

# 徒手评定方法及其在心肺康复中的应用

邱玲 刘遂心

心脏康复的评定是在心脏病临床诊断的基础上进行的进一步功能评估,是开展心脏康复的基础,贯穿于整个心脏康复过程的始终。通过首次评定可全面了解患者的身体状况,进行患者筛选、危险分层,进而制定个体化的运动处方;康复过程中的再评定有助于判断康复治疗效果、调整治疗方案。此外,康复评定还有助于判断预后。

心脏康复评定方法按是否使用器械,可分为“器械评定”和“徒手评定”两大类。器械评定的优点在于精确、可量化,多是相应评定指标的金标准,其局限性包括设备昂贵、操作有一定难度、部分患者无法耐受等。

徒手评定无需设备、成本低、易操作,可应用于无法耐受器械评定的患者,是器械评定的必要补充方法。与器械评定相比,徒手评定的精确程度相对较低,但在心脏康复实践中能够满足基本评定需要。对于缺少心脏康复评估器械的医疗机构,徒手评定可减轻其心脏康复项目的起步和发展压力,对于基层康复机构则可作为常规评定手段。

在心脏康复开展较好的欧美国家,徒手评定技术已较为普及,但国内开展尚不尽如人意。目前,国内应用较多的是一些徒手心肺功能评定技术,如 6 分钟步行试验。然而运动方式,作为心脏康复运动处方的重要组成部分,包括“有氧训练、抗阻训练、柔韧性训练和平衡功能训练”等内容,分别旨在提高心脏病患者的心肺功能、肌力肌耐力、柔韧性和平衡功能。相应的,心脏康复评定技术亦应涵盖最基本的心肺功能评定、肌力肌耐力评定、柔韧性评定和平衡功能评定技术。本文将国内外有关“徒手评定在心脏康复中应用”的相关研究,按上述四种主要评定技术分别进行综述,旨在推广徒手评定技术,加速我国心脏康复的发展进程。

## 常用徒手评定方法

### 一、心肺功能的徒手评定

心肺功能是人体新陈代谢的基础,评定心肺功能有助于了解机体循环和呼吸功能储备,是心脏康复的基础评定项目<sup>[1]</sup>。其中,心肺运动试验(Cardiopulmonary Exercise Testing, CPET)是心肺功能评定的金标准,目前国内尚未普及。徒手心肺功能评定的方法主要分为固定时间测试、固定距离测试以及递增负荷测试三大类,常用的方法分别有:6 min 步行试验(6-minute walk test, 6mWT)、2 min 踏步试验(2-minute Step Test, 2mST);200 m 快速步行试验(200-meter fast walking test, 200mFWT);递增负荷往返步行试验(Incremental shuttle walk test, ISWT)等。

1. 6mWT:1982 年 Butland 等<sup>[2]</sup>首次提出用“徒步 6 min 可达到的最远距离”评估患者的心肺功能。6mWT 的方案已逐步发展完善,在全世界范围内被广泛应用,其主要指标是“步行距离”,在测试过程中还可根据临床需要监测患者的心率、血压、血氧饱和度、自我感知劳累程度评分等指标。Cahalin 等<sup>[3]</sup>用 6mWT 评估 45 例心力衰竭患者的心肺功能,观察 6mWT 步行距离与 CPET 峰值摄氧量  $VO_{2peak}$  的关系,结果发现两者之间存在良好的相关性( $r=0.64, P<0.001$ ),提示可利用 6mWT 的结果来预测  $VO_{2peak}$  ( $P<0.001$ )。

6mWT 的结果可受多种因素影响,这些因素包括:年龄、性别、身高、体重、功能能力、健康状态、测试中鼓励性的言语、是否携带氧气、是否使用助行器、跑道长度等<sup>[4-5]</sup>,因此 6mWT 要求跑道长度最好达到 30 m 以上,且每次测试必须详细记录测试的具体情况,在复测时尽量使各种变量一致,以保证结果的对比性。正因如此,不同研究得出的 6mWT 参考值差异较大,但并不影响其在治疗前后对比等方面的应用。

2. 2mST:2mST 是计数受试者 2 min 内单侧膝盖能达到指定高度(通常为髌骨与髌前上棘连线中点高度)的次数。进行 2mST 仅需要一面墙(用于贴高度标志物,亦可供体弱者扶墙进行测试),当场、天气等因素影响 6mWT 进行,或患者体质虚弱无法耐受 6mWT 时,2mST 可以作为替代方案。传统的踏步试验要求受试者踏步频率逐渐加快,主要用于检查受试者动作的协调性;2mST 则不同,受试者可以根据自身情况调整步速、甚至中途停止,休息后继续试验,但试验中不停止计时。Pedrosa 等<sup>[6]</sup>在对比研究 2mST 与 6mWT 在老年高血压患者心肺功能评定的过程中发现,二者存在正相关性( $P=0.36, P=0.04$ ),可反映患者的心肺功能。

3. 200mFWT:200mFWT 是测量受试者快速步行 200 m 所需的时间。200mFWT 对患者的体能要求高于 6mWT<sup>[7]</sup>,可用于运动耐力更高的受试者。Gremeaux 等<sup>[7]</sup>在一项针对 31 名老年人(70~85 岁)心肺功能评定的研究中显示,200mFWT 与 CPET 结果具有良好的相关性。4 年后, Gremeaux 等<sup>[8]</sup>进一步将 200mFWT 应用于进行心脏康复的 30 名冠心病患者(51.9±8.7 岁),受试者分别完成 200mFWT、6mWT 及 CPET 三项测试,研究发现 200mFWT 的完成时间与 CPET 测得的峰值功率呈负相关( $r=-0.417, P<0.05$ ),同时与 6mWT 步行距离呈负相关( $r=-0.566, P<0.01$ )。另有研究报道,200mFWT 试验结束时测得的心率与 CPET 测得的最大心率呈正相关,并得出预测公式:最大心率 =  $130 - 0.6 * \text{年龄} + 0.3 * \text{心率}_{200mFWT}$  ( $r^2=0.24$ ),通过该方程式可计算最大心率,进而制定运动训练时的靶心率,为制定心脏康复运动处方提供了另一种途径<sup>[9]</sup>。

4. 递增负荷往返步行试验(Incremental shuttle walk test, ISWT):ISWT 起源于“20 m 往返跑步试验<sup>[10]</sup>”,最初用于评估健康受试者的最大摄氧量。测试时,患者须按照声音指令的间隔调整步行速度,在两个相距 9 m 的标记物之间往返,声音指令的

间隔逐渐缩短。当受试者不能在声音指令前到达标记物,或出现难以继续测试的情况时终止测试,记录步行的总距离。Pulz 等<sup>[11]</sup>比较了 ISWT 和 6mWT 在评估心肺功能( $\text{peakVO}_2$ )上的差异,研究共纳入了 63 例心衰患者,分别进行 CPET、ISWT 和 6mWT,结果发现 ISWT 步行距离与  $\text{VO}_{2\text{peak}}$  呈正相关,可重复性好,ISWT 和 6mWT 用于预测  $\text{VO}_{2\text{peak}}$  时准确性无显著差异。

5. 其他徒手心肺功能评定方法:其他的徒手心肺评定方法主要包括:2 min 步行试验<sup>[12]</sup>(2-minute walk test, 2mWT)、12 min 步行试验<sup>[13]</sup>、5 min 步行试验<sup>[14]</sup>和 9 min 步行试验<sup>[15]</sup>等固定时间测试;短距离步行试验<sup>[16]</sup>、100 m 步行试验<sup>[17]</sup>、400 m 步行试验<sup>[18]</sup>等固定距离测试。以上徒手评定方法在评估心血管疾病患者体适能方面发挥了各自独特的作用,各种评定方法强度不尽相同,适用对象也有一定差异,例如:2mWT 比 6mWT 强度更低,适用于那些运动能力较差而不能耐受 6mWT 的患者,常用来评估近期行心脏手术者的心脏功能。然而,在各种徒手心肺功能评定方法中,6mWT 被研究得最深入、应用范围最广泛,能够最真实地反映受试者的功能状态<sup>[19]</sup>。

## 二、肌力与肌耐力的徒手评定

肌肉力量与肌肉耐力是维持人体基本功能的基础。研究表明,力量性训练可增加心血管疾病患者的肌肉质量,从而提高患者基础代谢率,控制体重,降低心血管病的发病风险,提高生存质量<sup>[20]</sup>,降低全因死亡率<sup>[21]</sup>。有效的肌力和肌耐力评定是评估患者身体状况、指导力量训练的前提。等速肌力测试是肌力和肌耐力评定的金标准,可直接测得目标肌群肌力、肌耐力、爆发力等方面素质的各种指标。徒手肌力和肌耐力评定的方法很多,常用方法主要包括:30 s 椅子站立试验(30-second Chair Stand Test, 30sCST)、30 s 手臂弯曲试验(30-second Arm Curl Test, 30sACT)、握力计测试、原地坐下站立试验(sitting-rising test, SRT)等。

1. 30sCST:传统的椅子站立试验是测试受试者完成规定次数的“由坐位转换为站立位”动作所花费的总时间,如 5 次或 10 次,可反映受试者的下肢肌力及肌肉耐力,但对于无法完成规定次数动作的受试者具有局限性<sup>[22]</sup>。30sCST 由传统的椅子站立试验改良而来,是测试受试者 30 s 内所能完成的由坐位站起的次数,适用人群更广。研究表明,30sCST 在评估下肢肌力耐力方面具有很好的可靠性与有效性<sup>[23]</sup>。值得注意的是椅子高度会对试验结果产生影响,推荐座椅高度为 43 cm,亦有学者提出应考虑受试者的小腿长度,对椅子的高度进行最优化调整,以满足试验的精确性<sup>[24]</sup>。

2. 30sACT:30sACT 是测试受试者 30 s 内优势手负重情况下完成前臂屈曲的次数,测试时男性抓握 8 磅哑铃,女性抓握 5 磅哑铃,前臂屈曲的同时保持肘部位置固定。本测试能够反映受试者上肢肌力肌耐力<sup>[25]</sup>。针对一些特殊人群,本试验方案可进行改良:若受试者因关节炎等问题不能抓住哑铃,可以用绑缚沙袋来代替;若负荷过重,以至于受试者按标准动作一次也不能完成,可减轻负荷。为保证测试的可重复性,须注意详细记录具体改良方案,重复测试时严格按照前次方案进行,使结果具有可对比性。

3. 握力测试及 SRT:握力是个体在抓握物体时产生的最大力量,是衡量上肢功能的重要指标之一,通过握力计即可测得,测试具有快速、准确、可量化等优点。研究表明,最大握力值达

到 9 kg 是满足日常生活各种活动的最低值。

SRT 是另一项评定下肢肌力的方法,它要求受试者用最少的支撑完成“立位-原地盘坐-起立”这一动作过程,对过程进行评分。总分 10 分,坐下和起立过程各 5 分,过程中尽量不用手、前臂、膝或大腿的侧面等部位支撑,每多用 1 个支撑面扣除 1 分,总分越低提示肌力越差<sup>[26]</sup>。

## 三、柔韧性的徒手评定

柔韧性也是维持人体基本功能的必需素质。心脏康复过程中辅以柔韧性训练有助于舒缓情绪、增加关节活动度和关节营养,降低运动损伤的风险。进行柔韧性训练前,需评定患者的柔韧性,以便制定个体化的训练方案,评定方法主要有座椅前伸试验、改良转体试验、抓背试验等。

1. 座椅前伸试验:进行座椅前伸试验时,使受试者坐于坐高 43 cm 的标准座椅上,优势侧腿伸直时,前臂尽力前伸,测量中指指尖与足尖的距离,中指指尖超过足尖记为正数,反之记为负数。本测试用于评估双下肢和下背部的柔韧性,可替代传统的屈体前伸试验<sup>[27]</sup>。该试验可应用于各种人群<sup>[28-29]</sup>的柔韧性评估,可重复性强,信度及效度良好,对于一些特殊人群也有其改良方案,适用范围广。

2. 抓背试验:抓背试验是评定肩关节柔韧性的徒手评定方法,测试时受试者肩后伸,双手在背部尽量沿脊柱方向相互接触或超过彼此,动作稳定维持 2 s 以上时测量双手中指指尖之间的距离。本测试与受试者日常生活中使用工具的能力密切相关,适用人群较广,但有颈肩损伤或不适的人群不宜进行该测试,如肩周炎、神经根型颈椎病等<sup>[30]</sup>。

## 四、平衡功能的徒手评定

平衡功能也是人体的基本功能之一,对其评定有助于评估受试者的平衡功能储备以及跌倒风险,是制定心脏康复平衡功能训练处方的依据。其中,平衡功能测试仪是评定平衡功能的金标准,能够精确评定多方位(前、后、左、右各方向)、立位和坐位平衡、静态和动态平衡。常用的平衡功能徒手评定方法有:起身行走试验(Timed up and go test, TUGT)及 2.4 m 起身行走试验(2.4m Timed up and go test, 2.4mTUGT)、单腿直立平衡试验、功能性前伸试验(The functional reach test, FRT)等。

1. TUGT 及 2.4mTUGT:Podsiadlo 等<sup>[31]</sup>于 1991 年首次提出“TUGT”,测试受试者从坐高 43 cm 的直背式座椅起身步行 3 m 后再返回原先位置所需的时间。研究表明,该试验在评估平衡功能及日常生活活动能力方面具有很好的有效性和可靠性,在国内外应用较广泛。2.4mTUGT 的测试方法与 TUGT 基本相同,仅将步行距离由 3 m 缩短为 2.4 m,研究证实,2.4mTUGT 同样具有一定的效度和信度<sup>[32]</sup>,测试结果与既往摔倒频数有一定的相关性,可预测老年人的跌倒风险。有研究者认为 2.4mTUGT 结果超过 8.5 s 的患者跌倒的风险较高<sup>[33]</sup>,也有报道称 12.5 s 是预测老年患者跌倒高风险的临界值<sup>[34]</sup>。然而通过该试验评估跌倒风险时,仍需充分考虑潜在混杂因素,如年龄、性别、并发症等<sup>[35]</sup>。

2. 单腿站立试验:单腿站立试验要求受试者一腿屈膝,使脚抬高地面 15 至 20 cm,双腿不能相碰,并保持双手自然下垂于身体两侧,受试者维持单腿站立姿势并计时。若受试者单腿站立时间超过 60 s,则使其在闭眼状态下重复试验<sup>[36]</sup>。

3. FRT:Duncan 等<sup>[37]</sup>于 1990 年提出“功能性前伸试验”,测

量受试者保持一个稳定的能够支撑身体的姿势时手臂尽量前伸所能达到的距离。FRT 的测量结果与平衡功能测试仪的结果高度相关( $r=0.83$ ),可用于评估老年人群的平衡功能。研究表明,前伸距离小于 25.4 cm 是预测跌倒的临界值。

### 徒手评定在心肺康复中的应用

#### 一、徒手评定对预后判断的价值

早在 1996 年就有学者认为 6mWT 可用于判断心衰患者的预后,该研究纳入 45 例心衰患者,平均年龄  $49 \pm 8$  岁,进行 6mWT 评定后随访观察,结果显示 6mWT 步行距离小于 300 m 的慢性心力衰竭患者死亡率显著增高( $P=0.04$ )<sup>[3]</sup>。2000 年 Morales 等<sup>[38]</sup>比较了 ISWT 和 6mWT 在预测心血管意外方面的差异,46 名 NYHA 分级 II-IV、EF<0.40 的心衰患者被纳入实验,分别进行 ISWT 和 6mWT,随访 17 个月后,15 例(33%)患者发生心血管意外,研究者分析 ISWT、6mWT 步行结果以及随访数据后认为,ISWT 在预测心衰患者 1 年内心血管意外发生率方面优于 6mWT,ISWT 步行距离<450 m 时,患者短期内易发生心血管意外。

近期 Leong 等<sup>[39]</sup>进行了一项大规模的前瞻性城乡流行病学调查,观察握力对预后的判断价值,该研究共纳入来自 17 个国家的近 15 万例城乡居民,年龄 35~70 岁,其中 1/4 来自中国,用握力计测试握力大小,并随访 4 年,观察指标包括全因死亡率以及心脑血管疾病的发病率。结果显示握力可预测全因死亡率和心血管风险;握力每降低 5 kg,全因死亡风险增加 16%、心脏病事件和脑卒中风险分别增加 7%和 9%。

Brito 等<sup>[26]</sup>进行了一项研究旨在探索 SRT 对中老年人预后判断的应用价值,2002 名中老年人被纳入实验,年龄 51 至 80 岁,随访时间 6.3 年,观察终点为死亡。分析结果时,将受试者按 SRT 测试结果分为 4 个等级:C1(0~3 分),C2(3.5~5.5 分),C3(6~7.5 分)和 C4(8~10 分),发现:SRT 评分低者死亡率高,SRT 结果每提高一个等级,全因死亡率下降 21%;C1 组死亡率是 C4 组的 5~6 倍;SRT 可评估肌力与肌耐力,预测全因死亡率。

#### 二、徒手评定在心血管疾病中的应用

徒手评定是老年人体适能评定的主要手段,在老年心血管疾病患者中的应用也很广泛。国内有学者探讨了运动康复对老年冠心病患者运动耐力的影响,该研究共纳入 42 例老年冠心病患者,随机分为康复组和对照组,康复组行运动治疗 3 个月。患者运动康复前后,在佩戴遥测心肺运动测试仪的情况下进行 6mWT,测定 6mWT 过程中的峰值耗氧量( $VO_{2peak}$ )、峰值心率、峰值代谢当量、每搏耗氧量和 6 min 步行距离。结果显示:康复组运动治疗 3 个月后分别与治疗前、对照组同期比较, $VO_{2peak}$ 、峰值代谢当量、每搏耗氧量和 6 min 步行距离均显著提高( $P<0.01$ ),峰值心率显著减慢( $P<0.05$ )<sup>[40]</sup>。庞明等<sup>[41]</sup>的研究将 6mWT 作为冠心病患者心脏康复效果的评价指标,发现心脏康复可提高 6mWT 步行距离、改善心绞痛等症状。6mWT 作为一种简单的心肺评定方法,已广泛应用于心脏康复的疗效评定中。

Pepin 等<sup>[30]</sup>将徒手评定用于评估老年心血管病患者(CABG、CAD、急性心梗、支架植入术、瓣膜置换术后)心脏康复前后体适能变化,结果发现 6mWT、2mWT、30sCST、30sACT、坐椅前伸试验、抓背试验、2.4mTUGT 等方法联合应用可良好的量化

评估老年患者心肺功能、肌力、肌耐力、柔韧性和平衡功能康复治疗后的改善情况。

#### 三、徒手评定在开胸手术中的应用

Busch 等<sup>[42]</sup>对 173 例冠状动脉搭桥术(coronary artery bypass graft, CABG)术后( $13.1 \pm 5.3$ )d、年龄 $\geq 75$  岁的患者进行住院期间心脏康复训练。将受试者随机分为干预组(有氧训练+抗阻训练+平衡训练)及对照组(仅有氧训练),两组均用 6mWT、TUGT 评估康复治疗( $20.4 \pm 3.2$ )d 后的心脏康复效果。结果发现干预组与对照组各评定指标均明显改善,以干预组改善更为明显,其中 6mWT 行走距离较干预前增加(干预组  $\Delta 67.3 \pm 49.0$  m、对照组  $\Delta 41.9 \pm 51.7$  m; $P=0.003$ ),TUGT 完成所需时间较干预前减少(干预组  $\Delta -2.4 \pm 2.2$  s、对照组  $\Delta -1.2 \pm 3.4$  s; $P=0.005$ ),认为 6mWT 和 TUGT 可用于评价心脏康复治疗效果。

另一项研究探索了 2mWT 在冠心病患者“CABG 术前、术后及出院后 6~8 周”三个阶段心脏康复中的应用价值。122 名患者参与研究,年龄( $63 \pm 9$ )岁。研究发现 2mWT 可敏感反映患者术后心肺功能短期下降(2mWT 步行距离由  $138 \pm 26$  m 下降至  $84 \pm 33$  m, $P<0.001$ )及康复进行后心功能的改善(2mWT 步行距离增加至  $151 \pm 31$  m, $P<0.0001$ );同时,该研究显示 NYHA 心功能分级 I 或 II 级患者在 2mWT 的行走距离上明显高于 III 或 IV 级患者( $P=0.04$ )<sup>[12]</sup>。

徒手评定在 CABG 患者中的应用还有很多,有学者分别进行了 6mWT<sup>[43-44]</sup>、ISWT<sup>[45]</sup>评估 CABG 患者心肺功能的研究,均体现了徒手评定技术在临床应用中的价值。

徒手评定亦可应用于 CABG 以外的其他开胸手术患者。本研究团队在探讨“住院期康复治疗对开胸手术后患者运动能力的影响”的研究中亦应用了徒手评定技术评价康复疗效,取得了较好的效果。该研究共纳入 42 例心脏瓣膜置换术或冠状动脉搭桥手术患者,随机分为康复组和对照组,应用 2mST、退伍军人特定活动问卷(VSAQ)等徒手评定方法评定患者康复前后的运动能力,结果显示经住院期心脏康复干预后,康复组患者出院时 2mST 次数明显高于对照组( $79.41 \pm 10.99$  次 vs  $71.25 \pm 14.21$ , $P<0.05$ ),出院 1 月后电话随访退伍军人特定活动问卷 VSAQ 估测运动能力,康复组明显高于对照组( $5.77 \pm 1.46$  METS vs  $4.75 \pm 1.34$  METS, $P<0.01$ ),发现 2mST、VSAQ 是简单实用且安全的评定方法,适用于心脏外科术后患者运动能力的评估<sup>[46]</sup>。

#### 四、徒手评定在 COPD 中的应用

徒手评定在肺康复中同样适用。Beauchamp 等<sup>[47]</sup>对 39 例中重度 COPD 患者(平均 FEV1 占预计值  $37.5\% \pm 15.6\%$ )行肺康复联合平衡训练,通过 30sCST 和 Berg 平衡量表等徒手评定方法评定肺康复疗效,发现干预组 Berg 平衡量表得分明显改善( $P<0.01$ ),30sCST 站立次数显著增加( $P=0.02$ ),认为 30sCST 和 Berg 平衡量表可作为有效的评定方法运用于 COPD 肺康复中。

近年本课题组亦将徒手评定方法应用于 COPD 康复的研究中。其中一项研究对 30 例重型 COPD 患者行“有氧联合抗阻运动”为核心的心肺康复,此研究患者被随机分为肺康复组( $n=15$ )和对照组( $n=15$ ),通过 6mWT、30sCST 和 30sACT 评估康复效果。结果显示:康复后 6mWT 步行距离明显增加( $461.50 \pm 95.802$  m vs  $518.44 \pm 84.62$  m, $P<0.01$ ),30sCST 次数明显增加

( $17.47 \pm 3.94$  次 vs  $24.53 \pm 3.98$  次,  $P < 0.01$ ), 30sACT 负重次数明显增加( $18.6 \pm 2.82$  次 vs  $26.07 \pm 3.41$  次,  $P < 0.01$ )<sup>[48]</sup>。另一项研究将 30sACT、30sCST 等徒手评定方法应用于 38 例急性期 COPD 患者的早期院内康复效果评价中, 对患者进行为期 7 d 的急性期肺康复程序后, 30sACT 次数明显增加(康复组  $19.40 \pm 1.76$  次 vs 对照组  $17.44 \pm 1.69$  次,  $P < 0.05$ ); 30sCST 次数明显增加(康复组  $16.00 \pm 2.18$  次 vs 对照组  $13.33 \pm 2.28$  次,  $P < 0.05$ ), 认为上述徒手评定方法可以评估运动能力和心肺功能的改善情况, 对于门诊重型 COPD 或住院期的急性期 COPD 患者均耐受性好, 安全、可行<sup>[49]</sup>。

### 小结

综上所述, 徒手评定在心脏康复中的应用非常广泛, 对多种心血管疾病的预后判断及心脏康复疗效的量化评价方面有一定的临床价值。徒手评定简单有效、经济安全、副作用小, 病人的耐受性和依从性较好, 在心肺功能、肌力肌耐力、柔韧性和平衡功能的评定中具有很好的有效性和可靠性, 值得临床大力推广。在实际的临床操作中应注意需规范操作, 提高准确性。单独依靠徒手评定相对欠精确, 不能完全替代器械评定的作用, 应根据具体情况选择最合适的评定方式, 充分发挥各自的优势。此外, 在大力推广徒手评定技术的同时还需要大样本的数据以制定适合国人的参考值。

### 参 考 文 献

- [1] Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, et al. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation[J]. Eur J Prevent Cardiol, 2013, 20(3): 442-467. DOI: 10.1177/2047487312460484.
- [2] Butland RJ, Pang J, Gross ER, et al. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease[J]. Br Med J (Clinical research ed.), 1982, 284(6329): 1607-1608.
- [3] Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, et al. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure[J]. Chest, 1996, 110(2): 325-332. DOI: 10.1378/chest.110.2.325.
- [4] Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, et al. The 6-min walk test - A quick measure of functional status in elderly adults. Chest, 2003, 123(2): 387-398. DOI: 10.1378/chest.123.2.387.
- [5] Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, et al. Effect of encouragement on walking test performance. Thorax, 1984, 39(11): 818-22. DOI: 10.1136/thx.39.11.818.
- [6] Pedrosa R, Holanda G. Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women[J]. Revista Brasileira de Fisioterapia, 2009, 13(3): 252-256. DOI: 10.1590/S1413-35552009005000030.
- [7] Gremeaux V, Iskandar M, Kervio G, et al. Comparative analysis of oxygen uptake in elderly subjects performing two walk tests: the six-minute walk test and the 200-m fast walk test[J]. Clin Rehabil, 2008, 22(2): 162-168. DOI: 10.1177/0269215507080125.
- [8] Gremeaux V, Hannequin A, Laroche D, et al. Reproducibility, validity and responsiveness of the 200-metre fast walk test in patients undergoing cardiac rehabilitation[J]. Clin Rehabil, 2012, 26(8): 733-740. DOI: 10.1177/0269215511427750.
- [9] Casillas J, Joussain C, Gremeaux V, et al. A study of the 200-metre fast walk test as a possible new assessment tool to predict maximal heart rate and define target heart rate for exercise training of coronary heart disease patients[J]. Clin Rehabil, 2015, 29(2): 175-183. doi: 10.1177/0269215514540922.
- [10] Leger L, Gadoury C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO2max in adults[J]. Canadian journal of sport sciences = Journal canadien des sciences du sport, 1989, 14(1): 21-26.
- [11] Pulz C, Diniz RV, Alves ANF, et al. Incremental shuttle and six-minute walking tests in the assessment of functional capacity in chronic heart failure[J]. Can J Cardiol, 2008, 24(2): 131-135.
- [12] Brooks D, Parsons J, Tran D, et al. The two-minute walk test as a measure of functional capacity in cardiac surgery patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(9): 1525-1530. DOI: 10.1016/j.apmr.2004.01.023.
- [13] Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake. Correlation between field and treadmill testing[J]. JAMA, 1968, 203(3): 201-204. DOI: 10.1001/jama.203.3.201.
- [14] Knox AJ, Morrison JF, Muers MF. Reproducibility of walking test results in chronic obstructive airways disease[J]. Thorax, 1988, 43(5): 388-392. DOI: 10.1136/thx.43.5.388.
- [15] Kaddoura S, Patel D, Parameshwar J, et al. Objective assessment of the response to treatment of severe heart failure using a 9-minute walk test on a patient-powered treadmill[J]. J Cardiac Failure, 1996, 2(2): 133-139. DOI: 10.1016/S1071-9164(96)80032-7.
- [16] Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: Redundant measures for clinical trials? [J]. Neurology, 2006, 66(4): 584-586. DOI: 10.1212/01.wnl.0000198502.88147.dd.
- [17] Cowley AJ, Stainer K, Wynne RD, et al. Symptomatic assessment of patients with heart failure: double-blind comparison of increasing doses of diuretics and captopril in moderate heart failure[J]. Lancet (London, England), 1986, 2(8510): 770-772.
- [18] Newman AB, Simonsick EM, Naydeck BL, et al. Association of long-distance corridor walk performance with mortality, cardiovascular disease, mobility limitation, and disability[J]. JAMA, 2006, 295(17): 2018-2026. DOI: 10.1001/jama.295.17.2018.
- [19] Solway S, Brooks D, Lacasse Y, et al. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain[J]. Chest, 2001, 119(1): 256-270. DOI: 10.1378/chest.119.1.256.
- [20] Wonisch M, Marko C, Niebauer J, et al. Resistance training for patients with cardiovascular diseases The AG Consensus paper Cardiac rehabilitation and secondary prevention of the Austrian cardiology Society[J]. Wiener Klinische Wochenschrift, 2012, 124(9-10): 326-333. DOI: 10.1007/s00508-012-0170-9.
- [21] Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study [J]. BMJ, 2008, 337(a4397661). DOI: 10.1136/bmj.a4397.
- [22] Giuliani CA, Gruber-Baldini AL, Park NS, et al. Physical performance characteristics of assisted living residents and risk for adverse health outcomes[J]. Gerontologist, 2008, 48(2): 203-212.
- [23] Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of

- lower body strength in community-residing older adults[J]. *Res Quart Exerc Sport*, 1999, 70(2): 113-119.
- [24] Kuo Y. The influence of chair seat height on the performance of community-dwelling older adults' 30-second chair stand test [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2013, 25 ( 3 ): 305-309. DOI: 10.1007/s40520-013-0041-x.
- [25] Wiacek M, Hagner W. The history and economic impact on the functional fitness of elderly in the South-Eastern region of Poland; A comparison with US citizens[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2008, 46(2): 221-226. DOI: 10.1016/j.archger.2007.04.002.
- [26] Brito LBB, Ricardo DR, Araujo DSMS, et al. Ability to sit and rise from the floor as a predictor of all-cause mortality [J]. *Eur J Prevent Cardiol*, 2014, 21(7): 892-898. DOI: 10.1177/2047487312471759.
- [27] Jones CJ, Rikli RE, Max J, et al. The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults [J]. *Res Quart Exerc Sport*, 1998, 69(4): 338-343.
- [28] Shephard RJ, Berridge M, Montelpare W. On the generality of the "sit and reach" test; an analysis of flexibility data for an aging population [J]. *Res Quart Exerc Sport*, 1990, 61(4): 326-330.
- [29] Muayor JM, Vaquero-Cristobal R, Alacid F, et al. Criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests as a measure of hamstring extensibility in athletes [J]. *J Strength Condit Res*, 2014, 28(2): 546-555. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31829b54fb.
- [30] Pepin V, Phillips WT, Swan PD. Functional fitness assessment of older cardiac rehabilitation patients [J]. *J Cardiopulmonary rehabilitation*, 2004, 24 ( 1 ): 34-37. DOI: 10.1097/00008483-200401000-00007.
- [31] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons [J]. *J Am Geriatr Soc*, 1991, 39(2): 142-148.
- [32] Miotto JM, Chodzko-Zajko WJ, Reich JL, et al. Reliability and validity of the Fullerton Functional Fitness Test; An independent replication study [J]. *J Aging Phys Activity*, 1999, 7(4): 339-353.
- [33] Rose DJ, Jones CJ, Lucchese N. Predicting the probability of falls in community-residing older adults using the 8-foot up-and-go: A new measure of functional mobility [J]. *J Aging Phys Activity*, 2002, 10(4): 466-475.
- [34] Alexandre TS, Meira DM, Rico NC, et al. Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly [J]. *Revista Brasileira De Fisioterapia*, 2012, 16(5): 381-388.
- [35] Beauchet O, Fantino B, Allali G, et al. Timed up and go test and risk of falls in older adults: a systematic review [J]. *J Nutrit Health & Aging*, 2011, 15(10): 933-938.
- [36] Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, et al. One-leg standing test for elderly populations [J]. *J Orthop Sci*, 2009, 14(5): 675-685. DOI: 10.1007/s00776-009-1371-6.
- [37] Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance [J]. *J Gerontol*, 1990, 45(6): M192-M197.
- [38] Morales FJ, Montemayor T, Martinez A. Shuttle versus six-minute walk test in the prediction of outcome in chronic heart failure [J]. *Int J Cardiol*, 2000, 76 ( 2-3 ): 101-105. DOI: 10.1016/S0167-5273 ( 00 ) 00393-4.
- [39] Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study [J]. *Lancet*, 2015, 386 ( 9990 ): 266-273. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)62000-6.
- [40] 朱利月, 王雁, 任爱华. 运动治疗对老年冠心病患者冠脉介入治疗后运动耐力的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2009, 31(5): 337-338. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.05.017.
- [41] 庞明, 史文, 关浩增, 等. 心脏康复序贯训练对冠心病预后影响的研究 [J]. *中国临床新医学*, 2011, 04(3): 198-201. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3806.2011.03.02.
- [42] Busch JC, Lillou D, Wittig G. Resistance and balance training improves functional capacity in very old participants attending cardiac rehabilitation after coronary bypass surgery ( vol 60, pg 2270, 2012 ) [J]. *J Am Geriatr Soc*, 2013, 61(3): 479. DOI: 10.1111/jgs.12251.
- [43] Obrebska A, Mejer A, Kozirog M. Evaluation of effects of cardiac rehabilitation in patients after coronary artery bypass grafting by six minute walk test [J]. *Polski merkuriusz lekarski ; organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*, 2014, 37(219): 144-147.
- [44] Cacciatore F, Abete P, Mazzella F, et al. Six-minute walking test but not ejection fraction predicts mortality in elderly patients undergoing cardiac rehabilitation following coronary artery bypass grafting [J]. *Eur J Prevent Cardiol*, 2012, 19 ( 6 ): 1401-1409. DOI: 10.1177/1741826711422991.
- [45] Fowler SJ, Singh SJ, Reville S. Reproducibility and validity of the incremental shuttle walking test in patients following coronary artery bypass surgery [J]. *Physiotherapy*, 2005, 91(1): 22-27. DOI: 10.1016/j.physio.2004.08.009.
- [46] 刘华. 住院期康复对心脏手术后患者运动能力和生活质量的影响 [D]. 中南大学, 2015.
- [47] Beauchamp MK, Janaudis-Ferreira T, Parreira V, et al. A Randomized controlled trial of balance training during pulmonary rehabilitation for individuals with COPD [J]. *Chest*, 2013, 144 ( 6 ): 1803-1810. DOI: 10.1378/chest.13-1093.
- [48] 刘飒. 有氧联合阻抗运动为核心的肺康复对重度 COPD 患者的治疗效果 [D]. 中南大学, 2013.
- [49] 张钰. COPD 患者急性期肺康复程序探讨及效果评价 [D]. 中南大学, 2014.

(修回日期: 2016-04-25)

(本文编辑: 凌 琛)

## 更正

因论文作者的原因,本刊 2016 年第 38 卷第 327 页第 5 期刊登的论文《早期运动干预对脑缺血缺氧幼鼠海马区突触素蛋白表达的影响》,该文中突触素蛋白表达结果图 2 处标注错误,对照组左、右侧海马条带应对调。