

doi:10.3969/j.issn.1672-5972.2021.04.009  
文章编号:swgk2021-03-00077

论著·临床研究

## 新型三维外固定架系统联合内固定治疗 Gustilo III型胫腓骨开放性骨折的疗效分析

贺杰 任洪峰 李欢乐 李仪宁 王申 王好锋 常祺\*

**[摘要]** 目的 探讨一期新型三维创伤外固定架系统联合二期内固定治疗 Gustilo III型胫腓骨开放性骨折的临床效果。**方法** 收集中国人民解放军联勤保障部队第989医院自2018年6月至2020年1月间收治的40例Gustilo III型胫腓骨开放性骨折的患者作为研究对象，随机分为观察组和对照组。观察组(20例)一期采用三维创伤外固定架系统固定骨折，二期采用适当内固定治疗。对照组(20例)一期清创后，予以石膏或支具辅助固定，二期采用适当内固定治疗。对比两组术后并发症、骨折愈合情况及下肢功能康复效果。**结果** 观察组骨折愈合率为95.0%，对照组骨折愈合率为90.0%，两组比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。观察组骨折愈合时间平均 $(16.50\pm0.68)$ 周，对照组平均 $(18.78\pm4.60)$ 周，两组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。观察组术后住院时间平均 $(30.20\pm4.67)$  d，对照组平均 $(33.35\pm3.88)$  d，两组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。观察组术后并发症共2例，对照组共9例，两组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。观察组下肢功能康复评估优良率为85.0%，对照组为55%，两组比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。以上数据分析均显示差异具有统计学意义。**结论** 一期新型三维外固定架系统联合内固定治疗Gustilo III型胫腓骨开放性骨折的手术方式其骨折平均愈合时间短，住院周期短，下肢功能康复疗效好，是一种确切的手术方式。

**[关键词]** 新型三维外固定架系统；胫腓骨开放性骨折；Gustilo III型；分期手术

**[中图分类号]** R683.42

**[文献标识码]** B

### Efficacy analysis of a new three-dimensional external fixator system combined with internal fixation in the treatment of Gustilo III type open tibiofibular fractures

He Jie, Ren Hongfeng, Li Huanle, Li Yining, Wang Shen, Wang Haofeng, Chang Qi. The 989 Hospital of Joint Service Support Force of Chinese PLA, Military Training Medical Research Institute of the Whole Army, Luoyang Henan, 471031, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the clinical effect of a new three-dimensional trauma external fixator system in phase I combined with phase II internal fixation in the treatment of open tibiofibular fractures of Gustilo III type. **Methods** Forty patients with Gustilo III tibiofibular open fractures admitted to our department from June 2018 to January 2020 were collected as study subjects and randomly divided into observation and control groups. The observation group (20 cases) was treated with a three-dimensional trauma external fixation frame system to fix the fracture in the first stage and appropriate internal fixation in the second stage. The control group (20 cases) was treated with plaster or brace assisted fixation after the first stage of debridement, and the second stage was treated with appropriate internal fixation. The postoperative complications, fracture healing and functional rehabilitation of lower limbs were compared between the two groups. **Results** The fracture healing rate was 95.0% in the observation group and 90.0% in the control group, and the difference between the two groups was not statistically significant ( $P>0.05$ ). The mean fracture healing time was  $(16.50\pm0.68)$  weeks in the observation group and  $(18.78\pm4.60)$  weeks in the control group, and the difference was statistically significant between the two groups ( $P<0.05$ ). The mean postoperative hospital stay was  $(30.20\pm4.67)$  days in the observation group and  $(33.35\pm3.88)$  days in the control group, and the difference was statistically significant between the two groups ( $P<0.05$ ). There were 2 cases of postoperative complications in the observation group and 9 cases of postoperative complications in the control group with the statistical difference between the two groups ( $P<0.05$ ). The excellent rate of functional rehabilitation assessment of lower limbs in the observation group was 85%, and the excellent

rate of functional rehabilitation assessment of lower limbs in the control group was 55% in the comparison

between the two groups ( $P<0.05$ ). All of the above data analysis showed that the differences were statistically significant.

**Conclusion** A new three-dimensional external fixation frame system combined with internal fixation in the treatment of Gustilo type III open tibiofibular fractures is a definitive surgical approach with short average fracture healing time, short hospitalization period, and good functional rehabilitation of the lower extremity.

**[Key words]** New three-dimensional external fixation frame system; Open fracture of tibiofibular; Gustilo III type; Staged surgery

胫腓骨骨折是四肢常见的骨折，约占全身骨折的 13.7%<sup>[1]</sup>，同时随着交通事故、工厂事故等发生率的升高，胫腓骨开放性骨折同时也居全身开放性骨折的首位。胫骨因其皮下软组织覆盖少，受到暴力损伤可致严重的开放性骨折，并常伴有局部软组织损伤及创面的严重污染，因此需选用合适的治疗方式，利于患肢康复。根据 Gustilo-Anderson 开放性骨折分类<sup>[2-3]</sup>，Gustilo III型伴有严重皮肤及软组织损伤，部分合并血管损伤，创面污染严重，一期完全修复困难大，感染机率高。因此急诊分期手术治疗，是治疗 Gustilo III型胫腓骨开放性骨折的主要方法<sup>[4-5]</sup>。2018 年 6 月～2020 年 1 月间我科结合实际情况及各种方法的利弊，针对患者一期采用一种由全军军事训练医学研究所与武汉迈瑞科技有限公司共同研发新型三维创伤外固定架系统(以后文中统称新型三维外固定架系统)固定骨折，二期采用适当内固定治疗，得到了满意的治疗效果，现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择 2018 年 6 月至 2020 年 1 月间本院创伤骨科收治的 40 例 Gustilo III型胫腓骨开放性骨折的患者，采用随机数表法将 40 例患者随机分为 2 组。观察组共 20 例，男 16 例，女 4 例，年龄 26～62 岁，平均 (40.0±3.4) 岁。致伤因素：交通事故伤 15 例，高处坠落伤 4 例，重物砸压伤 1 例。Gustilo IIIA 型 17 例，Gustilo IIIB 型 2 例，Gustilo IIIC 型 1 例。一期采用三维创伤外固定架系统固定骨折，二期采用适当内固定治疗。对照组共 20 例，男 17 例，女 3 例，年龄在 31～58 岁，平均 (42.0±2.6) 岁。致伤因素：交通事故伤 16 例，高处坠落伤 3 例，重物砸压伤 1 例。Gustilo IIIA 型 16 例，Gustilo IIIB 型 3 例，Gustilo IIIC 型 1 例。一期采用清创术后，肢体给予支具或石膏外固定，二期采用内固定治疗。两组患者基线资料比较差异无统计意义 ( $P>0.05$ )，具有可比性。

纳入标准：①开放性骨折；②符合胫腓骨骨折标准<sup>[4]</sup>，辅助检查示胫腓骨断裂，骨皮质连续性不完整；③符合 Gustilo III型<sup>[3]</sup> 的诊断标准；④年龄：18～75 岁；⑤无严重并发症，评估全身情况可耐受手术；⑥正常行为能力者，

即完全民事行为能力者，同意签字行手术治疗或家属签字同意行手术治疗。排除标准：①胫腓骨闭合性骨折；②为 Gustilo I、II 型<sup>[3]</sup>；③合并严重胸腹部或颅脑损伤，无法耐受手术<sup>[5-6]</sup>；④拒绝行手术治疗或任何相关医学治疗的患者。

### 1.2 手术方法

观察组与对照组 40 例患者均积极完善患者术前检查及检验，包括患肢正侧位 X 线片(必要时辅助骨折部位三维 CT 重建)，全身各方面检查(头、胸、腹及骨盆)，并严密记录患者全身体征，排除危及生命的复合伤。观察伤口部位及污染情况，软组织缺损情况，并行下肢动静脉血管彩超，排除下肢深静脉血栓风险。

#### 1.2.1 对照组

采用一期清创术后，二期采用内固定治疗。①一期清创术：麻醉方法根据患者各项生命体征，选择全身麻醉或硬膜外麻醉，患者取仰卧位，手术消毒前，使用大量稀释碘伏液和生理盐水大量冲洗，避免使用双氧水冲洗，会造成局部软组织及骨膜坏死<sup>[7]</sup>，不利于骨折愈合。碘伏消毒，铺无菌单，显露手术区域。清除伤处深部污染且失去活力的组织及创口异物，修剪挫伤皮缘。清理完毕后，使用配有庆大霉素的生理盐水脉冲式冲洗枪反复冲洗开放式骨折端。视皮肤及软组织缺损情况，可缝合的一期予以缝合；伴有缺损的，创面可放置 VSD 负压吸引装置，待二期手术时一并去除缝合、植皮或局部皮瓣封闭创面<sup>[8-9]</sup>。清创术后肢体给予支具或石膏外固定。②二期内固定<sup>[10]</sup>：术后 10～14 d，局部皮肤软组织条件允许后，二期行内固定胫腓骨骨折。对照组 20 例患者，二期内固定手术中，12 例采用髓内针固定，7 例采用钢板内固定，1 例采用钢板及空心钉内固定。

#### 1.2.2 观察组

采用一期新型三维外固定架系统固定骨折，二期采用内固定治疗<sup>[11]</sup>。①一期新型三维外固定架系统固定：麻醉方法根据患者各项生命体征，选择全身麻醉或硬膜外麻醉，清创术后，C 形臂 X 线机辅助下定位操作。牵引复位，使用 2.0 mm 克氏针临时固定骨折端，透视下可见骨折端复位良好。在骨折远近段，尽量避开二期放置内固定装置物的位置，远近端连接新型三维外固定架系统，根据全环位置交叉各打入两枚 2.0 mm 克氏针，C 形臂透视机下透视骨折段对位及力线情况，按照力线要求，调整外固定架系统中的两根

可调节延长杆，牢固固定骨折端并维持肢体稳定性，再次透视可见骨折端对位良好。使用生理盐水对创伤伤口进行冲洗，同样，视皮肤及软组织缺损情况，可缝合的一期予以缝合；伴有缺损的，创面可放置VSD负压吸引装置，待二期手术时一并去除缝合、植皮或局部皮瓣封闭创面<sup>[8,9]</sup>。克氏针针眼处予以碘伏纱布条包裹。②二期内固定，一期外固定架固定7~10 d后，去除外固定架，行内固定手术。对照组20例患者，二期内固定手术中，15例采用髓内针固定，4例采用钢板内固定，1例采用钢板及空心钉内固定。

### 1.3 术后处理

两组患者术后予以伤处冷疗，止血、镇痛，因患者均为开放性骨折，一期存在创面，术后根据患者情况，使用头孢呋辛钠抗感染治疗<sup>[12]</sup>。伤处予以红光治疗促进愈合。并按照快速康复外科理念，与康复团队配合，及早指导患者行膝关节、踝关节的功能康复锻炼，促进患肢功能尽早恢复<sup>[13]</sup>。定期复查患肢X线片，检查骨折愈合情况，并及时随访患者功能康复锻炼情况，定期予以指导。待骨折愈合后，行骨折内固定装置取出术，取出内固定。

### 1.4 观察指标及评定标准

①治疗效果分析<sup>[14]</sup>。记录两组患者手术时间（手术时间为一期+二期手术时间总和）、术后住院时间以及骨折愈合情况。骨折愈合标准：骨折断端局部无压痛，无纵向叩击痛；局部无异常活动；X线片显示骨折线模糊，有连续性骨痂通过骨折线；连续观察两周骨折处不变形。②下肢肢体功能评估。参照Enneking标准评估肢体功能<sup>[15]</sup>。③术后并发症情况，包括切口感染、关节僵硬、下肢静脉血栓出现情况等。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 23.0统计学软件对数据进行分析，计量资料用均数±标准差表示，两组间比较采用t检验。P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 骨折愈合情况

观察组共20例，骨折愈合良好19例，骨折轻度畸形愈合1例。对照组共20例，骨折愈合良好18例，骨折轻度畸形愈合1例，骨折延迟愈合1例。观察组骨折愈合率95.0%；对照组骨折愈合率90.0%，组间比较差异无统计学意义( $\chi^2=0.360$ ,  $P=0.560$ )。观察组手术时间、术后住院时间（住院时间包括功能康复锻炼时间）及骨折愈合时间均小于对照组，差异具有统计学意义( $P<0.05$ ，见表1)。

表1 两组患者治疗效果对比( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	手术时间 (h)	术后住院时间 (d)	骨折愈合时间 (周)
观察组	20	4.35±0.67	30.20±4.67	16.50±0.68
对照组	20	4.97±0.88	33.35±3.88	18.78±4.60
t值	—	2.489	2.318	2.191
P值	—	0.017	0.026	0.035

### 2.2 下肢肢体功能评估

两组术后均采用Enneking评分系统评估疗效，观察组术后优良率高于对照组，差异具有统计学意义( $P<0.05$ ，见表2)。

表2 两组患者术后下肢功能评估对比(n)

组别	例数	优	良	可	差	优良率(%)
观察组	20	11	6	3	0	85.0
对照组	20	7	4	5	4	55.0
$\chi^2$ 值						4.286
P值						0.015

### 2.3 术后并发症情况

观察组术后并发症发生率低于对照组，差异具有统计学意义( $P<0.05$ ，见表3)。

表3 两组患者术后并发症对比(n)

组别	例数	切口感染	关节僵硬	下肢静脉血栓	发生率(%)
观察组	20	1	1	0	10.0
对照组	20	4	2	1	35.0
$\chi^2$ 值					3.584
P值					0.044





图1 A. 患者入院时左小腿创面外观照;B. 创面局部刷洗后外观照;C. 术前左侧胫腓骨正位片;D. 术前左侧胫腓骨侧位片;E. 清创术后,新型三维外固定架系统固定的外观照;F. 一期外固定术后3 d 左侧胫腓骨正位片;G. 一期外固定术后3 d 左侧胫腓骨侧位片;H. 二期内固定术后3 d 左侧胫腓骨正位片;I. 二期内固定术后3 d 左侧胫腓骨侧位片;J. 二期内固定术后3个月左侧胫腓骨正位片;K. 二期内固定术后3个月左侧胫腓骨侧位片

### 3 讨论

胫腓骨开放性骨折在四肢开放性骨折中发生率最高,并多为高能量损伤,损伤程度严重,多合并皮肤及软组织的撕脱,污染严重,皮缘存在挫伤<sup>[16]</sup>。根据损伤控制原则和分期治疗理念<sup>[17]</sup>。一期短时间内使用新型三维外固定架系统固定骨折,一般为7~10 d,二期更换为髓内针或锁定加压接骨板,能有效维持骨折端的稳定,创伤小,疗效好,患者满意度高<sup>[18]</sup>。

在观察组中使用的新型三维外固定架系统,主体框架为远近端骨折单元之间的两个全环,使用特质夹头、可调节延

长杆及碳纤维棒连接,连接方式以两个等长碳纤维棒及两个可调节延长杆作为固定模型,可通过调节可调节延长杆与碳纤维棒在全环的位置,任意角度、任意位置自由组合。骨折远近端的固定方式是分别通过全环的位置交叉打入两枚2.0 mm克氏针固定。新型三维外固定架其固定单元之间固定牢靠,组配操作简单,碳纤维棒、特质夹头与全环连接方便,避免常规外固定架的繁琐操作,缩短了手术时间,降低了手术风险。并在一期临时固定中,可对骨折端有牵引复位的作用,为二期手术复位提供了良好的条件。新型三维外固定架系统构造如图2所示。

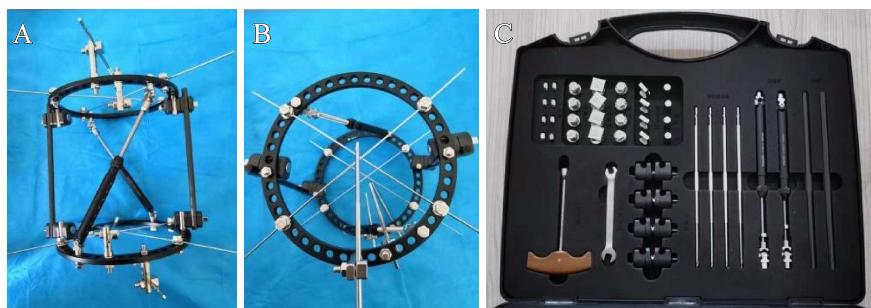


图2 A. 新型三维外固定架的冠状面构造,一期临时固定骨折端构造为全环+两组交叉克氏针,图示为其外固定架作为终末固定的全部构造;B. 新型三维外固定架的水平面的构造;C. 新型三维外固定架其配件展示

在以往的治疗理念中,早期采取钢板内固定方式固定骨折端,遵循AO固定原则,大范围显露骨折端,广泛剥离骨膜,进一步破坏局部血运。手术时间的延长,增加创面暴露

时间,增加了感染机会<sup>[18]</sup>。并因血运及软组织条件的破坏,增加了骨折延迟愈合甚至不愈合的可能性。而一期予以新型三维外固定架系统,骨折远近端均为2.0 mm克氏针交叉固

定,与传统的手术方式相比,采用经皮闭合穿针技术,有效地减少了开放性骨折常见并发症的发生率,如伤处感染、断钉等<sup>[19]</sup>。骨折处应力遮挡小,异物刺激轻,不损失局部血运,减少骨髓炎、骨不愈合等并发症<sup>[20]</sup>。固定单元远离骨折端,预留了二期内固定手术的切口。外固定方式既不会破坏局部血液循环,又为骨折端提供了稳定,有利于骨折愈合及创面愈合<sup>[21]</sup>。在郭小磊等<sup>[22]</sup>的临床研究中发现,早期使用外固定架处理胫腓骨开放性骨折,可促进骨折愈合,缩短患者的住院时间,从而降低患者的住院费用,减轻患者负担<sup>[23]</sup>。与对照组一期清创术后肢体给予支具或石膏外固定的方式相比<sup>[24]</sup>,新型三维外固定架骨折端维持了力线稳定,调节容易,便于局部创面处理。并在一期手术后换药及搬运过程中,避免因肢体摆动而导致骨折端不稳,进而刺激周围皮肤软组织,降低了软组织感染的风险<sup>[25]</sup>。在对照组中,出现了皮肤软组织坏死及感染4例,分析其原因,正是因骨折端不稳对于周围软组织的刺激所致。术后通过感染创面清创、VSD负压,可原位缝合封闭创面的予以缝合,创面伴随缺损的行植皮或皮瓣覆盖。本次研究中,采取了分期治疗方式,早期符合生物力线的条件下维持并对骨折端予以牵引复位,为二期内固定手术提供了复位条件和参照,较以对照组或外固定架作为终末固定的手术方式相比,缩短了手术时间,降低了术后并发症的发生率,并且可早期在康复医生指导下进行功能康复锻炼,符合快速康复外科理念,促进了患肢功能及早恢复,提高生活质量,增加患者信心。患者平均住院时间、骨折愈合时间,患肢下肢功能评分及患者自我舒适度均有明显优势,疗效确切<sup>[22]</sup>。

笔者认为,对于胫腓骨开放性骨折,一期使用全军军事训练医学研究所研制的三维创伤外固定架系统,二期使用内固定治疗,既能早期予以骨折端稳固固定,又可减少创面感染及其他并发症的发生,有利于骨折愈合及患肢功能康复,是一种疗效确切的手术方式。

#### 参考文献

- [1] 韩愚弟,张里程,郝明,等.胫骨开放性骨折分期治疗中髓内钉与锁定加压钢板固定的疗效对比[J].中华创伤骨科杂志,2014,16(11): 930-934.
- [2] 张勇华,李豎飞,朱国权,等.外固定支架联合有限内固定分期治疗III型胫腓骨开放性骨折的疗效[J].广州医科大学学报,2019,47(4): 75-78.
- [3] Agrawal A. Unified classification of open fractures: Based on Gustilo and OTA classification schemes[J]. Injury, 2018, 49(8): 1526-1531.
- [4] 中华创伤骨折杂志编辑委员会.胫骨平台骨折诊断与治疗的专家共识[J].中华创伤骨科杂志,2015,17(1): 3-7.
- [5] 谭家昌,杨有猛,徐鸿育,等.早期清创有限内固定结合分期治疗胫腓骨开放性骨折[J].中国微创外科杂志,2015,15(10): 926-928.
- [6] 杨越涛,叶永根,柳振华.损伤控制骨科技术在严重多发伤合并骨折治疗中的应用[J].中华创伤杂志,2011,27(5): 399-402.
- [7] 官昊月,唐际存.过氧化氢溶液在外科清创中的应用及对组织的影响[J].临床医学工程,2013,20(10): 1323-1324.
- [8] 谭家昌,杨有猛,徐鸿育,等.微创分期策略结合VSD治疗Gustilo III型胫腓骨开放性骨折[J].实用骨科杂志,2015,21(4): 355-358.
- [9] 吴江华,黄家基.VSD结合外固定支架治疗Gustilo III型胫腓骨开放性骨折[J].实用骨科杂志,2016,22(5): 475-477.
- [10] 孔长庚,吴多庆,郭祥,等.一期内固定原位植皮治疗AO/IO4-MT2-NV1型胫腓骨远端骨折的初步探讨[J].生物骨科材料与临床研究,2019,16(4): 59-62.
- [11] 蒋继亮,王飞,周强.外固定支架在Gustilo III型胫腓骨开放性骨折分期治疗中的应用[J].中华创伤骨科杂志,2013,15(4): 367-368.
- [12] 阮默,徐永清,沙勇,等.外固定支架治疗Gustilo II、III型胫腓骨开放性骨折[J].中华创伤骨科杂志,2014,16(11): 965-970.
- [13] 陈雪松,徐永清,陈建明,等.Gustilo IIIB,IIIC型小腿及足踝部开放性骨折的一期修复与重建[J].中华创伤骨科杂志,2014,16(11): 939-945.
- [14] 陈昌胜,徐明勇,徐众华,等.组合式外固定支架治疗胫腓骨开放性骨折[J].中华创伤骨科杂志,2013,15(1): 90-92.
- [15] 沈祥,朱峰,王金华,等.3D打印技术用于微创治疗胫腓骨远近端复杂性骨折的临床观察[J].生物骨科材料与临床研究,2021,18(1): 31-35.
- [16] Einhorn TA, Gerstenfeld LC. Fracture healing: mechanisms and interventions [J]. Nat Rev Rheumatol, 2015, 11(1): 45-54.
- [17] Enneking WF, Dunham W, Gebhardt M C, et al. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system[J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, (286): 241-246.
- [18] 杜俊锋,朱仰义,余春华.一期外固定结合二期微创内固定治疗开放性胫腓骨骨折[J].中国骨与关节损伤杂志,2013,28(5): 89-90.
- [19] 郎跃忠.腓骨内固定治疗中重度开放性胫腓骨折的随机对照分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2010,25(3): 215-217.
- [20] 王谦,马腾,李忠,等.开放性骨折的分期治疗[J].中华创伤骨科杂志,2015,17(11): 1009-1012.
- [21] Thomason K, Ramesh A, McGoldrick N, et al. Primary ankle arthrodesis for neglected open Weber B ankle fracture dislocation[J]. Foot Ankle Surg, 2014, 53(4): 446-448.
- [22] 郭小磊,余恒,李文祥,等.顺序降低组合式外固定架固定强度治疗开放性胫骨干骨折[J].中国骨与关节损伤杂志,2018,33(12): 87-89.
- [23] 于珂,宋峰,戚超,等.腓骨切开复位内固定与胫骨闭合复位外支架治疗胫腓骨下端粉碎性骨折[J].生物骨科材料与临床研究,2011,8(2): 47-49.
- [24] 刘军,崔雅清,李伟伟,等.石膏临时固定延期切开复位内固定治疗Pilon骨折[J].中国骨与关节损伤杂志,2018,33(6): 639-640.
- [25] 李建平,崔兴杰,刘彦荣,等.外固定架联合髓内钉内固定治疗胫骨干开放性骨折疗效观察[J].海南医学,2020,31(10): 1260-1262.

[作者简介] 贺杰(1995-)男,本科,住院医师。研究方向:创伤骨科、骨肿瘤、运动医学康复。

\*[通信作者] 常祺(1972-)男,博士,副主任医师。研究方向:全身多发骨折、军事训练伤的防治及运动康复医学。

(收稿日期:2021-03-15)