

基于 CT 检查小肠三维数字化模型构建及其在减重手术前预测小肠长度的应用价值

张帆¹ 吴毅² 胡昕² 谭德文¹ 李光焰¹ 高羽¹ 刘正勇¹ 蒋季³ 孙芳⁴ 周训美⁴
刘丽娟⁵ 童卫东¹ 李凡¹

¹陆军军医大学大坪医院普通外科,重庆 400042; ²陆军军医大学生物医学工程与影像医学系数字医学教研室,重庆 400038; ³陆军军医大学大坪医院麻醉科,重庆 400042; ⁴陆军军医大学大坪医院高血压与内分泌科,重庆 400042; ⁵陆军军医大学大坪医院临床营养科,重庆 400042

通信作者:李凡,Email:levinecq@163.com

【摘要】 目的 构建基于 X 线计算机体层摄影术(CT)检查的小肠三维数字化模型,探讨其在减重手术前预测小肠长度的应用价值。**方法** 采用回顾性描述性研究方法。收集 2018 年 12 月至 2019 年 1 月陆军军医大学大坪医院收治的 3 例肥胖症患者的临床资料;男 2 例,女 1 例;中位年龄为 25 岁,年龄范围为 24~44 岁。患者术前均行腹部增强 CT 检查并构建小肠三维数字化模型。3 例肥胖症患者中,2 例行袖状胃切除术,1 例行 Roux-en-Y 胃旁路术,根据手术时间将 3 例患者编号为 1、2、3 号。观察指标:(1)小肠三维数字化模型构建及术前预测小肠长度。(2)术中测量小肠长度及术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差。计数资料以绝对数或百分比表示。**结果** (1)小肠三维数字化模型构建及术前预测小肠长度:3 例患者均完成术前小肠三维数字化模型构建。3 例患者术前小肠三维数字化模型数据[小肠体积、10 个(1~10)横截面面积、平均横截面面积及术前预测小肠长度]分别为 1 号患者:1 312 985 mm³, (174、154、143、172、345、213、357、173、382、154 mm²), 227 mm², 578 cm; 2 号患者:1 817 224 mm³, (274、196、487、413、520、254、231、170、212、168 mm²), 293 mm², 620 cm; 3 号患者:2 183 019 mm³, (320、408、281、222、194、219、188、419、326、235 mm²), 281 mm², 777 cm。(2)术中测量小肠长度及术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差:3 例患者术中测量小肠长度分别为 1 号患者:570 cm; 2 号患者:600 cm; 3 号患者:780 cm。3 例患者术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差分别为 1.40%、3.33%、0.38%。**结论** 小肠三维数字化模型可预测减重手术前小肠长度。

【关键词】 肥胖症; 减重手术; 小肠长度; 减重代谢外科; 三维数字化模型

基金项目:国家临床重点专科军队建设项目;重庆市技术创新与应用示范项目(cstc2018jscx-mszdX0019)

DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20200223-00109

Construction and application value of CT-based three-dimensional digital model of small bowel for predication of small bowel length before bariatric surgery

Zhang Fan¹, Wu Yi², Hu Xin², Tan Dewen¹, Li Guangyan¹, Gao Yu¹, Liu Zhengyong¹, Jiang Ji³, Sun Fang⁴, Zhou Xunmei⁴, Liu Lijuan⁵, Tong Weidong¹, Li Fan¹

¹Department of General Surgery, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China; ²Institute of Digital Medicine, Biomedical Engineering College, Army Medical University, Chongqing 400038, China; ³Department of Anesthesiology, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China; ⁴Department of Hypertension and Endocrinology, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China; ⁵Department of Clinical Nutrition, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China
Corresponding author: Li Fan, Email: levinecq@163.com

【Abstract】 Objective To construct a computed tomography (CT)-based three-dimensional digital model of small bowel, and investigate its application value for predication of small bowel length before bariatric surgery.
Methods The retrospective and descriptive study was conducted. The clinical data of 3 patients with obesity who

were admitted to the Daping Hospital of Army Medical University from December 2018 to January 2019 were collected. There were 2 males and 1 female, aged from 24 to 44 years, with a median age of 25 years. Patients underwent abdominal enhanced CT examination before operation, and the three-dimensional digital models of small bowel for each patient were constructed respectively. Of the 3 patients, 2 underwent sleeve gastrectomy and 1 underwent Roux-en-Y gastric bypass. The 3 patients were numbered as No.1, No.2, and No.3 according to the operation time. Observation indicators: (1) construction of three-dimensional digital model of small bowel and preoperative prediction of small bowel length; (2) intraoperative measurement of small bowel length and the relative error between preoperative prediction of small bowel length and intraoperative measurement of small bowel length. Count data were represented as absolute numbers or percentages. **Results** (1) Construction of three-dimensional digital model of small bowel and preoperative prediction of small bowel length: the three-dimensional digital models of small bowel for each patient were constructed respectively before operation. The volume of small bowel, area of each cross-section for the 10 cross-sections of small bowel, average area of cross-section of small bowel, preoperative prediction of small bowel length in the three-dimensional digital model of small bowel of No.1 patient were 1 312 985 mm³, 174 mm², 154 mm², 143 mm², 172 mm², 345 mm², 213 mm², 357 mm², 173 mm², 382 mm², 154 mm², 227 mm², 578 cm. The above indicators of No.2 patient were 1 817 224 mm³, 274 mm², 196 mm², 487 mm², 413 mm², 520 mm², 254 mm², 231 mm², 170 mm², 212 mm², 168 mm², 293 mm², 620 cm. The above indicators of No.3 patient were 2 183 019 mm³, 320 mm², 408 mm², 281 mm², 222 mm², 194 mm², 219 mm², 188 mm², 419 mm², 326 mm², 235 mm², 281 mm², 777 cm. (2) Intraoperative measurement of small bowel length and the relative error between preoperative prediction of small bowel length and intraoperative measurement of small bowel length: the length of small bowel measured intraoperatively for No.1, No.2, and No.3 patients were 570 cm, 600 cm, and 780 cm, respectively. The relative error between preoperative prediction of small bowel length and intraoperative measurement of small bowel length of No.1, No.2, and No.3 patients were 1.40%、3.33%、0.38%, respectively. **Conclusion** Three-dimensional digital model of the small bowel can predict the small bowel length before bariatric surgery.

[Key words] Obesity; Bariatric surgery; Small bowel length; Bariatric metabolism surgery; Three-dimensional digital model

Fund programs: National Key Clinical Specialty Military Construction Project; Chongqing Technological Innovation and Application Demonstration Project (cstc2018jscx-mszdX0019)

DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20200223-00109

肥胖症与 2 型糖尿病、冠心病、高血压病、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征等疾病的发生密切相关,患者病死率不断升高^[1-5]。多数肥胖症患者由于对运动、饮食控制及药物治疗的依从性较差,导致体质量降低效果不理想。减重手术可有效降低肥胖症患者体质量,改善代谢状况^[6-10]。减重手术种类繁多,其中 Roux-en-Y 胃旁路术(Roux-en-Y gastric bypass, RYGB)不仅能够达到持久和稳定的体质量降低效果,同时还能有效改善肥胖症相关并发症^[11-13]。20 世纪 60 年代 Mason 和 Ito 建立 RYGB 以来,术中小肠绕道的最佳长度尚未形成共识^[14-16]。基于全部小肠长度(total small bowel length, TSBL)按比例绕道是减重代谢外科精准手术的发展方向。目前,已有外科医师在减重手术中对 TSBL 进行测量,但由于测量方法可操作性较差,且增加手术时间与麻醉风险等原因导致无法在临床上常规开展^[17]。本研究回顾性分析 2018 年 12 月至 2019 年 1 月陆军军医大学大坪医院普通外科收治的 3 例肥胖症患者的临床资料,构建基于 CT 检查的小肠三维数字化模型,探讨其在减重手术前预测小肠长度的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用回顾性描述性研究方法。收集 3 例肥胖症患者的临床资料;男 2 例,女 1 例;中位年龄为 25 岁,年龄范围为 24~44 岁;3 例患者身高、腹围、体质量、BMI 分别为 158 cm、98 cm、95 kg、38 kg/m², 181 cm、140 cm、145 kg、44 kg/m², 174 cm、116 cm、113 kg、38 kg/m²。3 例患者中,2 例行袖状胃切除术,1 例行 RYGB,根据手术时间将 3 例患者编号为 1、2、3 号。本研究符合《赫尔辛基宣言》的要求。患者及家属均签署知情同意书。

1.2 纳入标准和排除标准

纳入标准:(1) BMI ≥ 25.0 kg/m² 的 2 型糖尿病或 BMI ≥ 32.5 kg/m² 的单纯肥胖症。(2) 年龄为 16~65 岁。(3) 男性腹围 ≥ 90 cm, 女性腹围 ≥ 85 cm。(4) 影像学检查提示腹型肥胖。

排除标准:(1) 1 型糖尿病。(2) 2 型糖尿病患者胰岛 β 细胞衰竭。(3) BMI < 25.0 kg/m²。(4) 合并严重心、肝、肾功能不全,不能耐受手术。(5) 年龄 > 65 岁。(6) 克罗恩病。(7) 有肠道粘连、腹膜炎

及肠道(小肠、结肠或直肠)切除手术史。

1.3 研究方法

1.3.1 CT 检查:患者术前均行腹部增强 CT 检查。

1.3.2 图像分割、三维数字化模型重建与处理:将患者腹部增强 CT 检查结果的连续断面图像导入 Amira 软件(5.2.2 版本、澳大利亚 Visage Imaging 公司)。应用分割工具逐层对整个小肠进行半自动分割,分割结构包括十二指肠、空肠、回肠;对分割结构行多边形面绘制三维重建,获得小肠三维数字化模型,并对模型进行平滑和简化处理。见图 1。

1.3.3 术前小肠长度预测:应用 Amira 软件在小肠三维数字化模型中测量小肠体积。应用 Amira 软件对小肠三维数字化模型进行任意 10 个横截面的选取、暴露、截取与编辑(图 2);应用测量工具获得 10 个横截面面积。计算平均横截面面积和术前小肠长度。

1.3.4 术中测量小肠长度:术中在体外从肠钳尖端用尺子量取 10 cm 距离,并做标记。助手将做好标记的肠钳通过戳卡进入腹腔内,由主刀医师采用 2 只肠钳,夹起肠管,用肠钳逐段测量屈氏韧带至回盲部,获得术中小肠长度。

1.4 观察指标和评价标准

观察指标:(1)小肠三维数字化模型构建及术前预测小肠长度包括小肠三维数字化模型构建情况,小肠体积、10 个横截面面积、平均横截面面积及术前预测小肠长度。(2)术中测量小肠长度及术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差。

评价标准:(1)2 型糖尿病及单纯肥胖症患者依据《中国肥胖及 2 型糖尿病外科治疗指南(2019 版)》评价。(2)小肠平均横截面面积=(小肠横截

面面积 $1+2+3+4+5+6+7+8+9+10$)/10。(3)术前预测小肠长度=小肠体积/小肠平均横截面面积。(4)术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差%=[(术前预测小肠长度-术中测量小肠长度)/术中测量小肠长度]×100%^[18]。

1.5 统计学分析

应用 SPSS 20.0 统计软件进行分析。计数资料以绝对数或百分比表示。

2 结果

2.1 小肠三维数字化模型构建及术前预测小肠长度

3 例患者均完成术前小肠三维数字化模型构建。3 例患者术前小肠三维数字化模型数据[小肠体积、10 个(1~10)横截面面积、平均横截面面积及术前预测小肠长度]见表 1。

2.2 术中测量小肠长度及术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差

3 例患者术中测量小肠长度分别为 1 号患者:570 cm;2 号患者:600 cm;3 号患者:780 cm。3 例患者术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的相对误差分别为 1.40%、3.33%、0.38%。

3 讨论

3.1 RYGB 术中胆胰支、食物支、共同支的最佳长度

尽管 RYGB 已广泛应用于临床并获得满意疗效,但目前关于 TSBL 以及 RYGB 术中需要考虑的 3 段肠支即胆胰支、食物支、共同支的最佳长度尚未形成共识。美国一项针对 215 位减重代谢外科医师

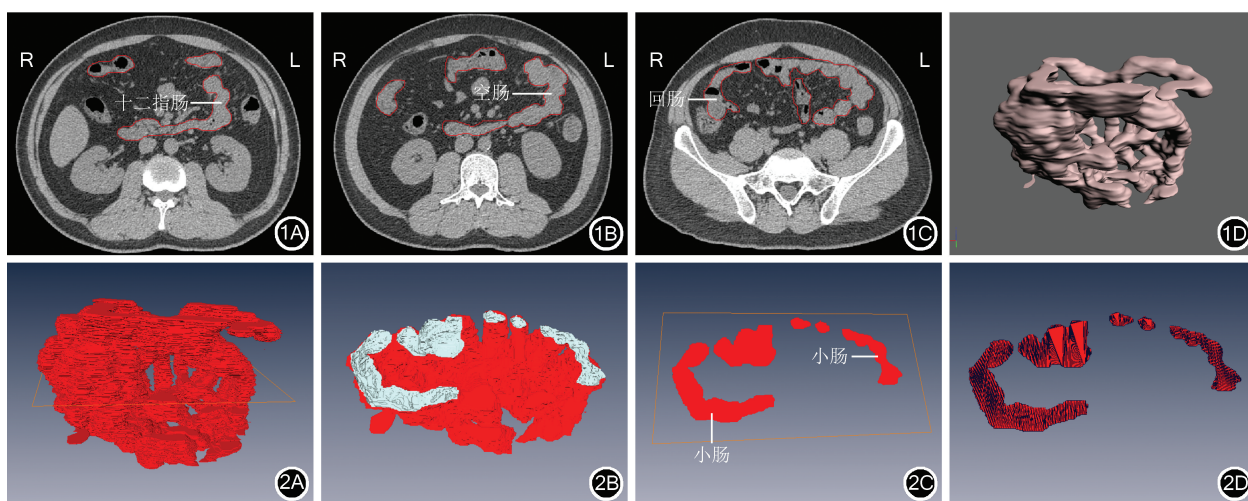


图 1 构建小肠三维数字化模型 1A:腹部增强 CT 检查对十二指肠进行半自动分割;1B:腹部增强 CT 检查对空肠进行半自动分割;1C:腹部增强 CT 检查对回肠进行半自动分割;1D:重建小肠三维数字化模型 **图 2** 小肠三维数字化模型操作 2A:选取横截面;2B:暴露横截面;2C:截取横截面;2D:编辑横截面

表 1 3 例肥胖症患者术前小肠三维数字化模型数据

患者编号	小肠体积 (mm ³)	小肠横截面 面积 1(mm ²)	小肠横截面 面积 2(mm ²)	小肠横截面 面积 3(mm ²)	小肠横截面 面积 4(mm ²)	小肠横截面 面积 5(mm ²)	小肠横截面 面积 6(mm ²)
1 号	1 312 985	174	154	143	172	345	213
2 号	1 817 224	274	196	487	413	520	254
3 号	2 183 019	320	408	281	222	194	219
患者编号	小肠横截面 面积 7(mm ²)	小肠横截面 面积 8(mm ²)	小肠横截面 面积 9(mm ²)	小肠横截面 面积 10(mm ²)	小肠平均横截面 面积(mm ²)	术前预测 小肠长度(cm)	
1 号	357	173	382	154	227	578	
2 号	231	170	212	168	293	620	
3 号	188	419	326	235	281	777	

注:小肠平均横截面面积=(小肠横截面面积 1+2+3+4+5+6+7+8+9+10)/10;术前预测小肠长度=小肠体积/小肠平均横截面面积

的调查研究结果显示:胆胰支和食物支的长度分别为 10~250 cm 和 35~250 cm^[19]。英国国家肥胖外科登记处(NBSR)的数据也显示:不同医师在施行 RYGB 过程中胆胰支、食物支、共同支的长度存在显著差异,其中 90%的食物支长度为 100~150 cm^[20]。有研究结果显示:部分外科医师施行 RYGB 时尝试采用较短且固定的共同支长度^[21-22]。也有部分外科医师建议:根据患者不同 BMI 制订个性化手术方案,BMI 较高患者可采用较长共同支^[23-25]。一项关于超级肥胖症患者的研究结果显示:较长的共同支长度能够获得较好的临床效果^[14]。

3.2 TSBL 精准测量的重要性

小肠长度在不同个体之间差异较大。有研究结果显示:小肠长度最短为 160 cm,最长为 1 510 cm,常见长度范围为 300~900 cm^[17, 26-29]。目前肥胖症患者施行 RYGB 术前和术中均未精确测量 TSBL,这会造成部分患者术后由于小肠绕道长度过长导致短肠综合征,部分患者术后由于小肠绕道长度过短导致手术效果不理想^[30-31]。因此,在施行 RYGB 前对肥胖症患者的 TSBL 进行精准预测,可避免术后营养不良的发生。

3.3 三维数字化模型的临床应用及本研究的不足

三维数字化模型已广泛用于心脏及其血管三维重建以及男性盆腔和女性盆底的结构重建中,均取得较好临床效果^[32-34]。本研究结果显示:减重手术前运用小肠三维数字化模型可以较为准确地预测小肠长度,使开展更加精准化、个体化的减重手术成为可能。

本研究存在以下 6 个值得探讨的内容:(1)样本量小,目前仅完成 3 例肥胖症患者术前小肠三维数字化模型重建,患者术前小肠长度与术中小肠长度的比较存在偶然性。后续研究应进一步扩大样本量,验证术前预测小肠长度与术中测量小肠长度的

预测准确性。(2)术中无论采用何种方式测量小肠长度,都会出现小肠长度存在较大可变性的问题,如麻醉状态与非麻醉状态比较,小肠处于拉伸状态与松弛状态比较等。因此,术中小肠长度的测量方法,有待改进。有学者建议:术中小肠长度测量时,小肠应处于完全拉伸状态^[26]。(3)体质量与小肠长度的相关性。有研究结果显示:身高与小肠长度存在正相关性,而体质量、性别与小肠长度没有相关性^[35]。因此,对于体质量较大、BMI 较高的肥胖症患者,在施行 RYGB 过程中为达到更为可靠和更加持久的治疗效果而采用较长的小肠绕道长度可能会增加术后发生短肠综合征的风险。(4)术前用于小肠三维数字化模型重建的腹部增强 CT 检查连续断面图像并非薄层图像。应用薄层图像可能会得到更为精准的小肠测量数据。(5)术前小肠三维数字化模型数据对患者的手术方式具有指导意义。术前小肠三维数字化模型数据可指导袖状胃切除术中需要联合施行空肠转流术或袖状胃切除术后需施行修复手术时小肠绕道长度的选择,以降低术后短肠综合征发生风险。(6)度过 Amira 软件学习曲线。使用 Amira 软件初期可能会出现勾画、分割小肠轮廓不精准,重建模型效果不佳等问题。通过增加样本量,总结操作技巧可顺利度过学习曲线。

综上,小肠三维数字化模型可预测减重手术前小肠长度。未来基于 TSBL 的术前预测,可为 RYGB 术前制订个体化小肠绕道长度提供指导,以保证手术治疗效果和避免术后短肠综合征等并发症的发生。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Dietz WH. Obesity[J]. J Am Coll Nutr, 1989, 8 Suppl:13S-21S.
- [2] Vecchié A, Dallegrì F, Carbone F, et al. Obesity phenotypes and their paradoxical association with cardiovascular diseases[J]. Eur J Intern Med, 2018, 48:6-17. DOI:10.1016/j.ejim.2017.10.020.
- [3] Seravalle G, Grassi G. Obesity and hypertension[J]. Pharmacol

- Res, 2017, 122; 1-7. DOI: 10.1016/j.phrs.2017.05.013.
- [4] Abuyassin B, Laher I. Obesity-linked diabetes in the Arab world: a review[J]. East Mediterr Health J, 2015, 21(6): 420-439. DOI: 10.26719/2015.21.420.
 - [5] Hossain P, Kavar B, El Nahas M. Obesity and diabetes in the developing world—a growing challenge[J]. N Engl J Med, 2007, 356(3): 213-215. DOI: 10.1056/NEJMp068177.
 - [6] 王存川, 胡嵩浩, 姜舒文. 减重手术平台选择的策略及思考[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(9): 826-829. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.09.003.
 - [7] Leitner DR, Frühbeck G, Yumuk V, et al. Obesity and type 2 diabetes: two diseases with a need for combined treatment strategies—EASO can lead the way[J]. Obes Facts, 2017, 10(5): 483-492. DOI: 10.1159/000480525.
 - [8] Tsiros M, Parletta N, Coates A, et al. Treatment of adolescent overweight and obesity[J]. Eur J Pediatr, 2008, 167(1): 9-16. DOI: 10.1007/s00431-007-0575-z.
 - [9] Camilleri M, Acosta A. Gastrointestinal traits: individualizing therapy for obesity with drugs and devices[J]. Gastrointest Endosc, 2016, 83(1): 48-56. DOI: 10.1016/j.gie.2015.08.007.
 - [10] Wolfe BM, Kvach E, Eckel R. Treatment of obesity: weight loss and bariatric surgery[J]. Circ Res, 2016, 118(11): 1844-1855. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.307591.
 - [11] Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes—3-year outcomes[J]. N Engl J Med, 2014, 370(21): 2002-2013. DOI: 10.1056/NEJMoa1401329.
 - [12] Schauer PR, Ikramuddin S, Gourash W, et al. Outcomes after laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass for morbid obesity[J]. Ann Surg, 2000, 232(4): 515-529. DOI: 10.1097/0000658-200010000-00007.
 - [13] 韩辉, 张晨鑫, 程晓光, 等. 定量 CT 检查技术评价腹腔镜胃旁路术肥胖症患者腹部脂肪变化的应用[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(9): 859-863. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.09.010.
 - [14] Stefanidis D, Kuwada TS, Gersin KS. The importance of the length of the limbs for gastric bypass patients—an evidence-based review[J]. Obes Surg, 2011, 21(1): 119-124. DOI: 10.1007/s11695-010-0239-3.
 - [15] Gadioti RP, Grotenhuis BA, Biter LU, et al. Study protocol of the DUCATI-study: a randomized controlled trial investigating the optimal common channel length in laparoscopic gastric bypass for morbid obese patients[J]. BMC Obesity, 2015, 2: 28. DOI: 10.1186/s40608-015-0059-z. eCollection 2015.
 - [16] 李凡, 张帆, 谭德文, 等. 减重手术中小肠绕道技术的应用现状与展望[J]. 中华消化外科杂志, 2019, 18(9): 843-847. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.09.007.
 - [17] Hernández-Martínez J, Calvo-Ros MÁ. Gastric by-pass with fixed 230-cm-long common limb and variable alimentary and biliopancreatic limbs in morbid obesity[J]. Obes Surg, 2011, 21(12): 1879-1886. DOI: 10.1007/s11695-011-0432-z.
 - [18] 周明昌, 闫洁, 刘敬威. 检测与计量[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
 - [19] Madan AK, Harper JL, Tichansky DS. Techniques of laparoscopic gastric bypass: on-line survey of American society for bariatric surgery practicing surgeons[J]. Surg Obes Relat Dis, 2008, 4(2): 166-173. DOI: 10.1016/j.soard.2007.08.006.
 - [20] Miras AD, Kamocka A, Patel D, et al. Obesity surgery makes patients healthier and more functional: real world results from the United Kingdom national bariatric surgery registry[J]. Surg Obes Relat Dis, 2018, 14(7): 1033-1040. DOI: 10.1016/j.soard.2018.02.012.
 - [21] Müller MK, Räder S, Wildi S, et al. Long-term follow-up of proximal versus distal laparoscopic gastric bypass for morbid obesity[J]. Br J Surg, 2008, 95(11): 1375-1379. DOI: 10.1002/bjs.6297.
 - [22] Svanevik M, Risstad H, Hofso D, et al. Perioperative outcomes of proximal and distal gastric bypass in patients with BMI ranged 50–60 kg/m²—a double-blind, randomized controlled trial[J]. Obes Surg, 2015, 25(10): 1788-1795. DOI: 10.1007/s11695-015-1621-y.
 - [23] Savassi-Rocha AL, Diniz M, Savassi-Rocha PR, et al. Influence of jejunoileal and common limb length on weight loss following Roux-en-Y gastric bypass[J]. Obes Surg, 2008, 18(11): 1364-1368. DOI: 10.1007/s11695-008-9475-1.
 - [24] Abellan I, Luján J, Frutos MD, et al. The influence of the percentage of the common limb in weight loss and nutritional alterations after laparoscopic gastric bypass[J]. Surg Obes Relat Dis, 2014, 10(5): 829-833. DOI: 10.1016/j.soard.2014.06.009.
 - [25] Ahmed B, King W, Gourash W, et al. Proximal Roux-en-Y gastric bypass: addressing the myth of limb length[J]. Surgery, 2019, 166(4): 445-455. DOI: 10.1016/j.surg.2019.05.046.
 - [26] Tacchino RM. Bowel length: measurement, predictors, and impact on bariatric and metabolic surgery[J]. Surg Obes Relat Dis, 2015, 11(2): 328-334. DOI: 10.1016/j.soard.2014.09.016.
 - [27] Fanucci A, Cerro P, Fanucci E. Normal small-bowel measurements by enteroclysis[J]. Scand J Gastroenterol, 1988, 23(5): 574-576. DOI: 10.3109/00365528809093914.
 - [28] Raines D, Arbour A, Thompson HW, et al. Variation in small bowel length: factor in achieving total enteroscopy? [J]. Dig Endosc, 2015, 27(1): 67-72. DOI: 10.1111/den.12309.
 - [29] Gondolesi G, Ramisch D, Padin J, et al. What is the normal small bowel length in humans? first donor-based cohort analysis[J]. Am J Transplant, 2012, 12(S4): S49-S54. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2012.04148.x.
 - [30] Kweon M, Ju DL, Park M, et al. Intensive nutrition management in a patient with short bowel syndrome who underwent bariatric surgery[J]. Clin Nutr Res, 2017, 6(3): 221-228. DOI: 10.7762/cnr.2017.6.3.221.
 - [31] Borghede MK, Vinter-Jensen L, Andersen JC, et al. Reconstruction of short bowel syndrome after internal hernia in a pregnant woman with previous bariatric surgery[J]. Int J Surg Case Rep, 2013, 4(12): 1100-1103. DOI: 10.1016/j.ijscr.2013.08.025.
 - [32] 马楠, 柴霖娟, 丁金立, 等. 针对 Fontan 手术的心脏组织及其血管三维重建[J]. 北京生物医学工程, 2009, 28(6): 593-596. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3208.2009.06.08.
 - [33] 吴毅, 张绍祥, 谭立文, 等. 男性盆腔三维可视化模型的建立及其意义[J]. 中国介入影像与治疗学, 2008, 5(1): 61-64. DOI: 10.13929/j.1672-8475.2008.01.023.
 - [34] 吴毅, 谭立文, 罗娜, 等. 女性盆底三维数字化模型在解剖教学中的应用[J]. 局解手术学杂志, 2014, 23(2): 213. DOI: 10.11659/jjssx.1672-5042.201402047.
 - [35] Teitelbaum EN, Vaziri K, Zettervall S, et al. Intraoperative small bowel length measurements and analysis of demographic predictors of increased length[J]. Clin Anat, 2013, 26(7): 827-832. DOI: 10.1002/ca.22238.

(收稿日期: 2020-02-23)

本文引用格式

张帆, 吴毅, 胡昕, 等. 基于 CT 检查小肠三维数字化模型构建及其在减重手术前预测小肠长度的应用价值[J]. 中华消化外科杂志, 2020, 19(4): 439-443. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20200223-00109.

Zhang Fan, Wu Yi, Hu Xin, et al. Construction and application value of CT-based three-dimensional digital model of small bowel for predication of small bowel length before bariatric surgery[J]. Chin J Dig Surg, 2020, 19(4): 439-443. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20200223-00109.