-related changes in tactile sensibility and muscular strength on hand function in older adult females[J]. *International Journal of Gerontology*, 2010, 4(4):180—183.
- [30] Liu CJ, Marie D, Fredrick A, et al. Predicting hand function in older adults: evaluations of grip strength, arm curl strength, and manual dexterity[J]. *Aging Clinical and Experimental Research*, 2017, 29(4):753—760.
- [31] Galganski ME, Fuglevand AJ, Enoka RM. Reduced control of motor output in a human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions[J]. *Journal of Neurophysiology*, 1993, 69(6):2108—2115.
- [32] Marmon AR, Pascoe MA, Schwartz RS, et al. Associations among strength, steadiness, and hand function across the adult life span[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2011, 43(4):560—567.
- [33] Landelle C, El Ahmadi A, Kavounoudias A. Age-related impairment of hand movement perception based on muscle proprioception and touch[J]. *Neuroscience*, 2018, 381:91—104.