

Research on Motor Function of the Elderly Based on Anthropometry in Guangzhou

WANG Feng-hong^{1,a}, *LIN Lin^{2,b},

¹ School of Design, South China University of Technology, Panyu District, Guangzhou, China

² School of Design, South China University of Technology, Panyu District, Guangzhou, China

^afhwang@scut.edu.cn, ^b297254729@qq.com

*Corresponding author

Keywords: Guangzhou, Elderly, Anthropometry Measurement, Range of motion.

Abstract. Taking the elderly in Guangzhou as an example, this document collects the data of elderly upper limb range of motion by hand-measuring. After analyzing the data of elderly upper limb range of motion, the anthropometry database of older people in Guangzhou will be established, and the upper and lower limits of the range of motion of elderly products can be get from this database. Also, the anthropometry database can provide the valid data as design basis for the outdoor fitness products which are tailored to the elderly in Guangzhou.

基于人体测量学的广州市老年人运动机能研究

王枫红^{1, a}, 林琳^{2, b, *}

¹华南理工大学设计学院, 番禺, 广州, 中国

²华南理工大学设计学院, 番禺, 广州, 中国

^afhwang@scut.edu.cn, ^b297254729@qq.com

*通讯作者

关键词: 广州市; 老年人; 人体测量; 关节活动度

中文摘要. 本课题以老年人为例, 针对广州市老年人运动机能, 采用手工测量的方法对广州市老年人上肢活动度进行人体测量, 得到数据并进行数据整理和分析, 建立广州市老年人上肢活动度的小型人体数据库, 得到老年人产品关节活动度的上限值和下限值。同时, 广州市老年人上肢活动度的小型数据库能为广州市老年人户外健身产品提供有效的人体数据, 作为设计依据和参考。

1. 引言

随着社会生活水平的发展与提高和社会老龄化的加剧, 城市老年人健身意识不断增强。调查发现城市老年人的健身数量超过六成, 越来越多的老年人有较强的健身意识并积极参与到健身运动中。现有的城市各大社区中也配备了各种供老年人使用的健身器材, 然而这些健身器材的设计是以中国成年人人体尺寸(例如国家标准GB/T10000-88, 所收集的人体尺寸数据样本中, 男性年龄以60岁为上限, 女性年龄以55岁为上限)为设计标准, 并不符合与满足老年人的人体活动尺度和健身需求。随着老年人健康意识的提高, 更多老年人积极地参与到

健身活动中，这就对健身产品设计的尺寸提出了更严格的要求。2005年，广州市完全进入“老龄化”社会，越来越多人加入到老年人健身的队伍中。人体测量有测量难度大，时效性强，地域性差异明显的特点，随着老年人口的不断增多，老年人产品涌现，针对某个地域的老年人人体测量正当其时。本课题以广州市的老年人为研究对象，抽样选取参与社区活动的老年人进行人体测量并进行数据分析，以期为广州市老年人健身产品的设计提供数据参考。

2. 广州市老年人人体测量样本选取

本课题选取广州地区60—70岁的老年人作为研究对象，这是由于调查发现，广州市有一半以上的老年人年龄分布在60-70岁之间，这个年龄段的老年人活动能力较强，更倾向于选择健身器材进行锻炼。

我们采用简单随机抽样的方法，抽样测量建立小型数据样本。合理的样本量可以确保数据的有效性，根据国际标准ISO15535推荐的样本估算方法，如下列公式（2-1）。

$$n = \left(\frac{Z \times CV}{\alpha} \right)^2 \times 1.534^2 \quad (2-1)$$

其中：Z为标准正态值，为保证测得数据的精确性，选取第95百分位数所对应的数值Z=1.96；α为相对误差百分数；CV为变异系数，(CV=SD/M×100，SD为标准差,M为均值)。由于缺乏相关数据参考，无法确定CV值，综合考虑了人力和时间因素，我们初步确定样本量为男女老年人各50名，根据实际测得样本量与计算得到CV数值，再利用公式（2-1）计算得到相对误差百分数α，如果α值可接受，表明样本量合理有效，否则样本量较小，测量数据应该谨慎使用。

3. 测量内容与方法

3.1 测量内容

本课题主要针对广州老年人上肢关节活动度进行测量，这是根据文献调查发现，在目前的户外健身器材中，如跑步训练器、椭圆机、健骑器等着重于下肢运动，这类运动方式运动幅度大，对人的身体总体平衡能力和活动度要求较高，只有一部分身体素质较好的老人才会使用。而像上肢牵引器、吊环、背部按摩器、大转轮、太极揉推盘等上半身肢体功能练习的器材，不需要消耗很大体力和较小动作幅度，又能达到锻炼功效，大部分老年人会使用并且使用频率较高。因此本课题选取大部分老年人可进行活动锻炼的部位，即老年人上肢关节活动度作为研究对象。

动态的关节活动度指人体在活动姿势下，肢体的角度参数，人体各部分重心位置（靠近身体中心关节的距离）各部分旋转角度，本课题针对人体的上肢关节活动度，包括头部、颈部、肩部、肘部、腰部的活动度为测量点，具体测量项目如下表1。

表1 关节活动度测量项目

身体部位	关节	活动
头至躯干	头部转动关节	低头、仰头 左歪、右歪 左转、右转
躯干	胸关节、腰关节	前弯、后弯 左弯、右弯 左转、右转
上臂至躯干	肩关节	外摆、内摆 上摆、下摆 前摆、后摆
下臂至上臂	肘关节	外摆、内摆 上摆、下摆 前摆、后摆
手至下臂	手腕关节	外摆、内摆 弯曲、伸展
手至躯干	肩关节、下臂	左转、右转

3.2 关节活动度测量方法

人体测量的方法主要有手工测量、二维非接触人体测量、三维人体测量技术。由于在测量过程中，人体姿势的改变会使人体某些部位轮廓发生变化，二维或三维测量法会有较大偏差，也存在扫描不到的地方，为数据采集带来不便。综合现有条件和对比上述几种测量方法后，本课题选择手工测量，使用关节活动度测规仪进行接触式测量。测量时，首先使用测规仪固定臂固定在被测者的不动点，保持水平或者垂直；接着让被测者活动要测的活动臂至尽力，记录下角度刻度盘上的数值，即得到关节活动度。

我们在进行接触式的测量前，对老年人进行详细说明，达到共识后开始测量。由于老年人的自身活动度与最大活动度有明显差异，我们以他们自愿施展的最大活动度作为最终测量结果。

4. 测量数据统计与分析

4.1 老年人上肢关节活动度数据统计

本课题将测量数据按照男女分列进行统计处理，使用统计软件SPSS23.0进行统计分析，可以得到老年人各项活动度数值的平均值(M)，最小值(min)，最大值(max)，标准差(SD)和变异系数(CV)。由于不同个体的关节活动度是分布在一定范围内，而我们在设计时只能用一个确定值，并非是平均值。所以本课题采用百分位数（即等于或者小于某一关节活动度数据的人占统计对象总人数的百分比）来对数据进行描述。整理得到下列表2，3，4，5。

表2 广州男性老年人关节活动度测量统计表 (°)

测量项目	N	min	max	M	SD	CV (%)
低头+	48	25	59	40	9	22.5
仰头-	48	16	52	32	10	31.3
头部左歪+	48	25	52	38	6	15.8
头部右歪-	48	25	52	38	6	15.8
头部左转+	48	32	62	44	9	20.5
头部右转-	48	32	62	44	9	20.5
躯干前弯+	48	68	105	93	10	10.8
躯干后弯-	48	20	54	38	12	31.6
躯干左弯+	48	27	50	38	7	18.4
躯干右弯-	48	27	50	38	7	18.4
躯干左转+	48	28	55	41	8	19.5
躯干右转-	48	28	55	41	8	19.5
髋关节前弯+	48	80	130	106	12	11.3
髋关节后弯-	48	10	30	18	6	33.3
髋关节外拐+	48	20	44	31	7	22.6
髋关节内拐-	48	9	21	14	3	21.4
髋关节外传+	48	95	119	104	6	5.8
髋关节内转-	48	57	75	64	5	7.8
肩关节外摆+	48	170	180	178	3	1.7
肩关节内摆-	48	20	43	27	6	22.2
肩关节上摆+	48	175	180	179	2	1.1
肩关节下摆-	48	15	51	39	9	23.1
肩关节前摆+	48	125	162	137	8	5.8
肩关节后摆-	48	25	60	38	9	23.7
肘关节弯曲+	48	102	153	134	146	109.0
肘关节伸展	48	0	0	0	0	—
手腕外摆+	48	20	61	35	10	28.6
手腕内摆-	48	15	32	24	5	20.8
手腕弯曲+	48	50	82	71	6	8.5
手腕伸展-	48	30	68	58	7	12.1

表3 广州男性老年人关节活动度测量结果百分位数 (°)

测量项目	1	5	10	50	90	95	99
低头+	25	26	29	40	53	57	59
仰头-	16	18	19	29	50	52	52
头部左歪+	25	26	30	38	45	47	52
头部右歪-	25	26	30	38	45	47	52
头部左转+	32	33	35	41	57	60	62
头部右转-	32	33	35	41	57	60	62
躯干前弯+	68	69	74	95	102	104	105
躯干后弯-	20	21	23	39	52	53	54
躯干左弯+	27	28	29	38	48	49	50
躯干右弯-	27	28	29	38	48	49	50
躯干左转+	28	29	31	43	51	53	55
躯干右转-	28	29	31	43	51	53	55
髋关节前弯+	80	84	86	104	120	128	130
髋关节后弯-	10	11	13	18	28	29	30
髋关节外拐+	20	21	23	30	40	43	44
髋关节内拐-	9	10	11	13	19	20	21
髋关节外转+	95	96	97	104	113	118	119
髋关节内转-	57	58	59	62	72	74	75
肩关节外摆+	170	170	175	180	180	180	180
肩关节内摆-	20	21	23	28	35	42	43
肩关节上摆+	175	175	176	180	180	180	180
肩关节下摆-	15	22	23	42	48	50	51
肩关节前摆+	125	126	128	136	150	152	162
肩关节后摆-	25	26	27	36	54	58	60
肘关节弯曲+	102	103	108	138	151	152	153
肘关节伸展	0	0	0	0	0	0	0
手腕外摆+	20	25	26	32	50	60	61
手腕内摆-	15	16	17	25	29	30	32
手腕弯曲+	50	59	60	71	78	80	82
手腕伸展-	30	49	51	58	65	67	68

表4 广州女性老年人关节活动度测量统计表 (°)

测量项目	N	min	max	M	SD	CV (%)
低头+	52	20	60	42	9	21.4
仰头-	52	15	50	31	8	25.8
头部左歪+	52	20	52	37	8	21.6
头部右歪-	52	20	52	37	8	21.6
头部左转+	52	25	70	44	10	22.7
头部右转-	52	25	70	44	10	22.7
躯干前弯+	52	60	120	90	11	12.2
躯干后弯-	52	20	55	40	11	27.5
躯干左弯+	52	20	70	40	9	22.5
躯干右弯-	52	20	70	40	9	22.5
躯干左转+	52	28	65	41	8	19.5
躯干右转-	52	28	65	41	8	19.5
髋关节前弯+	52	83	126	107	10	9.3
髋关节后弯-	52	9	30	17	5	29.4
髋关节外拐+	52	18	50	34	8	23.5
髋关节内拐-	52	9	25	15	3	20.0
髋关节外传+	52	94	125	106	6	5.7
髋关节内转-	52	56	80	65	5	7.7
肩关节外摆+	52	160	180	179	4	2.2
肩关节内摆-	52	19	50	30	6	20.0
肩关节上摆+	52	175	180	179	1	0.6
肩关节下摆-	52	20	70	43	11	25.6
肩关节前摆+	52	125	170	142	10	7.0
肩关节后摆-	52	28	65	42	10	23.8
肘关节弯曲+	52	100	160	137	13	9.5
肘关节伸展	52	0	0	0	0	—
手腕外摆+	52	23	60	37	9	24.3
手腕内摆-	52	16	45	27	7	25.9
手腕弯曲+	52	60	80	71	5	7.0
手腕伸展-	52	50	70	58	5	8.6

表5 广东女性老年人关节活动度测量结果百分位数 (°)

测量项目	1	5	10	50	90	95	99
低头+	20	24	30	42	54	56	60
仰头-	15	16	19	30	41	46	50
头部左歪+	20	24	26	38	46	51	52
头部右歪-	20	24	26	38	46	51	52
头部左转+	25	31	32	43	56	65	70
头部右转-	25	31	32	43	56	65	70
躯干前弯+	60	63	70	92	102	104	120
躯干后弯-	20	21	22	43	53	54	55
躯干左弯+	20	24	27	39	50	60	70
躯干右弯-	20	24	27	39	50	60	70
躯干左转+	28	29	30	42	48	64	65
躯干右转-	28	29	30	42	48	64	65
髋关节前弯+	83	84	92	106	121	124	126
髋关节后弯-	9	10	11	17	23	25	30
髋关节外拐+	18	19	22	34	48	49	50
髋关节内拐-	9	10	12	15	19	20	25
髋关节外传+	94	95	99	105	113	115	125
髋关节内转-	56	57	59	63	72	75	80
肩关节外摆+	160	170	178	180	180	180	180
肩关节内摆-	19	20	22	30	36	41	50
肩关节上摆+	175	176	178	180	180	180	180
肩关节下摆-	20	23	31	42	57	64	70
肩关节前摆+	125	127	133	139	153	164	170
肩关节后摆-	28	29	34	39	60	63	65
肘关节弯曲+	100	102	125	137	151	152	160
肘关节伸展	0	0	0	0	0	0	0
手腕外摆+	23	25	28	35	50	59	60
手腕内摆-	16	18	19	26	35	43	45
手腕弯曲+	60	63	64	72	78	79	80
手腕伸展-	50	51	53	59	65	69	70

4.2 样本量检测

男性老年人肘关节弯曲变异系数是109, 样本量50, 第95百分位对应Z值是1.96, 由公式计算得到得到a%是47.5%, 这项数据要谨慎使用。除此之外, 男性老年人其他关节活动度的a%都小于15%, 在可接受的范围内。女性老年人关节活动度变异系数最大值是29.4, 样本量50,

第95百分位对应Z值是1.96，由公式计算得到得到a%是12.5%，小于15%，其余在可接受的范围内。

4.3采用ANOVA进行男女数据比较

由于性别不同会造成数据上的差异，而差异程度决定了设计时是否应该考虑男女尺寸差异。为了确定男女之间数据的差异程度，我们对采集到的关节活动度数据进行单因素方差分析(ANOVA)，用来检验性别导致的老年人人体数据差异程度。其原理是：不同处理组的均值间差别来源于实验条件和随机误差，通过分析不同来源的变异对总变异的贡献大小，可以知道可控因素对结果的影响。将男女数据分组，建立校验假设H0: 多个样本总体均值相等，检验水准为0.05。如果显著性>0.05时表示接受H0假设，说明男女间数据差异不大；否则差异显著。得到结果如图1所示。

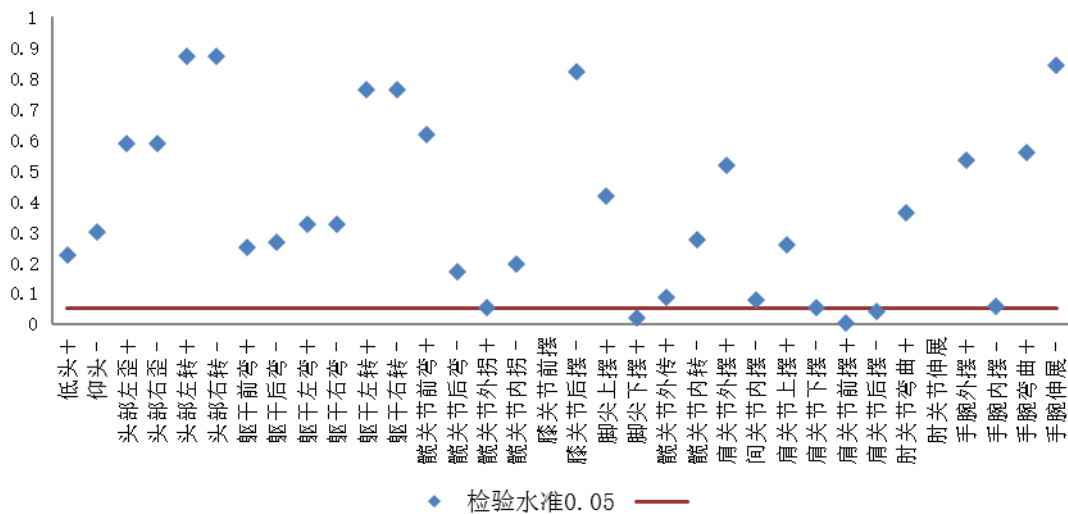


图1 广州男女老年人人体上肢关节活动度显著性系数分布图

由图上显著性系数分析可得到，除了肩关节前摆和肩关节后摆的关节活动度有显著差异之外，在广州老年人上肢关节活动度比较中，男女之间数据差别不大，表明广州老年人的上肢关节活动度上基本一致。所以在对广州市老年人的上肢运动健身产品进行设计时，男女性可以使用相同尺寸。

由于我们测量得到的人体尺寸是分布于一定范围内的，但是在设计中我们需要使用某个确定的值来作为设计数据。根据国家标准《GB/T12985-1991在产品设计中应用人体尺寸百分位数的通则》，对健身产品类的设计需要两个人体尺寸百分位数作为尺寸上限值和下限值。本着保证使用者健康和安全，降低生产成本以及简化加工制造的原则，我们在选择百分位数时应尽量选用男性尺寸的P95 作为尺寸上限值的依据，选择女性尺寸的P5作为尺寸下限值的依据。

我们在构建了广州市老年人上肢活动度的数据库后，选出作为尺寸设计依据的数据：女性第5百分位和男性第95百分位数的数值。整理得到结果如下表7所示，可作为相关健身运动产品的数据支持与设计参考。

表7 广州市男女性老年人关节活动度测量结果第95百分位数数值统计

测量项目	女性 P5	男性 P95
低头+	24	57
仰头-	16	52
头部左歪+	24	47
头部右歪-	24	47
头部左转+	31	60
头部右转-	31	60
躯干前弯+	63	104
躯干后弯-	21	53
躯干左弯+	24	49
躯干右弯-	24	49
躯干左转+	29	53
躯干右转-	29	53
髋关节前弯+	84	128
髋关节后弯-	10	29
髋关节外拐+	19	43
髋关节内拐-	10	20
髋关节外传+	95	118
髋关节内转-	57	74
肩关节外摆+	170	180
肩关节内摆-	20	42
肩关节上摆+	176	180
肩关节下摆-	23	50
肩关节前摆+	127	152
肩关节后摆-	29	58
肘关节弯曲+	102	152
肘关节伸展	0	0
手腕外摆+	25	60
手腕内摆-	18	30
手腕弯曲+	63	80
手腕伸展-	51	67

4.4 老年人上肢运动机能分析

通过测量过程的观察和统计得到的数据我们发现，老年人的多个关节活动的幅度变小。这是由于随着年龄增长，关节附近的软组织弹性下降，关节周围肌肉的伸展性和弹性下降，从而导致了关节无法完全伸展或收缩。特别是仰头、肩关节后摆、躯干左右后弯等动作，由于不是我们日常操作常用的动作，并且长期疏于有针对性的锻炼，很多老年人在做这些动作时都表示出困难或者伸展动作不充分,甚至对日常生活活动造成困难。

5. 结论

本课题通过实际测量对广州地区老年人上肢关节活动度进行了数据收集与分析，根据国家设计标准得出广州市老年人健身产品设计数据范围，为广州市老年人健身产品的设计提供有效数据依据。目前的老年人健身产品无法做到为老年人设置合理的运动范围，提供有效合理的健身效果，需要有更新更准确的人体数据以供设计参考，让健身产品更适合老年人使用。

References

- [1] YU Wei. Reflections on Population Aging and Provision for the Aged in Guangzhou[J]. TAN QIU, 2010,02:13-18
- [2] WANG Tu-gui. Analysis of the Characteristics and Causes of Population Aging in Guangdong Province. Journal of Nanchang Junior College,2011, (2):14-15,22
- [3] ISO15535.International Organization for Standardization[S]. Switzerland: General requirements for establishing anthropometric database,2003
- [4] ZHENG Wei-wei. Improved Design for Public Outdoor Fitness Equipment and Thoughts on the Application of Universal Design Principles [D]. Tongji University,2008
- [5] Hai-tao. Anthropometric measurement of The Elderly[D]. Beijing. Tsinghua University,2005
- [6] HU Chao. Design and Realization of Precision Measurement System for Joint Activity[D], Nanjing: Nanjing University,2015
- [7] WU Zhan-fu, MA Xu-ping, LI Ya-kui. Introduction of Statistical Analysis Software SPSS[J]. Journal of Hebei North University, 2006,22(6):67-69,73
- [8] HOU Hui-na. Ergonomics-based Design and Analysis for an upper/lower Limb Rehabilitation Training Apparatus[D].Yanshan University,2013
- [9] LV Jie-feng, CHEN-Jian-xin, Xu Jin-bo. Ergonomics[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009: 21-25.
- [10]WANG Man, JI Wei, YUAN Sheng-min, HUANG Kai. The Effect of Chinese Traditional Fitness Programs on Improvement of Body function in Middle aged and Older Persons—A balance function-based pointcut[J].Contemporary Sports Technology, 2015, (17):11-13.