

·综述·

抗阻训练对烧伤患儿康复效果影响的研究进展

杨莎¹ 邱林²

¹重庆医科大学附属儿童医院外科,国家儿童健康与疾病临床医学研究中心,儿童发育疾病研究教育部重点实验室,儿科学重庆市重点实验室 400014;²重庆医科大学附属儿童医院烧伤整形外科,国家儿童健康与疾病临床医学研究中心,儿童发育疾病研究教育部重点实验室,儿科学重庆市重点实验室 400014

通信作者:邱林,Email:qiulinll8@126.com

【摘要】 处于生长发育关键时期的儿童,受烧伤的直接或间接影响,其机体功能和生活质量都会大大降低。因此烧伤后的康复运动对烧伤患儿的救治至关重要。抗阻训练是患者进行康复运动的方式之一。本文综述了抗阻训练对烧伤患儿伤后康复的影响,总结了目前相关研究的优势和不足,为以后的研究提供了参考和思路,以期提高烧伤患儿的总体预后。

【关键词】 烧伤; 儿童; 康复; 抗阻训练

基金项目: 国家临床重点专科建设项目(国卫办医函[2013]544号)

Research advances on the effect of resistance training on the rehabilitation of burned children

Yang Sha¹, Qiu Lin²

¹Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Department of Surgery, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400014, China; ²Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Department of Burns and Plastic Surgery, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400014, China

Corresponding author: Qiu Lin, Email: qiulinll8@126.com

【Abstract】 Children are at a critical period of growth and development, their body function and quality of life will be greatly reduced by the direct or indirect impact of burns. Therefore, rehabilitation therapy after burns is very important for the treatment of burned children. Resistance training is one of the rehabilitation exercises for patients. This article reviews the effects of resistance training on the rehabilitation of burned children, summarizes the advantages and disadvantages of the

current related studies, and provides references and research approach for future studies, so as to improve the overall prognosis of burned children.

【Key words】 Burns; Child; Rehabilitation; Resistance training

Fund program: National Key Clinical Specialty Construction Project (No. 2013544)

烧伤严重威胁着人们的健康。据世界卫生组织统计,每年约有 23.8 万人死于烧伤,其中儿童占比超过 1/3^[1]。随着诊疗技术的不断发展,烧伤患儿特别是大面积烧伤患儿的存活率不断提高。目前,烧伤患儿占非致命伤害总患儿人数的比例在全球居第 5 位,在国内居第 3 位^[1-5]。发生大面积烧伤后,患者机体出现一系列病理生理应激反应^[6],常导致高代谢反应严重^[7]、骨骼肌分解代谢增强^[8]、肌力减弱、心率加快、运动能耗增加和肺功能下降^[9],且可持续数年。患者须经历漫长的康复周期,遭受生理痛苦、外貌改变、运动功能障碍、经济负担等,并伴随出现恐惧、焦虑、抑郁等不良情绪,缺乏重返社会的信心,继而影响患者后续康复锻炼效果和生活质量^[10-11]。儿童处于运动和对社会认知发展的一个非常重要时期,与成人相比,上述负面影响更加严重^[12]。与健康儿童相比,烧伤患儿的有氧代谢能力、瘦体重^[13]、肌力^[13-15]、股四头肌肌力、步态参数^[15]、心肺功能均显著降低^[16-17]。但烧伤患儿出院后的持续康复运动可改善这些负面影响^[13-17]。

抗阻训练(resistance training)是患者进行康复运动的方式之一,可增强肌肉爆发力、耐力,增加肌肉横截面积,改善患儿瘦体重、骨密度、肺活量、心血管功能、炎症反应、胰岛素敏感性和心理状态,进而全面增强体质^[18]。目前世界各国健身专家,尤其是美国运动医学学会对抗阻训练越来越重视。抗阻训练已被列入美国运动医学学会 2000 年公布的健康运动范畴,且被证实可治疗和预防慢性心力衰竭、终末性肾病、

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200717-00349

本文引用格式:杨莎,邱林.抗阻训练对烧伤患儿康复效果影响的研究进展[J].中华烧伤杂志,2021,37(9):895-899. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200717-00349.

Yang S, Qiu L. Research advances on the effect of resistance training on the rehabilitation of burned children[J]. Chin J Burns, 2021, 37(9): 895-899. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200717-00349.



高血压、肌少症、糖尿病等多种疾病^[19]。然而抗阻训练在烧伤患儿中研究还未得到明确阐述。

本文综述了抗阻训练对烧伤患儿肌力、身体成分、步态参数、心肺功能和安全性等方面的康复效果,旨在为以后的相关研究提供一些参考。

1 抗阻训练的概念

抗阻训练又称阻力运动,是一种机体克服阻力以增加肌肉密度、强度及持久度的过程,属于无氧主动运动^[20-21]。其基本运动项目包括杠铃弯举、直立提拉、躬身提拉、卧推、过头推举、仰卧起坐、深蹲起、哑铃提重等。在针对烧伤患儿的抗阻训练中,这些运动项目部分或全部被采用。运动负荷量即运动强度,是抗阻训练中的关键变化量,常用某动作极限重量的百分比或最大重复次数(RM)——肌肉收缩所能克服某一负荷的最大次数来表示^[22]。1~6 RM 为高强度,8~12 RM 为中等强度,10~15 RM 为低强度。抗阻训练包含许多因素,如练习方式、练习组数与重复次数、间歇时间、动作速度等。目前普遍认为,年老体弱及烧伤患儿应该进行每周 2 d 或 3 d 的低至中等强度阻力机械或自由举重渐进式阻力训练,每天进行 1~4 组运动,每组运动包括 6~12 种连贯动作,重复 6~20 次。美国儿童烧伤中心目前均采用每周 3 d、持续 12 周的渐进性抗阻训练,并由运动专家或技术人员管理和监督^[23-25]。

2 抗阻训练对烧伤患儿康复效果的影响

研究者探究抗阻训练对烧伤患儿的影响时,一般将患儿分为抗阻训练组和标准康复组;抗阻训练组进行康复运动联合抗阻训练,标准康复组进行单纯的康复运动,干预周期一般为 12 周。

2.1 改善肌力

肌力指骨骼肌的最大随意收缩能力,是反映人体健康和体质的重要指标之一,表现为绝对肌力、肌肉爆发力和肌肉耐力等。临床上,绝对肌力采用峰值扭矩表示,肌肉爆发力通常用肌肉单位时间的做功量即运动的总功和平均功率^[26]表示,肌肉耐力常用肌肉克服某一固定负荷的最多次数(动力性运动)或最长时间(静力性运动)来表示。美国纳斯达克医院的 4 项测量优势腿伸肌峰值扭矩的研究均指出,烧伤患儿的绝对肌力小于健康儿童^[13,15,27-28],其中,文献^[27]还比较了烧伤患儿与健康患儿的肌肉耐力,结果表明前者的肌肉总功显著低于后者。

抗阻训练能增大肌力和肌肉横断面积。抗阻训练使骨骼肌出现结构和功能上的适应,表现为微观层面上骨骼肌细胞内的肌糖原、肌红蛋白增多,线粒体数量、体积增加以及宏观层面上骨骼肌中毛细血管分布密度增加等,最终导致骨骼肌的有氧代谢能力增强,收缩效率提高,运动时间延长^[29]。抗阻训练可明显改善肌力,已在许多对烧伤患儿的康复研究中得到证实^[14-15,26,28,30-36]。Suman 等^[14]研究结果表明,抗阻训练组烧伤患儿的肌肉峰值扭矩、总功、平均功率各项指标均

较标准康复组有明显改善。Cucuzzo 等^[26]将 21 例烧伤患儿随机分为抗阻训练组和标准康复组,康复干预后评估显示,抗阻训练组患儿肱二头肌、肱三头肌、前臂、股四头肌、腓绳肌的 3 RM 均较干预前增加,而标准康复组只有前臂、股四头肌、腓绳肌的 3 RM 较干预前有所增加;且抗阻训练组患儿的腓绳肌 3 RM、总功均显著高于标准康复组。Suman 等^[13]、Al-Mousawi 等^[30]以及 Porro 等^[31]关于抗阻训练联合口服普萘洛尔治疗烧伤患儿的研究均表明,较干预前,康复运动可明显改善患儿肌力。Suman 和 Herndon^[15]对停止抗阻训练 3 个月(烧伤后 12 个月)的烧伤患儿进行随访以探索其对患儿肌力改善的长期效果,结果显示,与标准康复组相比,抗阻训练组患儿的肌力在抗阻训练停止后继续改善,但改善效果不显著。Przkora 等^[28]指出训练结束时,抗阻训练组烧伤患儿肌力的峰值扭矩明显高于标准康复组。2012 年,Porro 等^[32]针对参与 2007 年文献^[28]的受试者进行了长期随访,结果显示抗阻训练对患儿肌力有长期改善作用。2014 年,Hardee 等^[33]将基线数据基本一致的烧伤患儿分为抗阻训练组与标准康复组,抗阻训练组患儿在出院后即开始抗阻训练,干预后,抗阻训练组患儿的肌力峰值扭矩值明显大于标准康复组并且抗阻训练改善肌力的效果可持续到烧伤后 12 个月。Ebid 等^[34]证实抗阻训练组和标准康复组患儿的股四头肌峰值扭矩均较干预前显著升高,但前者升高的绝对值更大。Ebid 等^[35]的另一项研究显示,标准康复组和抗阻训练联合口服维生素 D 治疗组(后简称抗阻联合维 D 组)患儿股四头肌峰值扭矩较干预前分别提高了 12% 和 36%;与标准康复组相比,抗阻联合维 D 组患儿的爆发力(在接触垫上进行反向运动跳跃^[36],以测量拉伸-缩短周期后下肢肌肉的爆发力)也得到了明显改善。Wurzer 等^[37]统计了 1997—2015 年在美国纳斯达克儿童医院进行的抗阻训练相关研究中的所有烧伤患儿的肌力情况:1997 年,患儿被随机分为抗阻训练组和标准康复组,进行为期 12 周的康复运动;2009 年,停止随机分组,所有患儿均自愿参加或不参加抗阻训练,大多数患儿进行对应康复运动的持续时间为 12 周,结果表明,抗阻训练组患儿肌力较标准康复组明显提升,并且持续到出院后 24 个月。以上研究均表明抗阻训练具有很好的改善烧伤患儿肌力的作用。

2.2 对身体成分的影响

身体成分包含脂肪和非脂肪(瘦体重)2 种,后者又由身体细胞重量、细胞外水分和去脂的固体部分组成。正常情况下,两者比值相对恒定,其分布与变化与人的体质状况和健康水平紧密相关,能科学地反映身体营养状况、肌肉功能。目前,多采用 CT 扫描、双能 X 线吸收测定法或核磁共振成像等技术测量瘦体重分布特征。4 项采用双能 X 线吸收测定法测量身体瘦体重、瘦腿质量、瘦臂质量和瘦躯干质量标的研究,均指出烧伤患儿(烧伤总面积 $\geq 40\%$ TBSA)以上 4 个指标的对应值均低于健康儿童^[13,15,27-28]。其中文献^[27]研究结果显示,烧伤患儿的瘦体重为 20.3%,瘦腿质量为 22.2%,均显著低于健康儿童。Suman 等^[13-14]、Al-Mousawi 等^[30]和 Porro 等^[32]的研究指出经过抗阻训练,烧伤患儿瘦体重明显增加,

其中文献[30]通过计算患儿瘦体重指数,指出抗阻训练可改善该值。Suman 和 Herndon^[15]研究了 12 周抗阻训练停止后的长期效果,结果表明烧伤患儿的瘦体重会得到继续改善。Przkora 等^[28]研究显示,抗阻训练组患儿的瘦体重高于标准康复组,且持续到伤后 6 个月,推测其原因可能是抗阻训练阻止了骨骼肌的分解代谢。Porro 等^[31]对 2007 年参与文献[28]研究的烧伤患儿进行了长期随访,结果表明抗阻训练组烧伤患儿瘦体重的百分比变化在伤后 2~5 年均大于标准康复组。Hardee 等^[33]和 Ebid 等^[35]研究结果指出抗阻训练组、抗阻联合维 D 组烧伤患儿瘦腿质量、瘦臂质量百分比变化均明显大于标准康复组。Wurzer 等^[37]指出,抗阻训练组烧伤患儿的体重指数和瘦体重指数在出院至伤后 12 个月均明显高于标准康复组;Wurzer 等^[37]认为,在患儿烧伤后的康复过程中,给予密切指导和营养支持,配合医院提供的抗阻训练,能够改善患儿的身体成分。综上,抗阻训练可抵消或部分抵消由烧伤引起的分解代谢异常的不良后果,从而影响身体成分,改善身体瘦体重。

2.3 改善步态参数

步态分析是利用相关仪器测量身体最舒适跨步长、步幅长、步速、步频等参数的检查方法,可通过生物力学和运动力学手段,对人体行走功能状态进行客观的定性或定量分析,从而评估肢体功能、指导康复方案。具体操作方法为烧伤患儿在压力感应垫上以其最舒适步速连续行走 3 次,然后通过与感应垫相连的 GAITrite USB 步态分析系统计算机软件(美国 PA 公司)计算步态参数,反映患儿每天活动时实际步行功能。Cucuzzo 等^[26]的研究指出,抗阻训练组烧伤患儿的步行距离较干预前提高了 47.3%,显著高于标准康复组提高的 14.1%。Ebid 等^[34-35]的 2 项研究显示,干预前,所有烧伤患儿的跨步长、步幅长、步速和步频均显著低于健康儿童;经 12 周的抗阻训练,烧伤患儿上述各参数变化差值均显著高于健康儿童。综上,抗阻训练有利于烧伤患儿步态参数改善。

2.4 提高心肺功能

身体心肺功能是耐力运动的基础,运动强度、时间与频率共同决定了心肺功能对运动的适应性变化。心脏形态学和功能学研究指出,抗阻训练对机体的影响是一种生理学效应。适当的渐进性抗阻训练可提升心血管系统机能^[38]、提高循环反应、降低血压^[39]。目前普遍认为有氧耐力训练可增强身体心肺功能,但抗阻训练对肺功能的改善效果仍存在争议。心肺功能可通过跑步机进行测试,以耗氧量峰值表示。有研究者认为严重烧伤患儿总是伴肺功能下降,并持续多年^[40-42]。有研究指出抗阻训练组烧伤患儿的耗氧量峰值较训练前增加了 20%,且明显高于标准康复组增加的百分率^[13-14,28,42]。另一项采用 6 min 步行测试心肺功能的研究结果^[26]与前述结果一致。Wurzer 等^[37]的研究表明,在烧伤后 12、24 个月,抗阻训练组烧伤患儿的耗氧量峰值均较标准康复组显著升高;但 2 组患儿在测定耗氧量峰值期间的心率相似;抗阻训练期间,抗阻训练组患儿静息心率显著降低,标准康复组未见明显变化。以上研究均提示抗阻训练可改善心

肺功能,但仍需要更多大样本、设计严密的随机对照试验进行验证。

2.5 抗阻训练的安全性

烧伤患儿在抗阻训练过程中是否发生损伤或者训练后是否导致其健康状况下降,是抗阻训练安全性评价的重要内容。一项研究中观察到,烧伤患儿经抗阻训练后,其瘦体重较训练前有所下降^[27],但目前抗阻训练安全性的研究较少。根据对健康人群行抗阻训练的经验,主要的安全性问题来自较高训练强度导致的运动性损伤。而烧伤患儿进行抗阻训练的运动强度较低,故相对安全。但由于烧伤患儿的基础情况较差,对训练的耐受性也较低,因此对烧伤患儿行抗阻训练的安全性还有待进一步研究。

3 抗阻训练的不足及展望

目前纳入抗阻训练的烧伤患儿的烧伤总面积都是 $\geq 40\%$ TBSA 的^[43-44]。与小面积烧伤患儿相比,大面积烧伤患儿的生理代谢更加紊乱且持续时间更长^[45-46]。因此,虽然上述大量研究结果表明抗阻训练对烧伤患儿的肌力、身体成分、心肺功能等指标有积极的改善作用,但这一结论无法推广到小面积烧伤患儿上。

大多数抗阻训练研究都由同一个儿童烧伤中心(美国纳斯儿童医院)完成,其应用的抗阻训练模式基本一致,但实际上抗阻力训练模式多种多样,应考虑到烧伤患儿烧伤部位的差异,找出最适合的抗阻训练模式,或者进行个体化定制,以求达到最好的康复效果,同时也需更多其他烧伤中心的高质量随机对照试验来证实抗阻训练的效果。例如,多数随机对照试验显示抗阻训练可明显增加患儿身体瘦体重,但最近一项荟萃分析指出,抗阻训练虽有助于增强烧伤患儿腓绳肌和膝关节伸肌肌力,但对患儿瘦体重的改善却不显著^[47]。此外,大多抗阻训练均在医院等专业场所由专业医师指导进行,但由于医疗费用高昂等原因,大多数烧伤患儿及其家庭难以维持这样的训练条件,因此推广基于家庭场所的抗阻训练模式将更有意义。

基于目前的研究证据得出,在患儿烧伤后 6 个月开始为期 12 周的抗阻训练可明显提高患儿肌力、肌肉耐力、瘦体重和心肺功能,有研究者认为后期患儿每日自主进行适度的抗阻训练是维持前期抗阻训练获得的肌力改善的有效方式^[48]。有少数研究表明,抗阻训练一旦停止,改善效果往往会迅速消失^[49-50],因此本研究团队认为维持抗阻训练也许是未来探究的方向。

烧伤患儿进行抗阻训练,除了可改善肌力和肺功能等治疗结局,还有利于促进骨骼生长、预防肥胖和心血管疾病,进而促进患儿心理健康。但目前鲜见有关抗阻训练对烧伤患儿心理健康影响的随机对照试验,且少数相关研究也基本属于短期研究,缺乏患儿社会心理活动的长期研究数据。

未来的研究可多关注以下方面:(1)不仅关注大面积烧伤患儿,也应兼顾小面积烧伤患儿。(2)研究过程中要注意排除有氧运动等其他因素的影响,以明确抗阻训练本身的作用。

用。(3)探究最适合烧伤患儿的抗阻训练模式,且对不同部位,特别是关节等特殊部位的烧伤应单独制订抗阻训练计划,或探究个性化定制训练的效益,甚至考虑家庭式抗阻训练模式,以期更多患儿的康复提供有利条件。(4)探究抗阻训练计划完成后如何维持抗阻训练的效果,关注患儿长期随访情况。目前研究中训练计划开始的时间大多是烧伤后6个月,这是否是干预起始的最佳时间还有待研究。(5)人们日益关注的心理健康问题在目前的研究中也关注甚少,心理问题在烧伤患儿中普遍存在,未来研究中应该探究抗阻训练对烧伤患儿社会心理健康的影响。

总之,本研究团队希望通过更多有关抗阻训练应用于烧伤患儿的大样本、高质量随机对照研究和明确循证医学证据,制订更好的康复运动计划,以给予烧伤患儿最好的康复治疗。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Barcellos LG, Silva APPD, Piva JP, et al. Characteristics and outcome of burned children admitted to a pediatric intensive care unit[J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2018, 30(3):333-337. DOI: 10.5935/0103-507x.20180045.
- [2] 黄春燕,李晓华,张慧利,等.1907例小儿烧伤情况分析[J]. *中国病案*, 2017, 18(5):94-97.
- [3] 崔璨璨,王培席,李华强.中国小儿烧伤流行病学特征研究进展[J]. *中西医结合护理(中英文)*, 2019, 5(5): 203-205. DOI: 10.11997/nitcwm.201905060.
- [4] 金叶,叶鹏鹏,邓晓,等.中国1990年与2013年烧烫伤疾病负担分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2017, 38(6):767-771. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.06.016.
- [5] Duan LL, Ye PP, Haagsma JA, et al. The burden of injury in China, 1990-2017: findings from the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Lancet Public Health*, 2019, 4(9):e449-e461. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30125-2.
- [6] Porter C, Tompkins RG, Finnerty CC, et al. The metabolic stress response to burn trauma: current understanding and therapies[J]. *Lancet*, 2016, 388(10052):1417-1426. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31469-6.
- [7] 房贺,徐龙,朱峰.持续炎症-免疫抑制-分解代谢综合征在危重烧伤中的研究进展[J]. *中华烧伤杂志*, 2019, 35(7):548-551. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.07.015.
- [8] Klein GL. Burn injury and restoration of muscle function[J]. *Bone*, 2020, 132:115194. DOI: 10.1016/j.bone.2019.115194.
- [9] Rontoyanni VG, Malagaris I, Herndon DN, et al. Skeletal muscle mitochondrial function is determined by burn severity, sex, and sepsis, and is associated with glucose metabolism and functional capacity in burned children[J]. *Shock*, 2018, 50(2): 141-148. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001074.
- [10] 丁红梅,吴文华,姜春庭,等.烧伤患者出院后社会参与水平现状及影响因素分析[J]. *护理实践与研究*, 2020, 17(6):20-22. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9676.2020.06.007.
- [11] 李蓉,宋志芳.心理弹性的心理支持方案用于面部深度烧伤美容患者的临床研究[J]. *中国健康心理学杂志*, 2018, 26(9): 1337-1340. DOI: 10.13342/j.cnki.cjhp.2018.09.016.
- [12] Houwen S, Kamphorst E, van der Veer G, et al. Identifying patterns of motor performance, executive functioning, and verbal ability in preschool children: a latent profile analysis[J]. *Res Dev Disabil*, 2019, 84:3-15. DOI: 10.1016/j.ridd.2018.04.002.
- [13] Suman OE, Thomas SJ, Wilkins JP, et al. Effect of exogenous growth hormone and exercise on lean mass and muscle function in children with burns[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2003, 94(6): 2273-2281. DOI: 10.1152/jappphysiol.00849.2002.
- [14] Suman OE, Spies RJ, Celis MM, et al. Effects of a 12-wk resistance exercise program on skeletal muscle strength in children with burn injuries[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2001, 91(3): 1168-1175. DOI: 10.1152/jappl.2001.91.3.1168.
- [15] Suman OE, Herndon DN. Effects of cessation of a structured and supervised exercise conditioning program on lean mass and muscle strength in severely burned children[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007, 88(12 Suppl 2):S24-29. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.09.002.
- [16] Rivas E, Tran J, Gutierrez IL, et al. Rehabilitation exercise increases physical activity levels in severely burned children while improving aerobic exercise capacity and strength[J]. *J Burn Care Res*, 2018, 39(6):881-886. DOI: 10.1093/jbcr/irx045.
- [17] Cambiaso-Daniel J, Parry I, Rivas E, et al. Strength and cardiorespiratory exercise rehabilitation for severely burned patients during intensive care units: a survey of practice[J]. *J Burn Care Res*, 2018, 39(6):897-901. DOI: 10.1093/jbcr/iry002.
- [18] Prieske O, Dalager T, Herz M, et al. Effects of physical exercise training in the workplace on physical fitness: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sports Med*, 2019, 49(12): 1903-1921. DOI: 10.1007/s40279-019-01179-6.
- [19] Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, et al. Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association[J]. *J Strength Cond Res*, 2019, 33(8): 2019-2052. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003230.
- [20] Grgic J, Schoenfeld BJ, Davies TB, et al. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sports Med*, 2018, 48(5): 1207-1220. DOI: 10.1007/s40279-018-0872-x.
- [21] Wackerhage H, Schoenfeld BJ, Hamilton DL, et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2019, 126(1):30-43. DOI: 10.1152/jappphysiol.00685.2018.
- [22] Freitas E, Miller RM, Heishman AD, et al. Acute physiological responses to resistance exercise with continuous versus intermittent blood flow restriction: a randomized controlled trial[J]. *Front Physiol*, 2020, 11:132. DOI: 10.3389/fphys.2020.00132.
- [23] Dib MM, Tomeleri CM, Nunes JP, et al. Effects of three resistance exercise orders on muscular function and body composition in older women[J]. *Int J Sports Med*, 2020, 41(14): 1024-1031. DOI: 10.1055/a-1192-5205.
- [24] Ambuehl M, van Hedel H, Labruyère R. Pediatric rehabilitation therapies differ in intensity: a pilot study to highlight the implications for dose-response relationships[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2020, 99(3):224-232. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001323.
- [25] Ash GI, Stults-Kolehmainen M, Busa MA, et al. Establishing a global standard for wearable devices in sport and fitness: perspectives from the New England Chapter of the American College of Sports Medicine Members[J]. *Curr Sports Med Rep*, 2020, 19(2):45-49. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000680.
- [26] Cucuzzo NA, Ferrando A, Herndon DN. The effects of exercise programming vs traditional outpatient therapy in the rehabilitation of severely burned children[J]. *J Burn Care Rehabil*, 2001, 22(3): 214-220. DOI: 10.1097/00004630-200105000-00006.
- [27] Alloju SM, Herndon DN, McEntire SJ, et al. Assessment of muscle function in severely burned children[J]. *Burns*, 2008, 34(4):

- 452-459. DOI:10.1016/j.burns.2007.10.006.
- [28] Przkora R, Herndon DN, Suman OE. The effects of oxandrolone and exercise on muscle mass and function in children with severe burns[J]. *Pediatrics*, 2007, 119(1):e109-e116. DOI:10.1542/peds.2006-1548.
- [29] Zuccarelli L, do Nascimento Salvador PC, Del Torto A, et al. Skeletal muscle Vo(2) kinetics by the NIRS repeated occlusions method during the recovery from cycle ergometer exercise[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2020, 128(3): 534-544. DOI: 10.1152/jappphysiol.00580.2019.
- [30] Al-Mousawi AM, Williams FN, Mlcak RP, et al. Effects of exercise training on resting energy expenditure and lean mass during pediatric burn rehabilitation[J]. *J Burn Care Res*, 2010, 31(3): 400-408. DOI:10.1097/BCR.0b013e3181db5317.
- [31] Porro LJ, Al-Mousawi AM, Williams F, et al. Effects of propranolol and exercise training in children with severe burns[J]. *J Pediatr*, 2013, 162(4):799-803.e1. DOI:10.1016/j.jpeds.2012.09.015.
- [32] Porro LJ, Herndon DN, Rodriguez NA, et al. Five-year outcomes after oxandrolone administration in severely burned children: a randomized clinical trial of safety and efficacy[J]. *J Am Coll Surg*, 2012, 214(4): 489-502; discussion 502-504. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2011.12.038.
- [33] Hardee JP, Porter C, Sidossis LS, et al. Early rehabilitative exercise training in the recovery from pediatric burn[J]. *Med Sci Sports Exerc*. 2014, 46(9):1710-1716. DOI:10.1249/MSS.0000000000000296.
- [34] Ebid AA, El-Shamy SM, Draz AH. Effect of isokinetic training on muscle strength, size and gait after healed pediatric burn: a randomized controlled study[J]. *Burns*, 2014, 40(1): 97-105. DOI: 10.1016/j.burns.2013.05.022.
- [35] Ebid AA, El-Shamy SM, Amer MA. Effect of vitamin D supplementation and isokinetic training on muscle strength, explosive strength, lean body mass and gait in severely burned children: a randomized controlled trial[J]. *Burns*, 2017, 43(2): 357-365. DOI: 10.1016/j.burns.2016.08.018.
- [36] Markovic G, Dizdar D, Jukic I, et al. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests[J]. *J Strength Cond Res*, 2004, 18(3): 551-555. DOI: 10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2.
- [37] Wurzer P, Voigt CD, Clayton RP, et al. Long-term effects of physical exercise during rehabilitation in patients with severe burns[J]. *Surgery*, 2016, 160(3):781-788. DOI:10.1016/j.surg.2016.04.028.
- [38] Pozuelo-Carrascosa DP, Cavero-Redondo I, Fernández Rodríguez R, et al. Exercise versus fixed-dose combination therapy for cardiovascular risk factors control and atherosclerotic disease prevention: a network meta-analysis protocol[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(7):e036734. DOI:10.1136/bmjopen-2019-036734.
- [39] Costa EC, Borek K, Scott Kehler D, et al. Immediate post-exercise blood pressure and arterial compliance in middle-aged and older normotensive females: a cross-sectional study[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):9205. DOI:10.1038/s41598-020-66104-8.
- [40] Zhang X, Xu D. Effects of exercise rehabilitation training on patients with pulmonary hypertension[J]. *Pulm Circ*, 2020, 10(3): 2045894020937129. DOI:10.1177/2045894020937129.
- [41] Kjeldsen T, Reimer LU, Drejer SM, et al. Is progressive resistance training feasible in patients with symptomatic external snapping hip? [J]. *Physiother Theory Pract*, 2020: 1-13. DOI: 10.1080/09593985.2020.1790070.
- [42] Suman OE, Mlcak RP, Herndon DN. Effect of exercise training on pulmonary function in children with thermal injury[J]. *J Burn Care Rehabil*, 2002, 23(4):288-293; discussion 287. DOI:10.1097/00004630-200207000-00013.
- [43] Elrod J, Schiestl CM, Mohr C, et al. Incidence, severity and pattern of burns in children and adolescents: an epidemiological study among immigrant and Swiss patients in Switzerland[J]. *Burns*, 2019, 45(5):1231-1241. DOI:10.1016/j.burns.2019.02.009.
- [44] Smolle C, Cambiaso-Daniel J, Forbes AA, et al. Recent trends in burn epidemiology worldwide: a systematic review[J]. *Burns*, 2017, 43(2):249-257. DOI:10.1016/j.burns.2016.08.013.
- [45] Stanojcic M, Abdullahi A, Rehou S, et al. Pathophysiological response to burn injury in adults[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(3): 576-584. DOI:10.1097/SLA.0000000000002097.
- [46] Moreira E, Burghi G, Manzanares W. Update on metabolism and nutrition therapy in critically ill burn patients[J]. *Med Intensiva (Engl Ed)*, 2018, 42(5):306-316. DOI:10.1016/j.medint.2017.07.007.
- [47] 陈琛, 陈婧婧, 刘晴, 等. 抗阻力训练应用于烧伤患者肢体康复锻炼效果的 Meta 分析[J]. *现代临床护理*, 2020, 19(4):39-44. DOI:10.3969/j.issn.1671-8283.2020.04.007.
- [48] Grgic J, Lazinica B, Garofolini A, et al. The effects of time of day-specific resistance training on adaptations in skeletal muscle hypertrophy and muscle strength: a systematic review and meta-analysis[J]. *Chronobiol Int*, 2019, 36(4):449-460. DOI: 10.1080/07420528.2019.1567524.
- [49] Zwolski C, Quatman-Yates C, Paterno MV. Resistance training in youth: laying the foundation for injury prevention and physical literacy[J]. *Sports Health*, 2017, 9(5): 436-443. DOI: 10.1177/1941738117704153.
- [50] Disseldorp LM, Mouton LJ, Van der Woude L, et al. Anthropometry, muscular strength and aerobic capacity up to 5 years after pediatric burns[J]. *Burns*, 2015, 41(8): 1839-1846. DOI: 10.1016/j.burns.2015.08.025.

(收稿日期:2020-07-17)

· 更正 ·

关于《浅谈小儿深Ⅱ度烧伤创面的处理》一文的更正

《中华烧伤杂志》2021 年 8 期刊登的《浅谈小儿深Ⅱ度烧伤创面的处理》一文“3 负压创面治疗在小儿深Ⅱ度烧伤创面中的应用”部分中 2 岁以内患儿负压值应为 -75~-25 mmHg, 特此更正。

本刊编辑委员会