

论 著

三维CT重建成像在股骨转子间骨折分型及术式选择中的价值*

赵 君¹ 韦 山² 汪正宇^{3,*}
樊慧慧¹ 程广金¹1.芜湖市中医医院医学影像科
(安徽 芜湖 241000)2.安徽工程大学机械工程学院
(安徽 芜湖 241000)3.皖南医学院第一附属医院创伤骨科
(安徽 芜湖 241001)

【摘要】目的 探讨三维CT重建成像在股骨转子间骨折(IFF)分型及术式选择中的价值。**方法** 选取2019年1月至2021年12月本院接受手术治疗的123例IFF患者,术前均接受X线、三维CT扫描重建成像,并进行Evans-Jensen分型评估。以术中诊断作为Evans-Jensen分型的“金标准”,分析X线、三维CT重建成像与术中诊断IFF患者Evans-Jensen分型结果的一致性;以CT三维重建成像诊断的Evans-Jensen分型选择术式,观察不同术式患者术后1个月内X线检查骨折复位情况及术后6个月随访的功能恢复情况。**结果** 术中确诊IFF患者骨折分型:Ia型9例、Ib型17例、Ic型34例、Id型56例、II型7例,CT三维重建成像诊断IFF患者骨折分型:Ia型9例、Ib型17例、Ic型32例、Id型59例、II型6例,X线片诊断IFF患者骨折分型:Ia型12例、Ib型14例、Ic型30例、Id型54例、II型13例。CT三维重建成像诊断IFF患者Evans-Jensen分型的准确度为89.43%,Kappa=0.845,X线片诊断IFF患者Evans-Jensen分型的准确度为76.42%,Kappa=0.665。CT三维重建成像诊断的准确度明显高于X线片($P<0.05$)。根据CT三维重建诊断的Evans-Jensen分型,Ia和Ib型患者接受DHS手术治疗,Ic型和II型患者接受PFNA手术治疗。术后X线检查显示复位良好,术后随访6个月,共获得11例患者的随访资料,均显示功能恢复良好。**结论** CT三维重建成像可对IFF患者Evans-Jensen骨折分型进行准确分型,对指导临床术式选择具有较高的应用价值。

【关键词】 三维CT重建成像; X线; 股骨转子间骨折; 骨折分型; 术式选择

【中图分类号】 R814.4

【文献标识码】 A

【基金项目】 安徽省自然科学基金(2108085ME165)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.06.053

Value of Three-Dimensional CT Reconstruction Imaging in the Classifications and Surgical Selection of Intertrochanteric Fractures of Femur*

ZHAO Jun¹, WEI Shan², WANG Zheng-yu^{3,*}, FAN Hui-hui¹, CHENG Guang-jin¹.

1. Medical Imaging Department of Wuhu traditional Chinese medicine hospital, Wuhu 241000, Anhui Province, China

2. School of mechanical engineering, Anhui University of Engineering, Wuhu 241000, Anhui Province, China

3. Department of orthopedics and trauma, the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of three-dimensional CT reconstruction imaging in the classifications and surgical selection of intertrochanteric fractures of femur (IFF). **Methods** A total of 123 patients with IFF undergoing surgical treatment in the hospital were enrolled between January 2019 and December 2021. All underwent X-ray and three-dimensional CT scan reconstruction imaging before surgery. Evans-Jensen classifications were evaluated. Taking intraoperative diagnosis as the golden standard of Evans-Jensen classifications, the consistency between X-ray, three-dimensional CT reconstruction imaging and intraoperative diagnosis for Evans-Jensen classifications was analyzed. According to Evans-Jensen classifications by three-dimensional CT reconstruction imaging, surgical methods were selected. The fracture reduction by X-ray examination within 1 month after surgery and functional recovery by 6-month of follow-up in patients undergoing different surgery were observed. **Results** Intraoperative diagnosis showed that there were 9 cases with type Ia IFF, 17 cases with type Ib, 34 cases with type Ic, 56 cases with type Id and 7 cases with type II. CT three-dimensional reconstruction imaging showed that there were 9 cases with type Ia, 17 cases with type Ib, 32 cases with type Ic, 59 cases with type Id and 6 cases with type II. X-ray showed that there were 12 cases with type Ia, 14 cases with type Ib, 30 cases with type Ic, 54 cases with type Id and 13 cases with type II. The accuracy rates of CT three-dimensional reconstruction imaging and X-ray in the diagnosis of Evans-Jensen classifications were 89.43% (Kappa=0.845) and 76.42% (Kappa=0.665), respectively. The diagnostic accuracy of CT three-dimensional reconstruction is significantly higher than that of X-ray ($P<0.05$). According to Evans-Jensen classifications by three-dimensional CT reconstruction imaging, patients with types Ia and Ib underwent DHS, while those with types Ic, Id and II underwent PFNA. After surgery, X-ray examination showed that there was good fracture reduction. After 6 months of postoperative follow-up, there were follow-up data in 11 patients, which showed good function recovery. **Conclusion** CT three-dimensional reconstruction imaging can accurately classify Evans-Jensen fractures in patients with IFF, which has high application value in guiding clinical surgical selection.

Keywords: Three-Dimensional CT Reconstruction Imaging; X-ray; Intertrochanteric Fractures of Femur; Fracture Classification; Surgical Selection

股骨转子间骨折(intertrochanteric fractures of femur, IFF)是发生于股骨颈基底至小转子水平以上部位的骨折,多见于骨质疏松的老年人,临床主要表现为髋部疼痛、影响正常站立和行走,严重时因大量出血导致患者死亡^[1-2]。目前临床治疗IFF患者的首选方法为手术内固定,其中防旋股骨近端髓内钉内固定术(proximal femoral nail antirotation, PFNA)和动力髋螺钉内固定术(dynamic hip screw,DHS)是近年来治疗IFF的常见手术方式^[3-4]。既往研究显示,内固定术式选择与患者骨折的稳定性密切相关^[5],因此术前采用简便、准确的检查方法对IFF进行精准分型,对内固定手术的术式选择具有重要意义。三维CT重建成像是利用计算机影像工作站对CT扫描获得的容积数据进行后处理,重建形成可直观显示骨折部位、类型及严重程度的三维立体图像,对IFF分型及术式选择有一定的辅助作用^[6-7]。IFF骨折分型方法包括AO分型和Evans-Jensen分型,既往有研究报道了三维CT重建成像在IFF患者AO分型中的应用价值^[8],但少见三维CT重建成像在IFF患者Evans-Jensen分型及术式选择中应用情况的报道。本研究主要探讨分析三维CT重建成像在IFF患者Evans-Jensen分型及术式选择中的价值,旨在为IFF患者临床术式选择和术后关节功能恢复情况评估提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年1月~2022年2月本院接受手术治疗的123例IFF患者,其中男58例,女65例,年龄50~90岁,平均年龄(73.81±9.74)岁。受伤原因:跌倒83例,坠落25例,车祸15例。

纳入标准:符合IFF诊断标准^[9],经临床病史及影像检查证实;均于伤后常规行患侧

【第一作者】 赵 君,女,主治医师,主要研究方向:医学影像诊断。E-mail: z13955331939@163.com

【通讯作者】 汪正宇,男,副主任医师,主要研究方向:骨科生物力学。E-mail: 15155353050@163.com

髌关节X线检查及CT三维重建; Evans-Jensen分型为I~II型, 均接受手术治疗; 临床资料完整。排除标准: 合并严重脏器功能不全; 合并全身各组织器官急性慢性感染性疾病; 合并股骨头坏死; 既往有髌部手术史; 影像资料不完整、图像质量不佳者。根据术中所见将纳入的123例IFF患者按Evans-Jensen分型标准^[10]分为I a型9例、I b型17例、I c型34例、I d型56例、II型7例。本研究经医院伦理委员会批准通过。

1.2 方法

1.2.1 三维CT重建成像 采用美国GE Wallstand 650型数字化X线诊断仪进行初步扫描, 评估患者Evans-Jensen骨折分型。患者去除金属物品后取仰卧位, 采用Siemens公司第二代双源CT(SOMATOM Definition Flash)进行扫描, 扫描范围选取患者髌前上棘至股骨中段部位, 并于骨折区域扩大2cm区域, 选取高清扫描模式, 进行薄层横断面成像, 并作髌关节股骨粗隆的三维重建。参数设置: 球管旋转时间: 0.5 s·r-1; 自动螺距; 矩阵: 512 × 512; 准直: 0.6mm; 扫描层厚: 0.6 mm; 重建层厚1 mm; 重建层间距: 1mm; 重建算法: B60S, B30s。使用仪器自带的图像处理系统进行X线片和CT图像的采集、存储、传输等处理。CT扫描结果上传到工作站, 采用薄层重建进行多平面重建、表面重建图像得到CT三维重建图像, 并根据需要进行多角度图像存储。以上检查均由本院工作经验丰富的影像科医师负责操作, 检查结果由1名主治医师和1名副主任医师独立查阅并诊断。记录患者X线片、CT检查下的股骨粗隆间骨折块的数量, 评估骨皮质连续性、骨折端稳定性, 评估患者Evans-Jensen骨折分型。

1.2.2 Evans-Jensen分型标准^[10] Evans-Jensen分型以骨折线走向为基础分为5类: (1) I型: ① I a型: 单纯二部分稳定型骨折, 未发生移位; ② I b型: 单纯二部分稳定型骨折, 骨折部分移位, 大转子完整; ③ I c型: 部分不稳定型骨折, 移位骨折块无法完全复位, 内侧皮质无法对合; ④ I d型: 粉碎性不稳定型骨折, 大小转子单独骨块, 内翻畸形; (2) II型: 反向斜行骨折, 不稳定型骨折, 骨折线自大转子下方斜向内上方。

1.2.3 CT三维重建指导术式选择的价值 所有患者均根据CT三维重建诊断的Evans-Jensen分型选择手术方式, 其中稳定型骨折(I a型、I b型) IFF患者接受DHS手术治疗, 不稳定型骨折(I c型、I d型、II型) IFF患者接受PFNA手术治疗。所有患者均于术后早

期(1周~1个月)采用X线检查观察骨折复位情况, 并随访其术后功能恢复情况。

1.3 统计学处理 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析, 计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示, 组间差异采用两样本独立t检验, 计数资料用率表示, 组间差异采用 χ^2 检验; 比较CT三维重建成像、X线片诊断IFF患者Evans-Jensen分型与金标准的Kappa一致性; 以双侧 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT三维重建成像典型影像表现 本研究纳入的123例IFF患者, 经CT三维重建成像诊断Evans-Jensen分型: I a型9例、I b型17例、I c型32例、I d型59例、II型6例。其中I a型、I b型为稳定性骨折, CT三维重建成像典型表现为粗隆间清晰斜向骨折线, 骨折未发生移位, 见图1~图2; I c型、I d型及II型为不稳定骨折, CT三维重建成像典型表现为小转子撕脱骨折, 骨折发生明显移位, 见图3~图5。

2.2 X线片、CT三维重建成像与术中诊断IFF患者Evans-Jensen分型结果比较 以术中所见作为诊断IFF患者Evans-Jensen分型的金标准, 经术中确诊IFF患者骨折分型: I a型9例、I b型17例、I c型34例、I d型56例、II型7例。CT三维重建成像诊断IFF患者骨折分型: I a型9例、I b型17例、I c型32例、I d型59例、II型6例, X线片诊断IFF患者骨折分型: I a型12例、I b型14例、I c型30例、I d型54例、II型13例。见图6。

2.3 CT三维重建成像、X线片与术中诊断IFF患者Evans-Jensen分型结果的Kappa一致性分析 CT三维重建成像诊断IFF患者Evans-Jensen分型I a、I b、I c、I d和II型的准确度为89.43%, Kappa=0.845。X线片诊断IFF患者Evans-Jensen分型的准确度为76.42%, Kappa=0.665。CT三维重建成像诊断的准确度明显高于X线片($\chi^2=7.350$, $P < 0.05$)。见表1。

2.4 CT三维重建指导术式选择的价值 根据CT三维重建诊断的Evans-Jensen分型, 稳定型骨折中, 9例I a型、17例I b型IFF患者接受DHS手术治疗, 不稳定型骨折中, 34例I c型、56例I d型、7例II型IFF患者接受PFNA手术治疗。术后X线检查显示所有IFF患者骨折复位良好, 术后随访6个月, 共获得11例患者的随访资料, 均显示患者功能恢复良好。

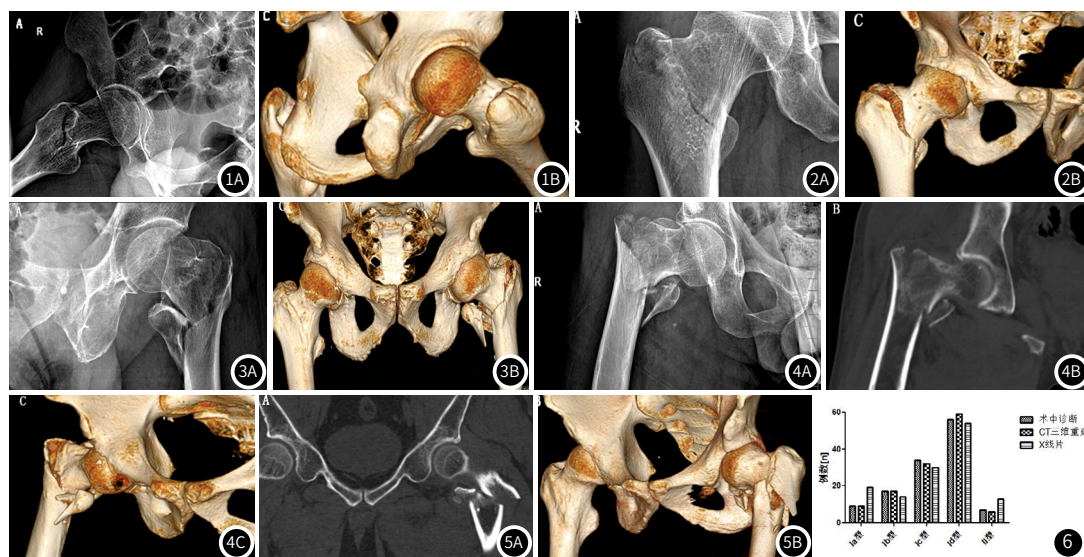


图1 I a型IFF患者CT三维重建成像典型影像。图1A: X线片, 可见骨折远端经粗隆间的骨折线; 图1B: CT三维重建成像: 骨折线由外上斜向下内, 无移位, 骨折处外侧骨皮质较为完整。**图2** I b型IFF患者CT三维重建成像典型影像。图2A: X线片, 经粗隆间骨折线; 图2B: CT三维重建成像: 外上斜向下内的清晰骨折线, 骨折无移位。**图3** I c型IFF患者CT三维重建成像典型影像。图3A: X线片显示明显不连续性骨折线; 图3B: CT三维重建成像: 反斜型骨折线, 骨折明显移位, 骨折处外侧骨皮质不完整。**图4** I d型IFF患者CT三维重建成像典型影像。图4A: X线片显示粉碎性骨折线, 存在较多重叠影; 图4B: CT表现为经粗隆间不清晰的骨折线; 图4C: CT三维重建成像: 反斜型粉碎性骨折线, 骨折明显移位。**图5** II型IFF患者CT三维重建成像典型影像。图5A: CT表现为明显的粉碎性骨折, 伴骨折远端脱离; 图5B: CT三维重建成像: 反斜型粉碎性骨折线, 后方粗隆部见骨折块, 伴大小粗隆粉碎性分离。**图6** X线片、CT三维重建成像与术中诊断Evans-Jensen分型结果比较。

表1 CT三维重建成像、X线片与术中诊断IFF患者Evans-Jensen分型结果的Kappa一致性分析

检查方法	例数	Evans-Jensen分型	术中诊断					Kappa值
			I a型	I b型	I c型	I d型	II型	
CT三维重建成像	123	I a型	8	1	0	0	0	0.845
		I b型	1	16	0	0	0	
		I c型	0	0	30	1	1	
		I d型	0	0	3	53	3	
X线片	123	II型	0	0	1	2	3	0.665
		I a型	7	4	1	0	0	
		I b型	2	12	0	0	0	
		I c型	0	1	24	2	3	
		I d型	0	0	3	49	2	
		II型	0	0	6	5	2	

3 讨论

IFF是髋部骨折常见的一种,因保守治疗常导致较多并发症,临床目前多采用PFNA和DHS等内固定手术治疗,取得了较好的治疗效果^[12]。但PFNA和DHS术式需根据患者骨折稳定性和分型进行选择,因此采用操作简便且精准度高的检查方法对IFF患者进行骨折分型,有利于选择恰当的内固定方式,对IFF患者骨折治疗具有重要意义^[13-14]。三维CT重建成像可通过后期图像多平面重建对IFF骨折患者骨折位置、骨折线走向及骨折处外侧骨皮质完整程度进行多角度观察,显著提高了对骨折分型判断的准确性^[15]。本研究重点探讨分析三维CT重建成像在IFF的Evans-Jensen分型及术式选择中的价值。

本研究纳入的123例IFF患者中,CT三维重建成像诊断Evans-Jensen分型中I a型、I b型为稳定性骨折,占比21.13%,I c型、I d型、II型为不稳定骨折,占比78.87%。I a型、I b型IFF患者CT三维重建成像典型表现为粗隆间清晰斜向骨折线,骨折不发生移位,而I c型、I d型及II型IFF患者CT三维重建成像典型表现为清晰的反斜型粉碎性骨折线,骨折发生明显移位,骨折处外侧骨皮质不完整,部分患者可见后方粗隆部见骨折块,小转子撕脱骨折,伴大小粗隆粉碎性分离。与传统的X线片比较,CT三维重建成像可对IFF患者骨折线的行走方向及骨皮质完整度作出良好的判断,且通常不受患者检查体位和骨折位置的影响,弥补了X线片检查重叠影响的局限性^[16-17]。本研究结果显示,CT三维重建成像和X线片诊断IFF患者Evans-Jensen分型I a、I b、I c、I d和II型的准确度分别为89.43%和76.42%,Kappa分别为0.845和0.665,CT三维重建成像诊断的准确度明显高于X线片,说明CT三维重建成像具有更高的诊断准确度和Kappa一致性。具体分析,CT三维重建成像诊断IFF患者Evans-Jensen分型与术中诊断金标准比较,稳定型骨折中I a、I b型间均出现1例漏诊误诊,不稳定型骨折中I c、I d和II型间出现4、3和4例漏诊误诊,但并未出现稳定型骨折与不稳定型骨折之间的误诊,因而并未对基于术前CT三维重建成像诊断Evans-Jensen分型的手术方式选择造成影响,说明CT三维重建成像对IFF患者术前Evans-Jensen分型具有较高的准确性,提示临床可将作为IFF患者术前骨折分期诊断及术式选择的可靠依据。

PFNA和DHS是目前临床治疗IFF患者常见手术方式,其中不稳定型骨折以PFNA术为主,稳定型骨折以DHS术为主,正确的术前骨折分期对IFF患者术后关节功能恢复意义重大^[18-20]。本研究根据CT三维重建诊断的Evans-Jensen分型结果进行术式选择,其中9例Ia型、17例Ib型IFF患者接受DHS手术治疗,34例Ic型、56例Id型、7例II型IFF患者接受PFNA手术治疗。术后立即复查X线检查显示所有IFF患者骨折复位良好,术后随访6个月,剔除失访病例后共获得11例患者的随访资料,结果显示所有患者功能恢复良好,说明基于CT三维重建成像诊断的Evans-Jensen分型结果选择的手术方式对IFF患者均具有较好的治疗效果,有利于促进其髋关节功能恢复,改善远期预后。

综上所述,与X线检查比,CT三维重建成像可更为准确的评估IFF患者Evans-Jensen骨折分型,对患者术式选择具有较高指导意义。本研究的局限之处在于选取的样本数量较为有限,未对

骨折块数量及骨折皮质连续性进行具体分析,后续仍系加大样本量深入研究验证。

参考文献

- [1] Fischer H, Maleitzke T, Eder C, et al. Management of proximal femur fractures in the elderly: current concepts and treatment options[J]. Eur J Med Res, 2021, 26(1): 86-88.
- [2] Hwang J, Hadeed M, Sapp T, et al. Varus displacement of intertrochanteric femur fractures on injury radiographs is associated with screw cutout[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2021, 31(4): 683-687.
- [3] Chang SM, Hou ZY, Hu SJ, et al. Intertrochanteric femur fracture treatment in asia: what we know and what the world can learn[J]. Orthop Clin North Am, 2020, 51(2): 189-205.
- [4] Baral P, Chaudhary P, Shah AB, et al. Outcome of Proximal Femoral Nail Antirotation II fixation of Peritrochanteric Fracture of Femur[J]. J Nepal Health Res Counc, 2020, 18(2): 301-306.
- [5] 何举仁, 宋晓杰, 孔涛涛. 不稳定性老年股骨转子间骨折的术式选择对治疗结果的影响[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(3): 202-205.
- [6] Kitai T, Hyodo Y, Morikawa H. Development of CT pelvimetry using deep learning based reconstruction[J]. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi, 2020, 76(1): 16-25.
- [7] 赵飞, 姚志军, 张弥. 基于计算机辅助系统对三维CT重建成像的股骨转子间骨折分型的临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(1): 179-182.
- [8] 周海东, 潘志军, 徐宏宇, 等. CT三维重建在股骨转子间骨折AO分型中的价值[J]. 临床骨科杂志, 2019, 22(1): 81-84, 88.
- [9] 唐佩福, 王岩. 骨折手术学(精)[M]. 人民军医出版社, 2013.
- [10] 周刚, 郑中义, 刘波, 等. 64排螺旋CT对粗隆间骨折Evans分型的影响研究[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(14): 2783-2786.
- [11] 周世强, 吴治宏, 程亚峰, 等. 股骨距替代髓关节置换术治疗老年股骨转子间骨折患者的疗效观察[J]. 广西医学, 2019, 41(22): 2867-2870, 2874.
- [12] Nie SB, Zhao YP, Li JT, et al. Medial support nail and proximal femoral nail antirotation in the treatment of reverse obliquity intertrochanteric fractures (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopedic Trauma Association 31-A3.1): a finite-element analysis[J]. Chin Med J (Engl), 2020, 133(22): 2682-2687.
- [13] 刘文斌. 老年股骨粗隆间骨折应用PFNA联合PFN内固定治疗临床效果观察[J]. 河北医学, 2019, 25(4): 629-633.
- [14] Malliya S, Kamath SU, Madegowda A, et al. Comparison of radiological and functional outcome of unstable intertrochanteric femur fractures treated using PFN and PFNA-2 in patients with osteoporosis[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2019, 29(5): 1035-1042.
- [15] 金忠军, 沈朝, 刘贝妮, 等. 股骨近端髓内钉-螺旋刀片内固定与人工关节置换术在老年髋部骨折中的临床比较研究[J]. 创伤外科杂志, 2020, 22(2): 133-137.
- [16] 王海虎, 邓杰林, 倪进荣, 等. LPFP与PFNA内固定术治疗不同类型老年股骨粗隆间骨折的疗效及生物力学性能对比分析[J]. 老年医学与保健, 2022, 28(2): 375-380.
- [17] 李刚, 冯延冰. 320排CT三维重建在股骨粗隆间骨折分型及术式选择中的应用价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(12): 174-177.
- [18] Jin Z, Xu S, Yang Y, et al. Cemented hemiarthroplasty versus proximal femoral nail antirotation in the management of intertrochanteric femoral fractures in the elderly: a case control study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 846-849.
- [19] Nie S, Li M, Ji H, et al. Biomechanical comparison of medial sustainable nail and proximal femoral nail antirotation in the treatment of an unstable intertrochanteric fracture[J]. Bone Joint Res, 2020, 9(12): 840-847.
- [20] 王旭刚, 陈军, 王志奇, 等. PFNA内固定术与髓关节置换术治疗老年Evans III、IV型股骨粗隆间骨折的安全性和有效性分析[J]. 贵州医药, 2019, 43(6): 906-908.

(收稿日期: 2022-08-25)

(校对编辑: 孙晓晴)