

术后 Pilon 骨折的临床结局及其影响因素分析

杨 滔 杨晓茂 张艳秋 朱 静

摘要 目的 研究手术治疗后 Pilon 骨折的临床结局,进而分析其可能的影响因素。**方法** 选取 2012 年 1 月~2015 年 1 月于笔者医院手术治疗的后 Pilon 骨折患者 38 例为研究对象。记录患者出院时红细胞计数(RBC)、白细胞计数(WBC)、血清白蛋白(ALB)、空腹血糖(FPG)等临床资料。对所有患者进行为期 2 年的随访,根据患者末次随访时 Burwell - Charnley 影像学标准及 AOFAS 踝与后足功能评分标准对患者进行分组,两项评价指标均达到优良定义为预后良好组,其余纳入预后不良组。根据患者术后并发症情况绘制 Kaplan - Meier 生存曲线,对其临床结局进行分析,并应用单因素分析及多因素 Cox 回归确定其影响因素。**结果** 患者 2 年内不良临床结局的发生率为 30.56%,并发症主要为创伤性关节炎,内固定失效,疼痛难以忍受行内固定取出。单因素分析显示,年龄、WBC、ALB、FPG 对后 Pilon 骨折术后临床结局有影响($P < 0.05$),多因素 Cox 回归显示,年龄($RR = 1.402, P = 0.030$)、FPG ($RR = 3.159, P = 0.046$)对后 Pilon 骨折术后临床结局存在明显影响,FPG 对患者临床结局影响较大且高于年龄($RR = 3.159$ vs $RR = 1.402$)。**结论** 手术治疗后 Pilon 骨折的临床结局尚可,年龄和 FPG 对手术治疗后 Pilon 骨折的临床结局存在明显影响,FPG 有望作为后 Pilon 骨折患者不良预后的检测指标之一,具有潜在临床预测价值。

关键词 后 Pilon 骨折 临床结局 影响因素

中图分类号 R4 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.05.022

Clinical Outcome of the Posterior Pilon Fractures after the Operation and Its Influencing Factors. Yang Tao, Yang Xiaomao, Zhang Yanqiu, et al. Department of Orthopedics, Ya'an People's Hospital, Sichuan 625000, China

Abstract Objective To study the clinical outcome of the posterior Pilon fractures after the operation and then analyze its possible influencing factors. **Methods** Totally 38 patients with the posterior post Pilon fractures who underwent surgical treatment from January 2012 to January 2015 were selected as the study subjects. Red blood cell (RBC), white blood cell count (WBC), serum albumin (ALB), fasting plasma glucose (FPG) and other clinical data were recorded when discharged. All patients were followed up for 2 years, and the patients were divided according to the Burwell - Charnley imaging criteria and the AOFAS ankle and hindfoot scoring criteria at the last follow - up. The patients whose both evaluations were excellent defined as the favorable prognosis group and the rest were poor prognosis group. Kaplan - Meier survival curve was drawn according to the postoperative complications. The clinical outcome was analyzed and the influencing factors were determined by univariate analysis and multivariate Cox regression. **Results** The incidence of adverse clinical outcomes was 30.56% in 2 years. The complications were mainly traumatic arthritis, internal fixation failure and the removing of the internal fixation because of the unbearable pain. Univariate analysis showed that age, WBC, ALB, FPG had an effect on the clinical outcome of the posterior Pilon fractures ($P < 0.05$). Multivariate Cox regression showed that age ($RR = 1.402, P = 0.030$), FPG ($RR = 3.159, P < 0.05$) had a significant effect on the clinical outcome of the posterior pilon fractures, and FPG had a greater effect on the clinical outcome of patients than age ($RR = 3.159$ vs $RR = 1.402$). **Conclusion** The clinical outcome of the posterior Pilon fractures after the operation is tolerable, and the age and FPG has a significant effect on the clinical outcome of the posterior Pilon fractures after the operation, and FPG is hoped to be used as a indicator of predicting the prognosis of patients with the posterior Pilon fractures.

Key words Posterior Pilon fractures; Clinical outcome; Influencing factor

后 Pilon 骨折是指后踝冠状面骨折累及内踝后丘甚至部分前丘,并常合并踝关节后脱位和踝关节软骨面损伤(die - punch)的后踝关节骨折^[1, 2]。作为一

种特殊类型的踝关节骨折,其损伤机制既不同于由低能量旋转暴力导致的传统三踝骨折,也不同于由高能量垂直暴力引起的经典 Pilon 骨折,而是由旋转暴力与垂直暴力共同作用于踝关节^[3-5]。有研究表明,后 Pilon 骨折的发生率约占 Pilon 骨折总数的 5.6%,多由交通事故、坠落、下楼摔倒、平地摔倒等引起^[6]。后 Pilon 骨折的特点决定了其治疗原则及临床结局等

基金项目:四川省卫生厅科研项目(100447)

作者单位:625000 雅安市人民医院骨科(杨滔、杨晓茂、张艳秋);610072 成都,四川省人民医院(朱静)

通讯作者:杨滔,电子信箱:yangtaodoctor123@sina.com

完全不同于踝关节骨折及 Pilon 骨折,因此将后 Pilon 骨折从踝关节骨折及 Pilon 骨折中单独划分出来具有重要意义。对于后 Pilon 骨折的治疗目前多采用切开复位内固定^[7]。然而,由于后 Pilon 骨折发生率低,临床对于 Pilon 骨折的认识时间短,国内外鲜有对后 Pilon 骨折临床结局及其影响因素的系统研究,对于后 Pilon 骨折的分型、手术方式等方面并未达成共识,加之对影响患者临床结局影响因素的认识不清,这会严重影响患者病情转归^[8-13]。在其他临床常见类型的骨折中,大量研究表明年龄、营养状态、炎症状态、血糖等因素可能影响骨折预后,但这些因素是否为影响后 Pilon 骨折预后的独立危险因素尚需进一步研究证实。因此,本研究通过研究手术治疗后 Pilon 骨折的临床结局,分析其相关的影响因素,旨在为临床决策及干预提供参考,以期改善患者预后。

资料与方法

1. 一般资料:选取 2012 年 1 月~2015 年 1 月于笔者医院手术治疗的后 Pilon 骨折患者 38 例为研究对象,其中男性 23 例,女性 15 例,患者年龄 18~64 岁,平均年龄为 44.26 ± 10.77 岁。(1)纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②伤后 3 周内行切开复位内固定手术治疗;③临床资料完整;④既往无肝胆系统、心血管系统、血液系统、内分泌系统、自身免疫系统疾病。(2)排除标准:①陈旧性或病理性骨折;②合并其他骨折或重要脏器损伤;③既往踝关节外伤史;④患者不同意长期随访。本研究开始前研究方案已通过笔者医院伦理委员会审核批准,所有患者对实验内容知情并签署知情同意书。

2. 方法:(1)临床资料收集:入院时即收集患者基线资料、致伤原因、手术方法、患者出院时红细胞数(RBC)、白细胞数(WBC)、血清白蛋白(ALB)、空腹血糖(FPG)等临床资料。以上血清学检测指标均采用笔者医院检验科罗氏 DPP 全自动生化分析仪进行检测。(2)诊断标准:后 Pilon 骨折诊断标准:术前 CT 检查提示后踝冠状面骨折累及内踝后丘和(或)前丘。(3)手术方法:所有 38 例患者均在硬膜外麻醉下行切开复位内固定治疗,根据骨折情况不同,分别采用后外侧入路、后外侧联合后内侧入路。术后第 2 天拔除引流管后行股及小腿肌群肌肉等长收缩锻炼,术后 6~8 周行 X 线检查提示骨痂形成后行保护下部分负重锻炼,X 线检查提示骨折愈合后行全负重锻炼。(4)随访:对参与研究的 38 例患者进行为期 2 年的随访,治疗结束后每隔 1 个月进行 1 次电话随访

或门诊随访。终点事件为患者出现内固定失效、创伤性关节炎、再次手术等情况。删失定义为:患者失访、中途退出、死于其他与研究无关的原因等。(5)分组方法:根据 Burwell - Charnley 影像学标准^[8]及 AOFAS 踝与后足功能评分标准^[9]对患者进行分组,两项评价指标均达到优良定义为预后良好组,其余纳入预后不良组。Burwell - Charnley 影像学标准评价后 Pilon 骨折复位情况。其中优:内、外踝无侧方移位、无成角移位,纵向移位(缩短或分离) $< 1\text{mm}$,后踝骨折块移位 $< 2\text{mm}$,无距骨脱位。可:内、外踝无侧方移位,无成角移位,外踝向后移位 2~5mm,后踝骨折块移位 2~5mm,无距骨脱位。差:内、外踝侧方移位,外踝向后移位 $> 5\text{mm}$ 或后踝骨折块移位 $> 5\text{mm}$,距骨脱位。采用美国足踝外科协会(AOFAS)踝与后足功能评分标准评价患者踝关节功能。该标准包括功能、疼痛、自主活动、地面步行、最大步行距离、反常步态、前后活动、后足活动、踝-后足稳定性、足部力线等指标,共计 100 分,评价时以 90~100 分为优,75~89 分为良,50~74 分为可, < 50 分为差。

3. 统计学方法:应用 SPSS 19.0 统计学软件对研究数据进行统计分析,根据患者随访情况绘制 Kaplan - Meier 生存曲线。对 RBC、WBC 等符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,单因素分析年龄、性别、RBC、WBC、ALB、FPG 等因素对后 Pilon 骨折的临床结局是否有影响,对存在影响的因素进一步行多因素 Cox 比例风险模型分析,以探索各变量对后 Pilon 骨折患者临床结局的影响程度,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 患者一般情况:38 例骨折患者中年龄最大的 64 岁,最小的 18 岁,18~40 岁患者 20 例,占比最高,为 52.63%;男性患者后 Pilon 骨折的发生率是女性的 1.53 倍(23/15);致伤原因以交通伤为多,占比 34.21%(13/38),手术方式以后外侧入路为主,占比 63.16%(24/38)(表 1)。患者治疗前、治疗后及随访期间影像学检查如图 1 所示。

2. 随访结果及后 Pilon 骨折患者术后生存曲线分析:38 例研究对象中,失访 2 例,余 36 例完成随访纳入分析。末次随访时,根据 Burwell - Charnley 影像学标准评价,优 25 例,可 3 例,差 8 例;根据 AOFAS 踝与后足功能评分标准评价,优 15 例,良 11 例,可 3 例,差 7 例,两项指标评价均达到优良为预后良好共 25 例,其余为预后不良共 11 例, Kaplan - Meier 生存

表 1 患者一般情况

项目	例数(<i>n</i> = 38)	百分比(%)
年龄(岁)		
18 ~ 40	20	52.63
41 ~ 60	16	42.11
>60	2	5.26
性别		
男性	23	60.53
女性	15	39.47
致伤原因		
交通伤	13	34.21
高处坠落伤	10	26.32
下楼梯摔伤	9	23.68
运动伤	6	15.79
手术方式		
后外侧入路	24	63.16
后外侧联合后内侧入路	14	36.84

曲线显示,患者2年内不良临床结局的发生率为30.56%(图2)。在发生不良结局的11例患者中,4例患者出现创伤性关节炎,3例患者内固定失效,4例患者因自述疼痛明显取出内固定。

3. 影响后 Pilon 骨折患者术后临床结局的单因素分析:将可能影响后 Pilon 骨折手术后临床结局的单因素,包括年龄、性别,血清学指标:RBC、WBC、ALB、FPG 进行单因素分析,结果提示,年龄、WBC、ALB、FPG 对后 Pilon 骨折术后临床结局有影响($P < 0.05$),而性别、RBC 对后 Pilon 骨折术后临床结局无明显影响($P > 0.05$,表2)。

4. 影响后 Pilon 骨折患者术后临床结局的多因素 Cox 比例回归分析:进一步分析年龄、WBC、ALB、FPG 对后 Pilon 骨折术后临床结局的影响程度,多因素

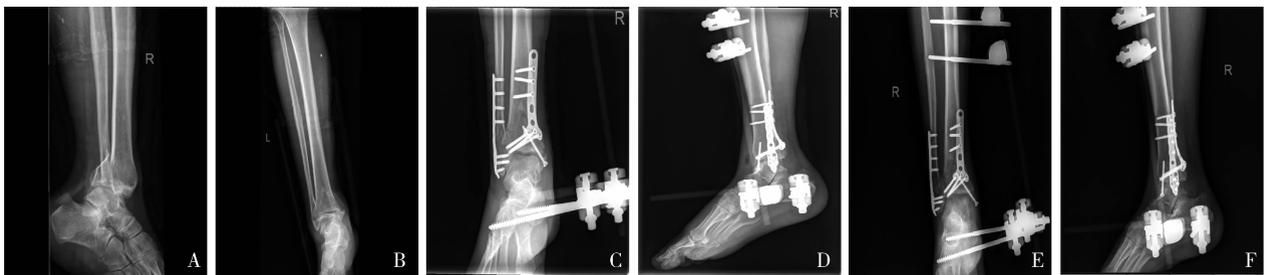


图 1 患者后 Pilon 骨折钢板联合空心钉固定术后影像学表现

A 与 B. 患者治疗前的影像学检查图片;C 与 D. 患者术后第 3 天影像学检查图片;E 与 F. 患者随访期间影像学检查图片

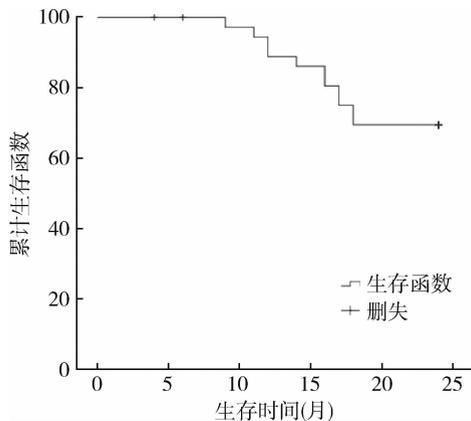


图 2 后 Pilon 骨折患者手术治疗后不良临床结局发生率的生存曲线分析

Cox 回归结果提示,年龄、FPG 对后 Pilon 骨折术后临床结局存在明显影响($P < 0.05$),其中 FPG 对患者临床结局影响较大且高于年龄($RR = 3.159$ vs $RR = 1.402$),而 WBC、ALB 对临床结局无明显影响($P > 0.05$,表3)。

讨 论

传统三踝骨折多由于摔倒等低能量扭转暴力所致,而经典 Pilon 骨折多由交通事故、高处坠落等高能垂直暴力引起^[14]。而后 Pilon 骨折兼具上述两者的特点,当高处坠落等暴力发生时,踝关节处于跖屈内翻位,此时足外侧缘优先接触地面,由于惯性导致的冲量集中于外踝引起外踝骨折,同时距骨与后踝的

表 2 后 Pilon 骨折患者术后临床结局影响因素的单因素分析

项目	B	SE	Wald	df	P	RR	95% CI
年龄	0.268	0.089	9.077	1	0.003	1.307	1.098 ~ 1.556
性别	0.068	0.731	0.009	1	0.925	1.071	0.256 ~ 4.484
RBC	-0.083	0.458	0.033	1	0.856	0.920	0.375 ~ 2.257
WBC	1.483	0.753	3.874	1	0.049	4.405	1.006 ~ 19.289
ALB	-0.155	0.071	4.825	1	0.028	0.856	0.745 ~ 0.983
FPG	1.289	0.395	10.631	1	0.001	3.629	1.672 ~ 7.876

表3 后 Pilon 骨折患者术后临床结局影响因素的 Cox 比例回归分析

项目	B	SE	Wald	df	P	RR	95% CI
年龄	0.338	0.155	4.738	1.000	0.030	1.402	1.034 ~ 1.900
WBC	0.386	1.323	0.085	1.000	0.771	1.471	0.110 ~ 19.679
ALB	-0.274	0.163	2.821	1.000	0.093	0.760	0.552 ~ 1.047
FPG	1.150	0.575	3.995	1.000	0.046	3.159	1.023 ~ 9.758

撞击,极易导致后踝冠状面发生骨折,并常累及内踝后丘,形成后 Pilon 骨折^[15]。既往认为,后 Pilon 骨折以青壮年男性多见,且致伤因素以交通伤及高处坠落伤多见,本研究结果再次印证这一观点,其原因可能在于青壮年男性劳动及社会活动较多,发生骨折的概率较高^[16]。对于后 Pilon 骨折的治疗,临床目前以手术切开复位内固定为主,但由于对后 Pilon 骨折的分型、具体手术方式尚未达成共识,加之临床病例数少,因此鲜有文献对后 Pilon 骨折手术治疗后的临床结局进行系统研究^[17, 18]。

本研究选取了于笔者医院行手术治疗的后 Pilon 骨折患者 38 例为研究对象,并进行了为期 2 年的随访,根据末次随访时 Burwell - Charnley 影像学标准及 AOFAS 踝与后足功能评分标准对患者的临床结局进行评估。生存曲线显示,纳入研究的后 Pilon 骨折患者临床结局良好者占比 69.44%,提示后 Pilon 骨折行手术治疗后结局尚可。而术后结局不良患者,出现的并发症主要是创伤性关节炎、内固定失效、因自述疼痛明显取出内固定,既往也有文献报道后 Pilon 骨折术后出现创伤性关节炎、内固定失效等并发症。分析其原因,创伤性关节炎的发生,是由于发生创伤时,往往造成关节内骨折及软骨破坏,致使关节面不平整,伤肢承重能力减弱,活动时其关节面会发生过度磨损,引起关节间隙狭窄,关节僵硬、肿痛等症状,发生创伤性关节炎^[19]。对内固定失效患者进行分析,发现 3 例均为前向后空心螺钉固定,既往有研究表明前后向螺钉并不能满足后 Pilon 骨折固定要求,其可能原因是在于后 Pilon 骨折存在垂直暴力,前后向螺钉并不能起到抗滑固定的效果并且前后向螺钉的固定强度较低。4 例患者因疼痛取出内固定可能与钢板对胫后肌腱的刺激引起有关,内固定取出后患者疼痛缓解。

影响骨折临床结局的因素众多,包括患者因素、骨折因素、医疗因素等^[20]。以往研究认为年龄增加影响骨折术后功能的恢复;营养状态差会增加术后并发症发生的风险;骨折处炎症反应较重会影响预后;血糖升高会明显影响骨折的愈合及患者的预后。但

对于这些因素是否是影响后 Pilon 骨折临床结局的独立因素,鲜有文献报道。

本研究对上述可能影响后 Pilon 骨折临床结局的因素进行单因素分析,发现年龄、WBC、ALB、FPG 等因素均会对临床结局产生影响。对初步筛选的指标进行多因素 Cox 回归发现,年龄及 FPG 影响后 Pilon 骨折临床结局,而其他因素并无明显影响。随着年龄增加,机体康复能力、运动能力、精神健康水平等出现显著降低,且这种降低较难逆转。本研究在排除多因素混杂影响后,发现年龄是影响后 Pilon 骨折患者术后临床结局的影响因素,这与前人在研究其他部位骨折影响因素时得出的结论一致,提示年龄可能影响多种类型骨折的临床结局。

有研究认为在经典 Pilon 骨折中,合并糖尿病的患者其术后感染率、不愈合及延迟愈合率明显高于非糖尿病组。本研究选取 FPG 作为检测指标,在后 Pilon 骨折中得出类似结论,即 FPG 水平对后 Pilon 骨折术后临床结局产生明显影响。这可能与以下因素有关:①血糖升高会抑制骨痂中的细胞增殖,延缓愈合;②血糖升高会抑制骨痂处细胞外基质中胶原纤维的合成,而胶原纤维的不足会导致骨骼机械强度的降低;③血糖升高对于骨矿化及软骨形成也产生明显影响。这提示控制血糖水平对于后 Pilon 骨折患者的临床结局起着非常重要的作用。另外,本研究发现反映患者整体营养状态的 RBC、ALB 及反映炎症水平的 WBC 并不是影响后 Pilon 骨折患者临床结局的因素,这可能是由于 RBC、ALB、WBC 等指标并不具有特异性,大量因素会对其水平造成影响。

综上所述,手术治疗后 Pilon 骨折,患者临床结局尚可,并发症主要为创伤性关节炎,内固定失效,疼痛难以忍受行内固定取出等,年龄、FPG 水平是其影响因素。但是,可能影响后 Pilon 骨折临床结局的因素较多,下一步研究中可以选取更为全面特异的指标进行分析,进一步阐明影响手术治疗后 Pilon 临床结局的因素,为临床诊治提供参考。

参考文献

- 1 张建政,王浩,刘智,等.后 pilon 骨折的诊断与治疗进展[J].

中华骨科杂志, 2017, 37(4): 252 - 256

- 2 Jr R D W. Tibial pilon fractures[J]. *Curr Orthopaed*, 2015, 13(2): 42 - 52
- 3 Assal M, Ray A, Stern R. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures [J]. *J Orthopaed Trauma*, 2015, 29(2): 69
- 4 张宏斌, 陈杰, 关鹏飞, 等. 后内侧入路在胫骨远端后 pilon 骨折治疗中的应用 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2016, 18(3): 214 - 219
- 5 Lacasse JS, Laflamme M, Penner MJ. Irreducible fracture - dislocation of the ankle associated with interposition of the tibialis posterior tendon in the syndesmosis: a case report [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2015, 54(5): 962 - 966
- 6 张建政, 王浩, 商洪涛, 等. 后 pilon 骨折 AGH 分型及对手术的指导意义 [J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37(5): 284 - 290
- 7 Tresley J, Subhawong TK, Singer AD, *et al.* Incidence of tendon entrapment and dislocation with calcaneus and pilon fractures on CT examination[J]. *Skeletal Radiol*, 2016, 45(7): 977 - 988
- 8 Ahumada X, Urbina C, Bastias C, *et al.* Radiological signs in posterior pilon fracture[J]. *Foot Ankle Surg*, 2016, 22(2): 95 - 96
- 9 陈居文, 王永清, 孔令伟, 等. 后外及后内侧联合入路治疗老年后 Pilon 骨折的疗效观察 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2016, 9: 1089 - 1093
- 10 王浩, 李连华, 彭城, 等. 不同内固定方式治疗胫骨后 pilon 骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2016, 18(6): 481 - 486
- 11 Hoekstra H, Rosseels W, Rammelt S, *et al.* Direct fixation of frac-

tures of the posterior pilon via a posteromedial approach. [J]. *Injury Int J Care Injured*, 2017, 48(6): 1269 - 1274

- 12 孔祥如, 朱裕成, 杨天明, 等. 支撑钢板或结合空心螺钉治疗胫骨后 pilon 骨折 [J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33(2): 164 - 170
- 13 陈一衡, 陈时益, 陈星隆, 等. 桡骨远端骨折合并腕骨骨折的诊断与治疗 [J]. *中华手外科杂志*, 2015, 31(1): 17 - 20
- 14 陈杰, 陈舰, 邵印麟, 等. 中老年髋部骨折患者术后康复影响因素分析 [J]. *山东医药*, 2016, 4: 42 - 43
- 15 刘国印, 张勇, 王进, 等. 老年人营养状况对股骨颈骨折术前隐性失血的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(8): 677 - 681
- 16 宋敏, 刘涛, 巩彦龙, 等. 间充质干细胞与免疫细胞相互作用于骨折愈合的研究进展 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 10: 1345 - 1349
- 17 周健强, 付昆, 李洪潮, 等. 糖尿病对股骨粗隆骨折患者围术期发生并发症影响的研究 [J]. *重庆医学*, 2015, 3: 407 - 409
- 18 龚晓峰, 许毅博, 吕艳伟, 等. 影响 Pilon 骨折手术疗效的相关因素分析 [J]. *中华骨科杂志*, 2016, 36(21): 1380 - 1385
- 19 Klaue K. Operative access for treatment of pilon fractures[J]. *Der Unfallchirurg*, 2017, 166(14): 1 - 4
- 20 张鹤鹏, 杨成林, 耿硕. 不同钢板内固定治疗 Ruedi - Allgower II、III 型闭合性胫骨 Pilon 骨折的临床疗效比较研究 [J]. *医学研究杂志*, 2016, 45(12): 105 - 108

(收稿日期: 2017 - 07 - 30)

(修回日期: 2017 - 10 - 07)

(接第 178 页)

- 8 金惠红, 赵博文, 余婵, 等. 实时三维经食管超声心动图评价非瓣膜病性心房颤动患者左心耳容积和功能的研究 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2014, 23(9): 746 - 750
- 9 Rosiak M, Dziuba M, Chudzik M, *et al.* Risk factors for atrial fibrillation: Not always severe heart disease, not always so 'lonely' [J]. *Cardiol J*, 2010, 17(5): 437 - 442
- 10 孙艺红, 胡大一. 中国人非瓣膜性心房颤动脑卒中危险因素病例 - 对照研究 [J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2004, 18(z1): 195
- 11 张源明, 李黎. 原发性高血压伴房颤患者左心重构的特点 [J]. *中华高血压杂志*, 2009, 2: 141 - 144
- 12 黄从新, 马长生, 杨延宗, 等. 心房颤动: 目前的认识和治疗建议 (二) [J]. *中华心律失常学杂志*, 2006, 3: 167 - 197
- 13 Qamruddin S, Shinbane J, Shriki J, *et al.* Left atrial appendage: structure, function, imaging modalities and therapeutic options [J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2010, 8(1): 65 - 75
- 14 Bilge M, Guler N, Eryonucu B, *et al.* Effect of blood pressure reduction on abnormal left atrial appendage function in untreated systemic hypertensive patients with sinus rhythm [J]. *Angiology*, 2001, 52(9): 621 - 626
- 15 Bernhardt P, Schmidt H, Hammerstingl C, *et al.* Patients with atrial

fibrillation and dense spontaneous echo contrast at high risk a prospective and serial follow - up over 12 months with transesophageal echocardiography and cerebral magnetic resonance imaging [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2005, 45(11): 1807 - 1812

- 16 Asinger RW, Koehler J, Pearce L A, *et al.* Pathophysiologic correlates of thromboembolism in nonvalvular atrial fibrillation: II. Dense spontaneous echocardiographic contrast (The Stroke Prevention in Atrial Fibrillation [SPAF - III] study) [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 1999, 12(12): 1088 - 1096
- 17 Handke M, Harloff A, Hetzel A, *et al.* Left atrial appendage flow velocity as a quantitative surrogate parameter for thromboembolic risk: determinants and relationship to spontaneous echocontrast and thrombus formation - a transesophageal echocardiographic study in 500 patients with cerebral ischemia [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005, 18(12): 1366 - 1372
- 18 Zabalgoitia M, Halperin JL, Pearce LA, *et al.* Transesophageal echocardiographic correlates of clinical risk of thromboembolism in nonvalvular atrial fibrillation. Stroke Prevention in Atrial Fibrillation III Investigators [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1998, 31(7): 1622 - 1626

(收稿日期: 2017 - 08 - 16)

(修回日期: 2017 - 09 - 13)