



# 捏力测量方法及影响因素研究进展

孙嘉琪,徐红旗\*

**摘要:**通过查阅 Pubmed、万方及中国知网中的大量相关文献,对捏力测量的工具、方法、影响因素以及相关研究进行综述。不仅为捏力的测量提供规范的测量方法及具体过程,并且通过测量青年人3种类型捏力,为捏力测量结果提供参考范围。

**关键词:**捏力;测量;工具;方法;综述

中图分类号:G804.63 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2018)04-0070-07  
DOI:10.12064/ssr.20180412

## Research Progress on Measuring Methods and Influence Factors of Pinch Force

SUN Jiaqi, XU Hongqi\*

(Northeast Normal University School of Physical Education, Changchun 130024, China)

**Abstract:** By consulting the large number of related literature in Pubmed, Wanfang Data and CNKI, the paper summarizes the tools, methods, influence factors and the related researches of the pinch force measurement. It provides not only the standardized method and the specific procedure for the measurement of pinch force, but also the reference value for the result of the pinch force measurement through measuring the three types of pinch force of young people.

**Key Words:** pinch force; measurement; tool; method; summarization

手部通常帮人们完成许多精细的动作,其力量对于人们的生活及工作至关重要。由于捏力可以直接反映出手部的肌肉力量,所以它也是评价人体机能的一项重要指标。捏力是指手部拇指指腹(主要是拇长屈肌和拇收肌)与食指外侧面间的最大捏力,即拇指屈曲肌群与食指外展肌群静力性最大随意收缩时表现出的最高力值。在工业生产中,对于执行一些复杂的功能,人手具备机械和感官能力<sup>[1]</sup>,其中捏力是掌握和操纵物体最重要的功能之一,如果该能力削弱将会妨碍每天的正常活动。此外,肌肉频繁地需要通过手柄施加力量,通过夹持或扭转以在不同的职业活动中操作控制设备<sup>[2,3]</sup>,所以握力、捏力等人体力学方面的数据对于产品设计的安全和实用性是至关重要的。可用性差的产品可能会导致其性能下降,并且降低消费者的购买欲<sup>[4-8]</sup>。如果根据捏力合理地设计操作位点则能够提升设备的性能,提高工作效率。在医疗康复领域,对于损伤程度评估以及康复效果的评定,也会涉及捏力的测量。根据相关文献

报道,手部创伤占急诊创伤病的15.0%~28.6%,目前临床上已经开始使用该项指标对病人进行诊断。有关研究还指出,捏力除评价上肢肌肉力量外,还可以用于预测人体骨密度<sup>[9]</sup>。所以在我国建立一套完整的捏力数据常模十分必要。国内外众多学者已经对捏力的测量进行了大量的研究,得到许多有价值的研究结果。本文将对捏力的测量工具、方法、影响因素以及应用等方面进行综述。

## 1 测量工具

捏力测试工具分为机械式(如B&L)、液压式(如Jamar)、电子式(如E-link)和无线式(如E-CHO)。马修威兹把B&L公司的机械捏力计视为捏力测试的黄金标准。1967年,B&L公司开发出世界上第一个机械捏力计,B&L公司的PG系列握力计分为3个型号<sup>[10]</sup>:PG-60型最大测试范围为60磅,最小刻度2磅,主要用于运动员测试;PG-30型最大测量范围30磅,最小刻度1磅;PG-10型最大测试范

收稿日期:2018-03-12

基金项目:国家重点研发计划专项(2017YFF0206601),科技基础性工作专项(2013FY110200)。

第一作者简介:孙嘉琪,女,硕士研究生。研究方向:运动人体科学专业。E-mail:sunj461@nenu.edu.cn。

\*通讯作者:徐红旗,男,博士,副教授,研究方向:运动生物力学。E-mail:xuhq375@nenu.edu.cn。

作者单位:东北师范大学体育学院,吉林 长春 130024。



围 10 磅,最小刻度 0.25 磅,主要用于损伤或术后的握力测试。握力计均带有峰值保留功能和重置旋钮。

Jamar 机械握力计采用优质特种钢材制成,具有耐磨、稳定等特点,便携性能极高,配备有防跌落套绳,可有效防止在测试过程中发生意外跌落。刻度盘分公斤和磅两种刻度显示,有 10 磅(4.5 kg)、30 磅(13.6 kg)、45 磅(20.4 kg)、60 磅(27 kg)等多种规格可供选择。

英国 Biometrics 公司生产的 E-Link 指握力计,将手指握力计与计算机相连接进行数据的获得,不仅测量结果精准到 0.1 而且比读表式的具有更高的信度。而 Jamar 液压式握力器在测试过程中由医护人员(测试者)握住握力计,因此受试者(患者)能更加集中精力在用力上<sup>[11]</sup>。其带有峰值保留功能,测试结束后指针将自动停留在最大力量处,最大测试范围 45 磅,测量结果准确、信度较高<sup>[12]</sup>。

Baseline 系列液压握力计能确保测量的准确性、重测性和信度,其五级握位液压握力计能适用于不同大小的手型,也可以进行不同握距的测量。HiRes ER 大量程液压握力计带有 3.5 英寸的刻度盘,读数更加方便和精确,最大测试范围高达 100 磅(45 kg),更加适合专业运动员进行握力测试。

美国 JTECH Medical 公司的 ECHO™ 系列无线握力测试分析系统是当今市面最为先进的握力测试分析系统,先进的无线传输技术彻底摆脱了所有线缆的束缚。

Commander Echo 无线数码握力计广泛应用于手损伤治疗、入职前体检、功能性能力评估(FCEs)、复发性创伤障碍检查以及任何需要握力数据的临床评估。其显示最大力量、变异系数(CV)、左右侧测试平均值以及双侧间差值,控制单元可存储高达 20 组测试数据,单侧重测次数最高为 4 次。在工伤赔偿和功能性能力评估(FCE)中测定用力的一致性。对双侧测试差值进行归档,建立测试基准线并监测康复进展,最大测试握力高达 50 磅,测试精度 0.1 磅,对握力较弱的患者也能进行精确测试,测力精度高于 99%,且测试器与控制单元采用分离式设计,测试者在测试过程中可实时查看控制单元的数据,避免影响患者的注意力。

虽然电子式及无线式握力计精度更高一分,但是机械式及液压式握力计不用担心在大范围调查中出现没电而无法进行测量的情况,且更为坚固不易损坏,能够降低测试中断的风险,测试者可根据不同需要选择不同的握力测试工具。

## 2 测量方法

### 2.1 测量姿势

#### 2.1.1 身体位置

测量过程中既可以采用站姿也可以采用坐姿,参照握力的测试,在正规测试中,美国手部治疗师(ASHT)推荐,受试者在测试期间的身体姿势规定为坐姿<sup>[13]</sup>。坐姿测试中,选取一个没有扶手的椅子,被试者保持上体正直与地面垂直,双腿自然分开与身体垂直自然放于地面,大臂贴紧体侧。为防止肘关节外翻,可在身体与大臂之间夹一薄板。

#### 2.1.2 肘关节

经实验证实,在进行握力、握力等测量时,屈肘 90°能最大程度地减少手臂肌肉的代偿作用,更加准确地得到手部的最大静态力量,所以测试选择 90°肘关节角度。

#### 2.1.3 前臂位置

通过 3 种手势分别测试前臂屈肘 90°内旋、外旋、中立位时握力的大小,发现 key 型手势前臂中立位时测得的握力最大。美国手部治疗师(ASHT)推荐,手臂附着在躯干上不旋转,肘部弯曲 90°,前臂处于中立位位置,手腕在 0~15°的范围内延伸。

#### 2.1.4 腕关节

由于手部的操作是大量重复性的,手腕的肌肉和手指屈肌相辅相成,手腕的位置会影响握力的大小<sup>[14]</sup>,若长时间超负荷不规范的动作将会导致腕管综合征、腱鞘炎等疾病。在人体工程学领域,普遍认为自然的手腕位置(手腕有些背屈)在手动力产生时压力最小,尤其是在使用手工工具时,所以在测量握力时采用手腕自然背屈的姿势。受试者肩关节成 0°,上臂与胸部平贴,前臂处于中立位,测试手形为 Tip(拇指与食指指尖相对)和 Tripod(拇指指腹、食指以及中指指腹成三角架型握住握力计)时腕关节微伸,手腕呈 30°伸展<sup>[15]</sup>;测试手形为 Lateral(拇指指腹与食指侧面相对握住握力计两端)时腕关节微屈,前臂始终处于中立位悬空,不可搭在任何物体上<sup>[16]</sup>,对侧手臂自然下垂置于体侧即可。握力计由测试人员辅助托扶固定,配合受试者完成测试。

#### 2.1.5 手型

根据美国手部治疗师提供的方法,握力测试有 3 种手型:Lateral、Tripod 与 Tip。3 种不同手型的握力,运用手掌部位不同的肌肉。Lateral 型主要应用拇收肌和骨间掌侧肌等肌肉,而 Tripod 型和 Tip 型除此之外还需拇指对掌肌、小指对掌肌和蚓状肌等的



参与<sup>[17]</sup>。3种测试的结果有差异,但不同手型的测试结果有相关性,测试者可根据需要测试不同姿态,以得到有价值的测量数据。

#### 2.1.5.1 Lateral(指头—指侧型)

指头—指侧型是指拇指远侧指节与食指桡侧面间相对互压的用力方式,这种方法测得捏力最大,被定义为测量最大捏力的标准姿势。

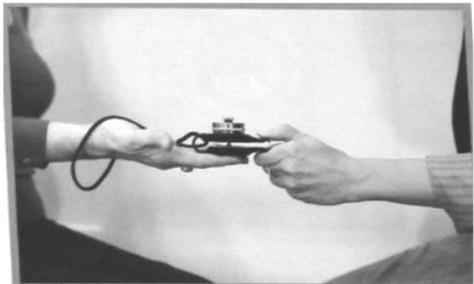


图1 指头—指侧型测试法

Figure 1 Lateral Type Measurement

#### 2.1.5.2 Tripod(指头—指头型)

指头—指头型是指拇指指腹与食指及中指指腹相对互压的用力方式,测得捏力比Lateral型小,比Tip型大。在3种测试姿势中,这种手势测得的捏力值居中。

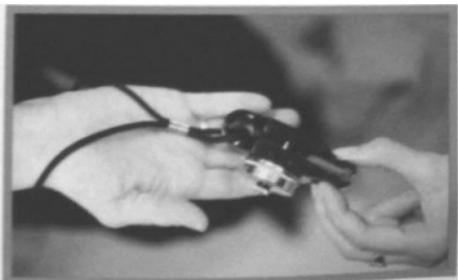


图2 指头—指头型测试法

Figure 2 Tripod Type Measurement

#### 2.1.5.3 Tip(指尖—指尖型)

指尖—指尖型是指拇指与食指指尖相对互压的用力方式,由于牵动的肌肉不同,这种方法测得捏力最小。虽然这种捏力形式的力量最小,但是对于人类的精细操作还是有很大帮助的,某些情况下上述两种捏力形式是无法取代这种捏力形式的。



图3 指尖—指尖型测试法

Figure 3 Tip Type Measurement

## 2.2 捏距

捏距是指测试时的指间距,捏距较大时受试者发力较为困难,捏距较小时更利于受试者发挥出最大捏力。多数捏力计捏距都是固定的,也有部分捏距可调的捏力计,可根据实际情况选择适用的测量仪器。

## 2.3 测试流程

测试人员指导测试者开始和停止。在进行测量前,先让受试者练习1次,熟悉测试流程及测试方法。为了能够得到准确且稳定的最大静态肌力值,通常将测试时间设定在3~5 s,可选定4 s,值得注意的是响亮的提示语有助于被试者发挥出最大的捏力。同时需要叮嘱受试者不要憋气,发挥最大力量。左手(或右手)自然放置于体侧。为消除测试时产生的疲劳,在每次测试结束后间歇15~60 s<sup>[12,18]</sup>,可选定20 s。在每一个姿势均测试2~3次,通常记录3次,取均值作为结果<sup>[19-22]</sup>。计算变异系数(CV),将变异系数控制在10%以内为适宜。在进行3种不同捏姿的测试时,每种姿势为一组,每组测量完成休息3~5 min。适当的休息,能够减少实验结果的误差。根据不同的测试需要决定是否给予语言等外界刺激,如果想要测得最大值则需要测试人员对受试者进行鼓励,但是在日常活动中是没有这些外界因素影响的。测试过程中,爆发式发力的结果会大于缓慢发力的结果,这也许和调动的肌肉纤维类型不同有关,在测量最大值的时候通常指导受试者缓慢匀速地发力。

## 3 影响捏力大小的因素

### 3.1 年龄

国外对儿童的捏力研究表明捏力的大小在儿童时期,会随着年龄的增加而增大<sup>[23-25]</sup>。但是对于成年人,年龄并不是影响手部力量的主要因素,经常进行体力劳动会减慢手部力量的衰退。一般来说,男性和女性受试者的手部力量在25~39岁之间达到顶峰,此后逐渐下降。

### 3.2 性别

性别是影响捏力的一个至关重要的因素,性别不同,捏力大小差异很明显。在同年龄阶段青年女性捏力仅为青年男性捏力的70%左右。而在中老年中,女性捏力仅为男性捏力的75%左右<sup>[16]</sup>。男女利手捏力均高于非利手(差异10%以内),中国人捏力值与国外同龄人的数据相差较大,尤其是男性。国内外研究均证实,在相同年龄阶段,男性比女性捏力大<sup>[26-28]</sup>,这



种现象可能与男女分泌的激素不同有关<sup>[29]</sup>。雄性激素中的睾酮能够促进肌肉生长,使肌肉力量提高。女性该激素分泌量比男性少,所以力量方面比男性较差。笔者用 Jamar 电子式捏力计对东北师范大学体

育学院年龄处于 20~24 岁的 47 名右利手男生及 30 名右利手女生进行 3 种姿势的测量验证,结果如表 2。同年龄阶段男性较女性捏力更大,利手较非利手捏力更大。

表 1 受试者人体计量资料统计

Table I Statistics of the Anthropometric Data of the Subjects

	年龄 (年)	身高 (cm)	体重 (kg)	手长 (cm)	掌宽 (cm)	掌厚 (cm)
男 (N=47)	22.2±0.9	179.9±4.4	74.6±9.1	19.0±0.7	8.6±0.5	3.0±0.2
女 (N=30)	22.7±1.9	163.5±4.9	54.4±4.4	17.2±0.9	7.4±0.5	2.5±0.3

表 2 大学生男、女左右手 3 种手型捏力大小比较 (kg)

Table II Comparison between the Pinch Force of the Three Finger Types of the Left and Right Hands of the Male and Female University Students (kg)

	男			女		
	左	右	P	左	右	P
Lateral	12.5±2.3	13.4±1.9	0.886**	6.4±1.1	7.1±1.1	0.836**
Tip	7.9±2.0	8.4±2.0	0.857**	4.1±1.0	4.8±1.1	0.762**
Tripod	9.4±2.2	10.2±2.3	0.866**	5.3±1.0	5.9±0.9	0.687**

注:\*\*表示 P<0.01

### 3.3 手

通常认为利手捏力大于非利手。对于右利手的人群,右手捏力大于左手捏力。对于左利手的人群,左手大于右手捏力。以四川省成年人手指捏力数据分析为例,无论男性女性,利手的 3 种类型捏力、握力均值都要比非利手的高<sup>[30]</sup>。Dempsey 等认为捏力类型与男性的手长及掌厚有关,所以可以在测试中辅助考虑男性的手掌宽度和手掌厚度<sup>[31]</sup>。

### 3.4 前臂

无论男女,前臂围度都被认为对捏力有影响,前臂围度越大相应捏力也越大,也有相关研究认为女性在测量中可以辅助考虑前臂长度但尚未有准确定论。

### 3.5 身高、体重

Hager-Ross 经研究发现,身高、体重与捏力成正相关<sup>[32]</sup>,但也有研究结果表明捏力与身高和体重无相关性<sup>[33]</sup>。可能由于测试中选择的实验对象年龄段的分散程度不同,产生了不同的研究结果,二者与捏力的相关性有待进一步通过实验进行探索。对比韩国和一些西方国家<sup>[12,27,28,34]</sup>,发现韩国儿童捏力较低,这可能与不同人种的基因有关,也可能与不同的教育背景有关,导致体质的差异。

### 3.6 小结

与捏力相关的因素还存在一些争议,有研究结果认为其与身高、体重以及手的长和宽无关<sup>[35]</sup>,也有

人认为捏力的大小与手长和手掌厚度有关,但其结果是针对男性<sup>[36]</sup>。还有结果显示捏力与身高和年龄有相关性<sup>[37]</sup>。不同的结果可能与研究的人群范围不同有关,儿童处于生长时期,所以其年龄与捏力大小有相关性<sup>[38]</sup>。但是成人发育定性后身体机能基本保持恒定,所以结果显示其捏力与年龄无关不论性别,对手指捏力影响最大的主要因素包括有体重、握力、前臂围度。此外,男性辅助考虑手掌宽度和手掌厚度,女性辅助考虑前臂长度<sup>[30]</sup>。

## 4 应用

### 4.1 手部力量重要性

手的功能包括捏力、握力、手指的运动以及手的灵巧性和稳定性等。捏力和握力是手部功能的主要表现形式,良好的捏力和握力是维持日常活动的基础。握力的大小反映出前臂及手部屈肌的静力和神经调节肌肉活动的的能力,是我国国民体质监测的一项重要指标。目前已有大量研究显示握力与人体全身的力量高度相关,能够预测很多结果,例如肌肉衰减综合症、老年跌倒风险等。捏力作为比握力更为精细的动作也许能反应出握力所不能表达的身体状况。手部力量除反应肌肉力量外还反应神经控制能力,例如脑卒中患者可通过手捏力判断康复情况。经研究发现通过运动和营养干预能保持较好的握力<sup>[39]</sup>,同理推测也能保持良好的捏力,有待深入研究。

随着年龄的增长人体功能能力衰退,捏力和握力也会逐渐减小,手部力量的下降将会导致其功能



的衰减,给日常活动带来诸多不便,严重时甚至会让生活自理能力下降,降低生活质量。所以,健康的手部力量是人们正常进行日常活动的前提。

## 4.2 医疗

捏力及握力在临床诊断以及康复程度评定中已有广泛的应用。由于捏、握力能间接反映全身肌肉力量,所以被应用于医疗评估<sup>[40]</sup>。目前已将捏力作为一项指标研究传统功法训练对人体的肌力影响<sup>[41]</sup>。捏力可以很直接地表现出手部精细动作力量的大小,进而表现其功能性,故在腱鞘炎、腕管综合征、类风湿性关节炎等疾病的诊断中可以通过捏力的测量来评判患病的程度。同时,在康复过程中,也可以通过测量捏力观察恢复的效果<sup>[42]</sup>。除此之外,捏力及握力等手部力量在一定程度上可以反应上肢力量的强弱,并且手是反射弧中的感应器和效应器,进而反映神经中枢的损伤与恢复情况。在脑卒中患者的上肢功能评定中<sup>[43]</sup>,通常会测量捏力和握力,在治疗前和治疗后评判肌力级别。测量捏力对手部损伤恢复情况的判定<sup>[44]</sup>,以及通过手功能评定脑卒中患者<sup>[45]</sup>有重要意义,且重复性作业中捏力的使用与累积性损伤疾患之间存在着明显的相关性。我国在利用捏力诊断评价的定量研究上成果尚较少,期待进一步的发展为临床治疗提供科学有效的依据。我国已经研制出能够结合患者捏力大小和虚拟现实的手指康复系统,但是其康复评价机制有待完善<sup>[49]</sup>。

## 4.3 工业生产

在实际生产作业中,很多细微操作都需要手部捏力。手是人们最常用且最为灵活的部位,而捏夹又是相对更为精细操作动作。如果大量重复超负荷的动作将大大增加人们手部损伤的几率。捏力可以作为手动作业力量评价及疲劳评价指标<sup>[46]</sup>,如果能根据人们在捏取时最舒适的手腕位置、前臂位置及肘关节角度对仪器设备进行升级优化,设计合理的捏力操作值,将会降低人们的患病风险,使操作过程更加舒适。另外,生产用于日常生活的产品,也可以从此方面考虑进行改造,能够增加效益,提高人们生活的便利性与舒适性。

## 5 总结及展望

### 5.1 总结

液压式和机械式捏力计的测量方法简单、迅速,但精准度比电子式和无线式捏力计差,而且后者可以与计算机相连接读取数据。在实际测量使用时可

根据不同的需要选择合适的测量仪器,根据选择的仪器和方法不同结果也会有所偏差。为了能够得到真实有效的数据,掌握规范的测量方法以及使用标准化的术语是非常必要的。美国已经拥有专门的手部治疗师,测量方法和行业术语都相对规范。最后,在进行结果分析时,需要考虑性别、年龄、身高、体重、手掌形态以及前臂等因素,才能更加准确地反映捏力所表现的手部功能。

### 5.2 展望

#### 5.2.1 运动员选材及测评

许多运动项目都涉及手部精细动作,例如羽毛球持拍,而捏力能够很好的反映手部功能及上肢力量,故可以考虑在运动员选材时进行该指标的测试,在日常训练的反馈中也可通过捏力的测量进行评价。

#### 5.2.2 开发医疗新产品

目前在手指康复领域里已经研发出了与手指捏力相关的康复系统,能够通过采集到的信息作出相关的评价,并通过计算机进行辅助训练<sup>[41]</sup>,评价标准还有待进一步通过数据的采集进行更新完善<sup>[47]</sup>。很多国家已经通过捏力评价儿童的成长情况,在有骨关节疾病、营养不良、先天发育缺陷以及神经系统缺陷的儿童患者中<sup>[48-50]</sup>,其捏力比同龄健康儿童低,因此捏力有时也被视作一项筛查指标<sup>[34,51]</sup>。针对手部康复治疗我国已经研制出能够结合患者捏力大小和虚拟现实的手指康复系统,但是其康复评价机制有待完善<sup>[45]</sup>。

#### 5.2.3 建立数据常模

国外很多地区已经建立了自己的数据常模<sup>[52,53]</sup>,但是由于地区、人种、职业、生活水平等种种的差异,捏力正常值的范围也会有所差异,所以在工业生产和手部治疗评估时切不可直接使用国外的数据。希望我国该方面数据库能够早日建立,划分明确的评价标准,为人们的生活生产及临床治疗带来便利。

### 参考文献:

- [1] Dianat I., Haslegrave C. M., Stedmon A. W. Methodology for evaluating gloves in relation to the effects on hand performance capabilities: a literature review[J]. Ergonomics, 2012, 55(11): 1429-1451.
- [2] Imrhan S. N., Rahman R. The effects of pinch width on pinch strengths of adult males using realistic pinch-handle coupling[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1995, 16(2): 123-134.



- [3] Mital A., Motorwala A., Kulkarni M., et al. Allocation of functions to human and machines in a manufacturing environment: Part I--Guidelines for the practitioner[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1994, 14(1): 3-29.
- [4] Dianat I., Feizi H., Hasan-Khali K. Pinch strengths in healthy Iranian children and young adult population[J]. *Health Promot Perspect*, 2015, 5(1): 52-58.
- [5] Peebles L., Norris B. Filling 'gaps' in strength data for design[J]. *Applied Ergonomics*, 2003, 34(1): 73-88.
- [6] Dianat I., Ghanbari Z., Asgharijafarabadi M. Psychometric properties of the persian language version of the system usability scale[J]. *Health Promot Perspect*, 2014, 4(1): 82-89.
- [7] Dianat I., Nedaei M., Mostashar Nezami M. A. The effects of tool handle shape on hand performance, usability and discomfort using masons' trowels[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2015, 45: 13-20.
- [8] Dianat I., Haslegrave C. M., Stedmon A. W. Using pliers in assembly work: short and long task duration effects of gloves on hand performance capabilities and subjective assessments of discomfort and ease of tool manipulation[J]. *Appl Ergon*, 2012, 43(2): 413-423.
- [9] Nasri R., Hassen Z. S., Rebai H., et al. Grip Strength is a Predictor of Bone Mineral Density Among Adolescent Combat Sport Athletes[J]. *Journal of Clinical Densitometry*, 2013, 16(1): 92-97.
- [10] B&L 机械握力计[EB/OL]. <http://www.ikangfu.cn/RehabEval/REP-BLPinchGauge.html>.
- [11] Mathiowetz V., Weber K., Volland G., et al. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations[J]. *J Hand Surg Am*, 1984, 9(2): 222-226.
- [12] Shim J. H., Roh S. Y., Kim J. S., et al. Normative measurements of grip and pinch strengths of 21st century korean population[J]. *Arch Plast Surg*, 2013, 40(1): 52-56.
- [13] Clinical assessment recommendations [M]. 1992.
- [14] Hazelton F. T., Smidt G. L., Flatt A. E., et al. The influence of wrist position on the force produced by the finger flexors[J]. *Journal of Biomechanics*, 1975, 8(5): 301-306.
- [15] Mathiowetz V., Rennells C., Donahoe L. Effect of elbow position on grip and key pinch strength[J]. *J Hand Surg Am*, 1985, 10(5): 694-697.
- [16] 杨帆,张莺,赵朝义.人体三种类型握力的生物力学特征分析[C].第十五届全国运动生物力学学术交流会(CABS2012),2012:2.
- [17] 杨延砚,周谋望,黄东锋.最大握力和握力检测用于脑卒中患者上肢功能评定的研究[J].*中国康复医学杂志*,2008,23(5):395-397.
- [18] Puh U. Age-related and sex-related differences in hand and pinch grip strength in adults[J]. *Int. J. Rehabil. Res.*, 2010, 33(1): 4-11.
- [19] DeSouza M. A., DeJesus Alves De Baptista C. R., Baranauskas Benedicto M. M., et al. Normative data for hand grip strength in healthy children measured with a bulb dynamometer: a cross-sectional study[J]. *Physiotherapy*, 2014, 100(4): 313-318.
- [20] Bear-Lehman J., Kafko M., Mah L., et al. An exploratory look at hand strength and hand size among preschoolers[J]. *J. Hand Ther.*, 2002, 15(4): 340-346.
- [21] Link L., Lukens S., Bush M. A. Spherical grip strength in children 3 to 6 years of age[J]. *Am. J. Occup Ther.*, 1995, 49(4): 318-326.
- [22] Cetin A., Genc M., Sevil S., et al. Prevalence of the palmaris longus muscle and its relationship with grip and pinch strength: a study in a Turkish pediatric population [J]. *Hand (N Y)*, 2013, 8(2): 215-220.
- [23] Surrey L. R., Hodson J., Robinson E., et al. Pinch strength norms for 5-to 12-year-olds[J]. *Phys. Occup Ther. Pediatr.*, 2001, 21(1): 37-49.
- [24] Yim S. Y., Cho J. R., Lee I. Y. Normative data and developmental characteristics of hand function for elementary school children in Suwon area of Korea: grip, pinch and dexterity study[J]. *J. Korean Med. Sci.*, 2003, 18(4): 552-558..
- [25] Ploegmakers J. J. W., Hepping A. M., Geertzen J. H. B., et al. Grip strength is strongly associated with height, weight and gender in childhood: a cross sectional study of 2241 children and adolescents providing reference values[J]. *Journal of Physiotherapy*, 2013, 59(4): 255-261.
- [26] 何彦璐,薛子颖,宋骏,等.南京市4~6岁儿童握力水平常模构建与分析[J].*中国儿童保健杂志*,2013,(12): 1270-1272.
- [27] Mathiowetz V., Wiemer D. M., Federman S. M. Grip and pinch strength: norms for 6- to 19-year-olds[J]. *Am. J. Occup. Ther.*, 1986, 40(10): 705-711.
- [28] Ager C. L., Olivett B. L., Johnson C. L. Grasp and pinch strength in children 5 to 12 years old[J]. *Am J Occup Ther*, 1984, 38(2): 107-113.
- [29] 陈微微,潘孝贵.体育专业学生力量、情绪生物周节律的研究[J].*教育教学论坛*,2012,(28):147-149.
- [30] 徐辉,吕中意.四川省成年人手指握力及相关人机数据分析[J].*科技风*,2015,(17):218.
- [31] Alley D. E., Shardell M. D., Peters K. W., et al. Grip



- strength cutpoints for the identification of clinically relevant weakness[J]. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 2014, 69(5): 559-566.
- [32] Hager-Ross C., Rosblad B. Norms for grip strength in children aged 4-16 years[J]. *Acta. Paediatr.*, 2002, 91(6): 617-625.
- [33] Imrhan S. N., Loo C. H. Trends in finger pinch strength in children, adults, and the elderly[J]. *Hum. Factors*, 1989, 31(6): 689-701.
- [34] Ruiz J. R., Espana-Romero V., Ortega F. B., et al. Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers[J]. *J. Hand. Surg. Am.*, 2006, 31(8): 1367-1372.
- [35] Imrhan S. N., Loo C. H. Trends in finger pinch strength in children, adults, and the elderly[J]. *Hum. Factors*, 1989, 31(6): 689-701.
- [36] Dempsey P. G., Ayoub M. M. The influence of gender, grasp type, pinch width and wrist position on sustained pinch strength[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1996, 17(3): 259-273.
- [37] Chong C. K., Tseng C. H., Wong M. K., et al. Grip and pinch strength in Chinese adults and their relationship with anthropometric factors[J]. *J. Formos Med. Assoc.*, 1994, 93(7): 616-621.
- [38] De Smet L., Decramer A. Key pinch force in children[J]. *J. Pediatr. Orthop. B.*, 2006, 15(6): 426-427.
- [39] 张腾飞,张春华.国内外中老年人握力应用的研究现状分析[J].*体育科技*,2014,35(4):89-91.
- [40] Wind A. E., Takken T., Helders P. J., et al. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults?[J]. *Eur. J. Pediatr.*, 2010, 169(3): 281-287.
- [41] 江征,王诗忠,廖军,等.传统功法训练对学生握握力和上肢肌耐力的影响[J].*福建中医药大学学报*,2010,(6): 57-58.
- [42] 茅天,谢仁国,汤锦波,等.影响重度腕管综合征术后握力恢复因素的临床分析[J].*中华手外科杂志*,2014,30(5):362-364.
- [43] 杨延斌,周谋望,黄东锋.最大握力和握力检测用于脑卒中患者上肢功能评定的研究[J].*中国康复医学杂志*, 2008,(5):395-397.
- [44] 曾思平,叶小燕.屈肌腱滑动训练联合物理疗法对手外伤功能障碍及其疼痛程度的影响[J].*中外医学研究*,2015,(23):6-9.
- [45] 徐友康,路微波,吴军发,等.智能化手功能评定系统用于脑卒中患者手功能评定的可信性分析[J].*中国康复医学杂志*,2015,(6):572-575.
- [46] 丁立,杨锋,刘何庆,等.手动作业力量评价指标研究[J].*哈尔滨工业大学学报*,2009,(1):239-241,244.
- [47] 张金龙,黄剑,杨朝辉,等.结合握力采集与虚拟现实技术的手指康复系统[C].*中国自动化学会中南六省(区)2010年第28届年会*,2010:4.
- [48] Norman K., Stobaus N., Gonzalez M. C., et al. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status[J]. *Clin. Nutr.*, 2011, 30(2): 135-142.
- [49] Benefice E., Fouere T., Malina R. M. Early nutritional history and motor performance of Senegalese children, 4-6 years of age[J]. *Ann. Hum. Biol.*, 1999, 26(5): 443-455.
- [50] Silva C., Amaral T. F., Silva D., et al. Handgrip strength and nutrition status in hospitalized pediatric patients[J]. *Nutr Clin Pract*, 2014, 29(3): 380-385.
- [51] Omar M. T., Alghadir A., Al Baker S. Norms for hand grip strength in children aged 6-12 years in Saudi Arabia [J]. *Dev Neurorehabil*, 2015, 18(1): 59-64.
- [52] Mathiowetz V., Kashman N., Volland G., et al. Grip and pinch strength: normative data for adults[J]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1985, 66(2): 69-74.
- [53] Mohammadian M., Choobineh A., Haghdoost A., et al. Normative Data of Grip and Pinch Strengths in Healthy Adults of Iranian Population[J]. *Iranian Journal of Public Health*, 2014, 43(8): 1113-1122.

(责任编辑:刘畅)