

3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗劈裂型肱骨大结节骨折

戴喜安¹, 梁卫东², 曾志奎², 梁超轶³

(1. 永新县人民医院, 江西 永新 343400; 2. 江西中医药大学附属医院, 江西 南昌 330006; 3. 江西中医药大学临床医学院, 江西 南昌 330004)

摘要 目的:探讨 3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗劈裂型肱骨大结节骨折的临床疗效和安全性。方法:2016 年 4 月至 2020 年 6 月,采用 3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗肱骨大结节骨折患者 12 例。男 7 例,女 5 例;年龄 29~77 岁,中位数 56 岁;左侧 5 例,右侧 7 例。骨折 Mutch 分型均为 II 型,即劈裂型。合并肩关节脱位 6 例,合并肩关节脱位和臂丛神经损伤 1 例,合并肩袖损伤 4 例。受伤至手术时间 3~6 d,中位数 4 d。术前根据 CT 三维重建图像打印患侧肱骨近端骨折复位前和模拟复位后的 3D 模型,并参照模拟复位后的 3D 打印模型预弯、修剪跟骨锁定钢板用于骨折的固定。观察骨折愈合、肩关节功能恢复及并发症发生情况。结果:本组 12 例患者均获随访,随访时间 12~26 个月,中位数 20 个月。骨折均愈合,愈合时间 8~13 周,中位数 10 周。末次随访时 Constant-Murley 肩关节评分 74~97 分,中位数 93 分。评分最低的 1 例为合并肩关节脱位和臂丛神经损伤的患者。均无骨折再次移位、感染、肩峰下撞击征、内固定物松动等并发症发生。结论:3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗劈裂型肱骨大结节骨折,骨折愈合好,有利于肩关节功能恢复,且并发症少。

关键词 肱骨骨折;肩骨折;骨折固定术,内;三维打印

肱骨大结节为肱骨头外侧的突起结构,其顶点较肱骨头顶点低 6~8 cm。临床上单纯的肱骨大结节骨折较少见,与其他肱骨近端骨折相比,其多合并盂肱关节脱位和肩袖损伤^[1]。依据骨折形态,肱骨大结节骨折可分为撕脱、劈裂、压缩 3 型^[2],其中劈裂型最为常见。相当一部分劈裂型肱骨大结节骨折为骨质疏松性骨折,骨折块粉碎,无论是螺钉还是缝合锚均难以对其进行牢靠固定^[1,3-5]。近年来,有学者报道采用解剖锁定钢板或跟骨锁定钢板治疗肱骨大结节骨折^[6-7],但此类方法存在术中钢板预弯费时、钢板不贴服、术中透视次数多等问题^[8],且部分患者会出现骨折块再次移位,导致发生肩峰下撞击的概率增加^[9]。3D 打印技术的兴起及其在骨科领域的广泛应用^[10-11],为肱骨大结节骨折手术方案的制定提供了很大帮助。为探索治疗肱骨大结节骨折的更好方法,2016 年 4 月至 2020 年 6 月,我们采用 3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗劈裂型肱骨大结节骨折患者 12 例,并对其临床疗效和安全性进行了观察,现总结报告如下。

1 临床资料

肱骨大结节骨折患者 12 例,均为永新县人民医

院和江西中医药大学附属医院住院患者。男 7 例,女 5 例;年龄 29~77 岁,中位数 56 岁;左侧 5 例,右侧 7 例。骨折 Mutch 分型^[2]均为 II 型,即劈裂型。致伤原因:平地摔伤 6 例,骑车摔伤 5 例,交通事故伤 1 例。合并肩关节脱位 6 例,合并肩关节脱位和臂丛神经损伤 1 例,合并肩袖损伤 4 例。受伤至手术时间 3~6 d,中位数 4 d。

2 方法

2.1 术前准备方法 术前常规行 X 线和 CT 检查。根据 CT 三维重建图像打印患侧肱骨近端骨折复位前和模拟复位后的 3D 模型,参照模拟复位后的 3D 打印模型预弯跟骨锁定钢板。

2.2 手术方法 采用全身麻醉,患者沙滩椅位。采用标准肩关节外侧入路,从肩峰顶端向下切一长约 5 cm 的切口,劈开三角肌并注意保护好腋神经,显露骨折端。直视下复位骨折,肱骨大结节移位明显者,于腱骨交界处用 5 号爱惜帮缝合线缝合肩袖牵拉辅助复位骨折块,骨折复位后用克氏针临时固定。将依据 3D 模型修剪、预弯好的跟骨锁定钢板覆盖、固定肱骨大结节骨块,钢板覆盖肱骨大结节骨块的边缘 ≥ 5 mm、肱二头肌结节间沟外侧 3 mm。置入锁定螺钉,去除临时固定的克氏针。合并肩袖损伤者,用爱惜帮缝合线缝合、修复肩袖,并将缝合后的爱惜帮缝合线固

定于跟骨锁定钢板的栅栏结构上。肩关节外展位 C 形臂 X 线机透视下确认钢板位置良好后,缝合切口。

2.3 术后处理方法 术后颈腕带悬吊固定患肢 2 周。术后 2 周后,循序渐进地行肘关节屈曲肩关节前屈上举、手指爬墙、手拉滑轮等肩关节主被动功能锻炼。

3 结果

本组 12 例患者均获随访,随访时间 12 ~ 26 个月,

中位数 20 个月。骨折均愈合,愈合时间 8 ~ 13 周,中位数 10 周。末次随访时,Constant - Murley 肩关节评分^[12]74 ~ 97 分,中位数 93 分(表 1)。评分最低的 1 例为合并肩关节脱位和臂丛神经损伤的患者。均无骨折再次移位、感染、肩峰下撞击征、内固定物松动等并发症发生。典型病例图片见图 1。

表 1 12 例肱骨大结节骨折患者末次随访时 Constant - Murley 肩关节评分

病例编号	随访时间/月	Constant - Murley 肩关节评分/分				总分
		疼痛	日常生活活动	主动活动范围	外展肌力	
1	21	15	19	36	23	93
2	20	15	20	38	24	97
3	24	15	18	36	23	92
4	12	15	17	36	23	91
5	26	15	19	38	24	96
6	17	10	14	30	20	74
7	12	15	17	38	23	93
8	24	15	19	38	23	95
9	14	15	16	36	24	91
10	20	15	19	36	25	95
11	22	15	19	36	23	93
12	12	15	18	38	23	94



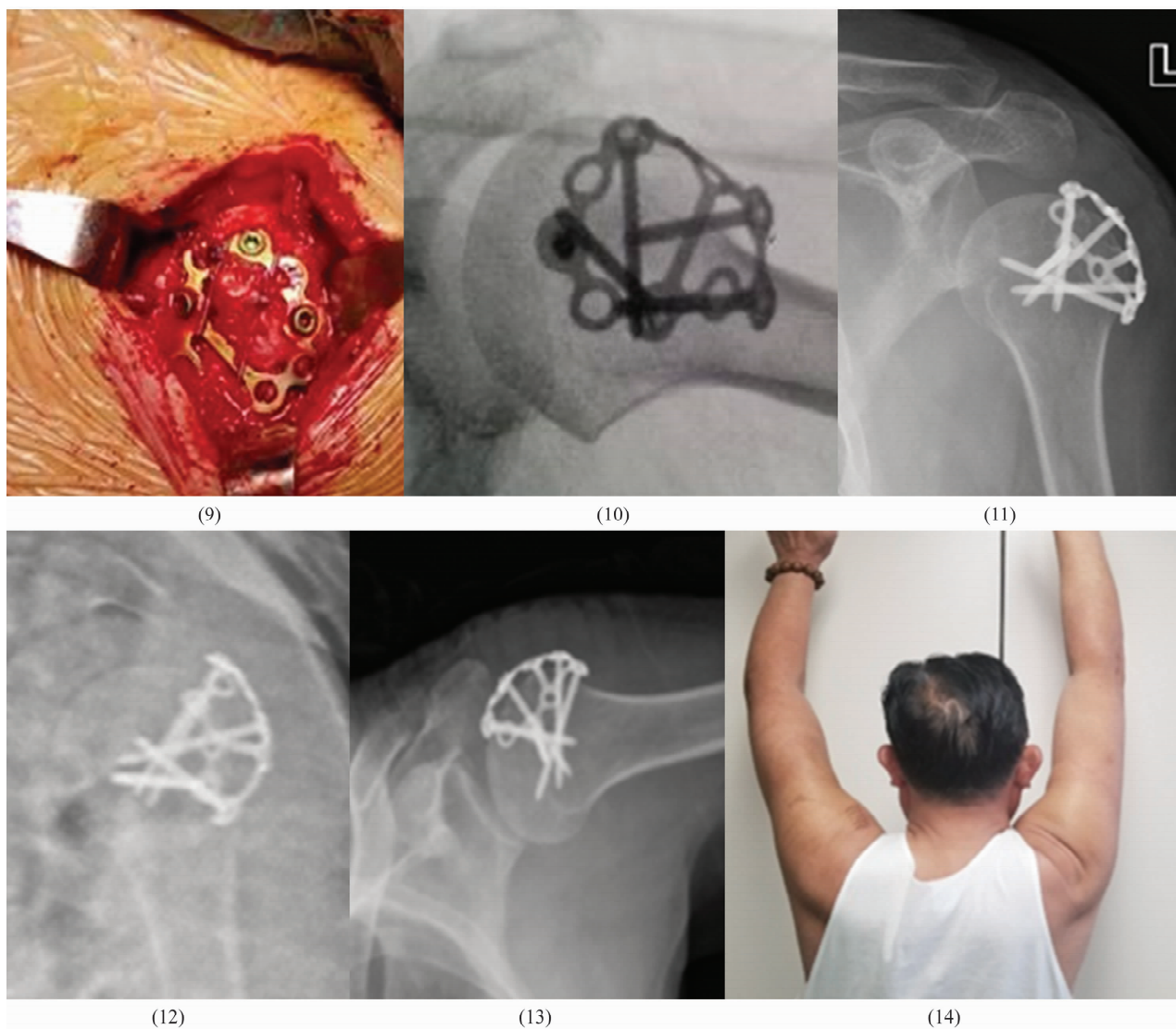


图 1 3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗劈裂型肱骨大结节骨折手术前后图片

注:(1)(2)术前 X 线片、CT 片示左侧劈裂型肱骨大结节骨折,骨折移位明显;(3)3D 打印出骨折复位前和模拟复位后的肱骨近端模型;(4)3D 打印模型上可见解剖锁定钢板对骨折断端覆盖不足;(5)根据 3D 打印模型预弯跟骨锁定钢板;(6)修剪、预弯后的跟骨锁定钢板与解剖锁定钢板比较,覆盖面积更大;(7)体表标识手术操作位置;(8)5 号爱惜帮缝合线缝合肩袖牵拉辅助复位骨折;(9)跟骨锁定钢板固定骨折断端;(10)术中肩关节外展位 X 线透视下确认无肩峰下撞击;(11)(12)(13)术后 1 年正位、侧位、外展位 X 线片示骨折愈合;(14)术后 1 年肩关节功能恢复良好。

4 讨论

肱骨大结节骨折的手术治疗方法取决于骨折的类型。劈裂型肱骨大结节骨折可涉及多个骨折块,单独采用螺钉固定比较困难,可能导致骨折块的进一步碎裂^[4];对骨折块较大的肱骨大结节骨折,因关节镜难于到达骨折块的外下方,关节镜下采用缝合锚固定亦比较困难^[5]。约 57% 的肱骨大结节骨折块同时涉及冈上肌和冈下肌的附着点,导致骨折块向上、后方移位^[13-14]。肱骨大结节骨块向上移位 2 mm 即可明显降低肩关节的外展能力,并引起肩峰下撞击^[15]。

而由于钢板不贴服、骨折再移位等原因,采用传统的钢板内固定方法治疗肱骨大结节骨折亦容易造成肩峰下撞击^[16-18]。由此可见,对肱骨大结节骨折,尤其是劈裂移位的骨折,固定并不容易。

跟骨锁定钢板固定肱骨大结节骨折,较螺钉和缝合锚固定应力分布分散,且锁定螺钉固定无需钢板压紧骨骼,肱骨大结节受力均匀,可以减少钢板对肩袖的压迫和对血供的影响,更有利于骨折愈合^[6,19]。此外钢板的栅栏结构有利于对损伤肩袖的缝合捆绑,术中用爱惜帮缝合线缝合肩袖后,既可辅助骨折复位,

捆绑于钢板的栅栏结构后还可以抵抗残余的肩袖牵拉力,维持骨折的复位。Gaudelli 等^[20]研究表明,采用锁定钢板、张力带、双排缝合锚固定的劈裂型肱骨大结节骨折模型骨折端产生 3 mm、5 mm 的移位,加载的力分别为锁定钢板(658 N、1112 N)、双排缝合锚(199 N、247 N)、张力带(75 N、105 N),使固定物失效的力分别为锁定钢板(810 N)、双排缝合锚(456 N)、张力带(279 N)。可见,对于劈裂型肱骨大结节骨折进行固定,采用锁定钢板较采用张力带和双排缝合锚具有明显的力学优势。

3D 打印模型在骨科的应用使手术医生对骨折情况的认识更直观、更立体,有助于手术医生制定周详的手术计划、在体外进行骨折复位和固定的模拟以及对手术情况的预判。在 3D 打印技术辅助下采用跟骨锁定钢板治疗肱骨大结节骨折,在模型上预弯钢板,可使钢板与肱骨大结节更贴合,有利于钢板对骨折块的有效覆盖,使固定更可靠,从而更有效地避免术后肩峰下撞击。

本组患者治疗结果表明,3D 打印技术辅助下切开复位跟骨锁定钢板内固定治疗劈裂型肱骨大结节骨折,骨折愈合好,有利于肩关节功能恢复,且并发症少。但本组观察病例较少、随访时间较短,该方法的疗效还需多中心、大样本、长期随访的临床研究进一步证实。

参考文献

- [1] 曾浪清,陈云丰,曾路路,等.单纯肱骨大结节骨折的诊疗研究进展[J].中华肩肘外科电子杂志,2018,6(4):313-318.
- [2] MUTCH J, LAFLAMME G Y, HAGEMEISTER N, et al. A new morphological classification for greater tuberosity fractures of the proximal humerus: validation and clinical implications[J]. Bone Joint J, 2014, 96-B(5): 646-651.
- [3] 高益斌,童松林.肱骨大结节骨折内固定术后并发症发生的原因及对策[J].中医正骨,2021,33(4):75-77.
- [4] HABIB N, FORNACIARI P, THUERIG G, et al. Hinge plate technique for osteosynthesis of comminuted proximal humeral fractures[J]. Injury, 2021, 52(8): 2292-2299.
- [5] BAHMAN M, COSTIL V, GAUME M, et al. Arthroscopic reduction and fixation with a knotless double-row construct provides good results for displaced greater tuberosity fractures[J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2021, 3(2): e499-e504.
- [6] SCHÖFFL V, POPP D, STRECKER W. A simple and effective implant for displaced fractures of the greater tuberosity: the "Bamberg" plate[J]. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2011, 131(4): 509-512.
- [7] HU C, ZHOU K, PAN F, et al. Application of pre-contoured anatomic locking plate for treatment of humerus split type greater tuberosity fractures: a prospective review of 68 cases with an average follow-up of 2.5 years[J]. Injury, 2018, 49(6): 1108-1112.
- [8] KIM H, CHUNG Y, JANG J S, et al. Why locking plates for the proximal humerus do not fit well[J]. Archives of orthopaedic and trauma surgery, 2022, 142(2): 219-226.
- [9] MIQUEL J, MARTINEZ R, SANTANA F, et al. Surgical treatment of proximal humeral fractures with the transosseous suture fixation[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 405.
- [10] XIE L, CHEN C, ZHANG Y, et al. Three-dimensional printing assisted ORIF versus conventional ORIF for tibial plateau fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. International Journal of Surgery, 2018, 57: 35-44.
- [11] WANG Q, HU J, GUAN J, et al. Proximal third humeral shaft fractures fixed with long helical PHILOS plates in elderly patients: benefit of pre-contouring plates on a 3D-printed model - a retrospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1): 203.
- [12] 王亦聰.骨与关节损伤[M].4版.北京:人民卫生出版社,2007:732-733.
- [13] LIU G, GUO X, ZHAO Q, et al. A new biomechanical classification system for split fractures of the humeral greater tuberosity: guidelines for surgical treatment[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 692.
- [14] LACHETA L, SIEBENLIST S, IMHOFF A. Greater tuberosity fractures and rotator cuff tears[J]. Arthroscopie, 2017, 30(3): 194-201.
- [15] 马蔓,王艳华,张晓萌,等.肱骨大结节骨折内固定的生物力学研究进展[J].中华肩肘外科电子杂志,2019,7(1):83-86.
- [16] FALEZ F, PAPALIA M, GRECO A, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis in proximal humeral fractures: one-year results of a prospective multicenter study[J]. Int Orthop, 2016, 40(3): 579-585.
- [17] XUE G, CHAHAL K, LIM T, et al. Titanium mini locking plate with trans-osseous sutures for the treatment of humeral greater tuberosity fracture osteosynthesis versus PHILOS: a retrospective view[J]. International Orthopaedics, 2018, 42(10): 2467-2473.

指、中指、无名指 3 指的第二掌指关节共同用力按压,方能对穴位深部产生刺激。按压过程中应及时与患者沟通,根据患者的感受调节按压力度。

本组患者治疗结果表明,采用中药熏蒸联合穴位按压对腰椎间盘突出症术后患者进行康复治疗,可有效缓解疼痛、改善腰椎功能,且安全性高。

参考文献

- [1] 杨建英. 温针灸联合通痹液熏蒸治疗腰椎间盘突出症 57 例[J]. 中国中医药科技, 2019, 26(4): 633 - 634.
- [2] 刘泽恩, 余洋, 郑驰前, 等. 中药熏洗结合杵针治疗腰腿痛(寒湿证)疗效观察[J]. 四川中医, 2015, 33(9): 112 - 113.
- [3] 王爱琴. 综合外治腰椎间盘突出症 30 例对照研究[J]. 中医外治杂志, 2016, 25(3): 28 - 29.
- [4] KIM R, KIM R H, KIM C H, et al. The incidence and risk factors for lumbar or sciatic scoliosis in lumbar disc herniation and the outcomes after percutaneous endoscopic discectomy[J]. Pain Physician, 2015, 18(6): 555 - 564.
- [5] 彭思琪, 何添艺, 曾雯慧, 等. 腰椎斜扳手法治疗腰椎间盘突出症的研究进展[J]. 中医正骨, 2022, 34(4): 38 - 41.
- [6] 孙晓芬, 吴连国, 陈丽丽, 等. 中药熏蒸配合腰背肌功能锻炼和直腿抬高训练治疗腰椎间盘突出症术后残余痛[J]. 中医正骨, 2013, 25(6): 49 - 50.

- [7] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会基础研究及转化学组. 腰椎间盘突出症诊治与康复管理指南[J]. 中华外科杂志, 2022, 60(5): 401 - 408.
- [8] 刘锋卫, 张红星, 张亚峰, 等. 海桐皮汤局部熏蒸在腰椎间盘突出症术后康复中的临床疗效研究[J]. 中医正骨, 2010, 22(2): 9 - 11.
- [9] 毕文卿. 中药熏蒸蒸汽温度对腰椎间盘突出症急性期的临床研究[J]. 内蒙古中医药, 2018, 37(8): 95.
- [10] 国家中医药管理局. 中医病证诊断疗效标准[M]. 南京: 南京大学出版社, 1994: 201 - 202.
- [11] 曹林忠, 秦大平, 张晓刚, 等. 脊柱调衡手法配合中药熏蒸治疗腰椎间盘突出症 90 例临床观察[J]. 中医正骨, 2013, 25(8): 20 - 21.
- [12] 王玲露. 艾灸联合中药熏蒸法治疗寒湿型腰腿疼痛的临床疗效观察及护理[J]. 护士进修杂志, 2018, 33(14): 1341 - 1343.
- [13] 孟东红, 王亦合, 刘化峰. 电针联合中药熏蒸治疗腰椎间盘突出症对患者 ODI 功能障碍改善的临床价值[J]. 中国社区医师, 2018, 34(36): 103 - 104.
- [14] 王晓霞, 杨改琴, 左甲, 等. 长针深刺背俞穴治疗慢性萎缩性胃炎的临床研究[J]. 河北中医, 2018, 40(3): 421 - 425.
- [15] 游璐. 头针及背俞穴配合治疗脑卒中后平衡障碍的临床效果分析[J]. 中外医学研究, 2018, 16(6): 44 - 45.

(收稿日期: 2021-08-31 本文编辑: 杨雅)

(上接第 72 页)

- [18] ZENG L Q, CHEN Y F, JIANG Y W, et al. A new low - profile anatomic locking plate for fixation of comminuted, displaced greater tuberosity fractures of the proximal humerus[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2021, 30(6): 1402 - 1409.
- [19] CHENG M F, HUNG S, SU Y, et al. Displaced isolated greater tuberosity fractures of elder adults treated with plate osteosynthesis[J]. Journal of The Chinese Medical Associ-

ation, 2019, 82(4): 318 - 321.

- [20] GAUDELLI C, MÉNARD J, MUTCH J, et al. Locking plate fixation provides superior fixation of humerus split type greater tuberosity fractures than tension bands and double row suture bridges [J]. Clinical Biomechanics, 2014, 29(9): 1003 - 1008.

(收稿日期: 2021-11-06 本文编辑: 杨雅)

(上接第 74 页)

- [12] 中国研究型医院学会冲击波医学专业委员会. 中国骨肌疾病体外冲击波疗法指南(2019 年版)[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2019, 11(4): 1 - 10.
- [13] SUN J, GAO F, WANG Y, et al. Extracorporeal shock wave therapy is effective in treating chronic plantar fasciitis: a meta - analysis of RCTs[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(15): e6621.
- [14] 吴国林, 陈红卫, 黄洪斌, 等. 体外冲击波多探头联合应用治疗肩关节周围炎的临床研究[J]. 中医正骨, 2020, 32(9): 18 - 22.
- [15] BURNEIKAITÉ G, SHKOLNIK E, CELUTKIENÉ J, et al. Cardiac shock - wave therapy in the treatment of coronary artery disease: systematic review and meta - analysis[J].

Cardiovasc Ultrasound, 2017, 15(1): 11.

- [16] REIN S, MANTHEY S, ZWIPP H, et al. Distribution of sensory nerve endings around the human sinus tarsi: a cadaver study[J]. J Anat, 2014, 224(4): 499 - 508.
- [17] 国延军, 董建龙, 刘堃, 等. 中药熏洗配合冲击波治疗膝关节关节炎合并鹅足滑囊炎的临床观察[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(10): 4962 - 4965.
- [18] 娄纯彪, 吕志强, 常新, 等. 中药熏洗联合局部注射及踝泵运动锻炼治疗跗骨窦综合征临床研究[J]. 新中医, 2018, 50(11): 119 - 121.
- [19] 丁志清, 颜峰, 喻灿明, 等. 海桐皮汤熏蒸联合西药治疗椎体后凸成形术后复合性局部疼痛综合征 30 例[J]. 浙江中医杂志, 2018, 53(11): 821.

(收稿日期: 2021-12-28 本文编辑: 李晓乐)