双极射频消融术对心房颤动患者左心房结构和功能的影响

李小庆[1],胡建波[1],唐 红[2],郭应强[3],成 力[1] (1. 第三军医大学新桥医院心内科,重庆 400037;2. 四川大学华西医院心内科,四川 成都 610041;3. 四川大学华西医院胸心血管外科,四川 成都 610041)

[摘 要] **目的** 分析双极射频消融对心房颤动(房颤)患者左心房结构和功能的影响。**方法** 四川大学华西医院 2008 年 3 月至 2010 年 10 月收治二尖瓣置换患者 101 例,将患者分为房颤射频消融组(43 例),房颤拒绝射频消融组(30 例)和非房颤组(28 例),分别在手术前后进行经胸超声心动图检查。**结果** 射频消融组左心房左右径变化率(24.24 ± 8.67)% 明显大于另外 2 组患者,差异具有统计学意义($P < 0.05$),左心房管道容积变化率(17.18 ± 3.26)%,明显高于拒绝射频消融组(0.86 ± 0.26)%,差异具有统计学意义($P < 0.05$),左心房总射血分数变化率(202.41 ± 81.59)%,明显高于拒绝射频消融组(109.53 ± 60.91)%,差异具有统计学意义($P < 0.05$),但左心房主动射血分数(12.18 ± 3.48)%、总射血分数(41.31 ± 8.26)%,均明显低于非房颤组的(21.33 ± 5.61)% 和(45.05 ± 7.37)%,差异具有统计学意义($P < 0.05$),左心房后壁中间段和心底段应变变化率分别为(14.34 ± 9.47)% 和(13.20 ± 8.38)%,明显低于其余节段,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 双极射频消融后短期内患者左心房结构重构无明显改善,左心房管道功能代偿程度明显降低,左心房辅泵功能有明显改善,左心房后壁中间段及心底段舒缩功能改善程度相对较差。

[关键词] 心房颤动;射频消融;超声心动描记术;左心房
[中图分类号] R541.7 +5 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2016)02-0108-05

Influence of left atrial structure and function by bipolar radio frequency current ablation in patients with atrial fibrillation

LI Xiao-qing[1], HU Jian-bo[1], TANG Hong[2], GUO Ying-qiang[3], CHENG Li[1] (1. Department of Cardiology, Xinqiao Hospital, the Third Military Medical University, Chongqing 400037, China; 2. Department of Cardiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China; 3. Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610041, China)

Abstract: Objective To evaluate the changes of left atrial structure and function in the patients with atrial fibrillation who accepted bipolar radio frequency current ablation. **Methods** All patients in our study were divided into three groups including the ones who had accepted bipolar radio frequency current ablation because of atrial fibrillation, the ones who refused to accept ablation operation in despite of atrial fibrillation and the ones who maintained sinus rhythm before operation. All patients accepted TTE before and after operation. **Results** The rate of transverse diameter change of ablation group(24.24 ± 8.67)% was larger than those of other two groups($P < 0.05$). Left atrial channel capacity volume change rate of ablation group(17.18 ± 3.26)% were larger than the values of the group who were suffering atrial fibrillation but refused ablation advice(0.86 ± 0.26)($P < 0.05$). Left atrial total ejection fractions of ablation group(202.41 ± 81.59)% were larger than the values of the group who were suffering atrial fibrillation but refused ablation advice(109.53 ± 60.91)% ($P < 0.05$). And its active ejection fractions(12.18 ± 3.48)%, total ejection fractions(41.31 ± 8.26)% and so forth were less than the group who maintained sinus rhythm before operation(21.33 ± 5.61)%, (45.05 ± 7.37)%, respectively ($P < 0.05$). Left atrial posterior wall center and cardiac basal segment strain(14.34 ± 9.47)%, (13.20 ± 8.38)%, respectively, and strain rate values after operation of ablation group were less than other segments. **Conclusion** Left atrial structure remodeling inversion was not obviously 3 ~ 6 months after bipolar radio frequency current ablation. And at the same time, the improvement of left atrial storage function was not obviously compared with the group who refused ablation advice, left atrial channel function compensation degree descended obviously left atrial co-pumping function in ablation group increased obviously, left atrial posterior wall center and cardiac basal segment systolic and distolic function were less than other segments of left.

Keywords: atrial fibrillation; radio frequency ablation; echocardiography; left atrial

心房颤动(房颤)是最常见的心律失常[1],可导致卒中、心力衰竭等严重后果[2]。双极射频消融已成为治疗房颤较理想的方法之一,该手术通过对心房壁的线性透壁消融终止房颤[2-4],但手术对左心房结构和功能的确切影响尚未见研究报道。本研究通过对比评估术前术后左心房结构和功能的变化,以期对手术效果和预后的判断、手术方式的改进和手术相关并发症的防治提供参考。

doi:10.11659/jjssx.08E015129
[通信作者] 胡建波, E-mail:13543166@qq.com
[收稿日期] 2015-09-10 [修回日期] 2015-10-28

1 资料与方法

1.1 临床资料

研究对象均因二尖瓣狭窄于 2008 年 3 月至 2010 年 10 月在四川大学华西医院心脏外科行二尖瓣置换手术,其中部分合并房颤的患者同时接受双极射频消融治疗。将患者按照治疗方法分为 3 组,①房颤射频消融组:二尖瓣置换手术的同时行射频消融,共 43 例;②房颤未射频消融组:仅接受二尖瓣置换手术,共 30 例;③非房颤组:窦性心律者,共 28 例。3 组患者间年龄、心率、收缩压、舒张压、脉压、体质量、身高和体表面积、术前左心室舒张末内径、左室射血分数、二尖瓣解剖面积及有效瓣口面积等参数差异均无统计学意义($P>0.05$)。图像采集分析使用仪器采用 GE Vivid 7 超声诊断系统,M3S 探头,3V 探头,EchoPAC PC 脱机工作站。手术前 1 周内和术后 3 ~ 6 个月分别进行经胸超声心动图检查。

1.2 测量指标

所有入选的研究对象均记录身高、体质量、心率、收缩压、舒张压、体表面积。使用 M 型和二维超声心动图测量:左房前后径及其变化率、上下径及其变化率、左右径及其变化率,二尖瓣解剖面积,左心室射血分数。

使用三平面法测量:左心房最大容积及其变化率、左心房最小容积及其变化率、左心房主动射血容积、左心房主动射血分数(LAAEF)及其变化率、左心房总射血量及其变化率、左心房总射血分数(LATEF)(即左心房射血分数)、左心室每搏输出量、左心房管道容积、左心房管道容积变化率。通过二尖瓣血流频谱测量:舒张早期 E 波流速峰值(VE)、窦性心律患者测量舒张晚期 A 波流速峰值(VA)、二尖瓣有效瓣口面积、左心房射血力(LAEF)。通过脱机工作站离线分析:应变(S)、应变变化率、收缩期应变率峰值(SRs)及其变化率、舒张早期应变率峰值(Sre)及其变化率、舒张晚期应变率峰值(SRa)、左房收缩期应变率峰值平均值(SRs-mean)、左房舒张早期应变率峰值(SRe)、左房舒张晚期应变率峰值平均值(SRa-mean)。

1.3 统计学分析

使用 SPSS 15.0 统计学软件,所有计量资料均以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,3 组患者间比较采用方差分析,组间两两比较采用 *LSD-t* 检验,同组患者手术前后比较采用配对样本 t 检验。$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 左心房结构

反映左心房结构的指标中,射频消融组仅左心房左右径变化率明显大于另外 2 组患者,差异有统计学意义($P<0.05$);而左心房前后径变化率、上下径变化率、最大容积变化率、最小容积变化率等与另外 2 组相比无统计学差异($P>0.05$),见表 1。

表 1 3 组患者左心房结构比较

组别	左右径变化率(%)	前后径变化率(%)	上下径变化率(%)	最大容积变化率(%)	最小容积变化率(%)	术后 SRa-mean(s^{-1})
消融组	24.24 ± 8.67	19.34 ± 5.82	23.82 ± 6.93	48.41 ± 18.51	67.23 ± 23.52	−1.51 ± 0.39
未消融组	21.88 ± 9.81	20.13 ± 9.04	22.47 ± 10.62	49.01 ± 21.06	66.64 ± 22.96	−
非房颤组	21.19 ± 9.95	18.88 ± 7.18	21.34 ± 9.18	50.87 ± 20.59	67.79 ± 16.96	−1.79 ± 0.44
P	0.032* 0.027#	0.331△	0.214△	0.538△	0.842△	0.039#

*:消融组与未消融组比较;#:消融组与非房颤组比较;△:3 组间比较

2.2 左心房功能

2.2.1 左心房整体功能 如表 2 所示,反映左心房储存功能的指标中,射频消融组 SRs-mean 变化率与未射频消融组相比差异无统计学意义($P>0.05$);非房颤组 SRs-mean 变化率明显低于其他 2 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。反映左心房管道功能的指标中,射频消融组左心房管道容积变化率明显高于未射频消融组,差异有统计学意义($P<0.05$)。反映左心房辅泵功能的指标中,射频消融组术后 LATEF 变化率明显高于未射频消融组,差异有统计学意义($P<0.05$),而术后 LAAEF、LATEF、VA、LAEF、SRa-mean 等均明显低于非房颤组,差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.2.2 左心房各节段功能 射频消融组术后左心房后壁中间段和心底段应变变化率、应变率明显低于各节段平均值,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。

3 讨论

3.1 双极射频消融对左心房结构的影响

双极射频消融机为干性双夹式结构,通过钳夹使心房壁与电极充分接触,在心房组织产生透壁性损害后消融将自动停止[1-3]。通过环肺静脉消融隔离肺静脉,使异位兴奋灶发放的冲动不能传导到左心房,改变了异常的左心房基质和慢性房颤自我维持的基础来治疗房颤。

本研究纳入的所有患者均因二尖瓣狭窄进行二尖瓣置换手术。通过瓣膜置换解除了左心房室通道的狭

表 2 3 组患者左心房整体功能比较

组别	SRs-mean 变化率 (%)	管道容积变化率 (%)	LATEF 变化率 (%)	术后 LAAEF (%)	术后 LATEF (%)	术后 VA (cm/s)	术后 LAEF ($\times10^{-5}$N)	术后 SRa-mean (s^{-1})
消融组	37.21 ± 10.54	17.18 ± 3.26	202.41 ± 81.59	12.18 ± 3.48	41.31 ± 8.26	31.48 ± 6.77	6.47 ± 1.58	−1.51 ± 0.39
未消融组	37.40 ± 10.85	0.86 ± 0.26	109.53 ± 60.91	−	−	30.57 ± 4.90	−	−
非房颤组	21.02 ± 7.67	9.74 ± 1.55	157.13 ± 30.88	21.33 ± 5.61	45.05 ± 7.37	45.18 ± 8.05	10.92 ± 2.63	−1.79 ± 0.44
P	0.155 * 0.037 # 0.031 △	0.001 *	0.001 *	0.001 #	0.041 #	0.024 #	0.000 #	0.039 #

*：消融组与未消融组比较；#：消融组与非房颤组比较；△：非房颤组与未消融组比较

表 3 射频消融组术后左心房各节段功能比较

项目	S 变化率(%)	SRs(s^{-1})	SRe(s^{-1})	SRa(s^{-1})
后壁中间段	14.34 ± 9.47	1.19 ± 0.42	−1.11 ± 0.33	−1.12 ± 0.43
后壁心底段	13.20 ± 8.38	1.25 ± 0.34	−1.07 ± 0.52	−1.08 ± 0.26
各节段平均值	23.17 ± 9.39	1.96 ± 0.57	−1.45 ± 0.47	−1.69 ± 0.45
P	0.013 * 0.009 #	0.025 * 0.033 #	0.031 * 0.023 #	0.029 * 0.017 #

*：后壁中间段与各节段平均值比较；#：后壁心底段与各节段平均值比较

窄，左心房压力减小，肾素 − 血管紧张素 − 醛固酮系统(renin-angiotensin-aldosterone system，RAAS)系统活性减弱，左心房所受机械牵张减轻，心肌纤维化进程减弱，心房肌细胞所处的病理性环境有所改善。但二尖瓣置换术后并未去除患者左房重构特别是电重构发生的所有危险因素。纳入研究的患者二尖瓣狭窄均达到中到重度，心肌细胞凋亡、间质纤维化过程明显，二尖瓣置换术后心房间质纤维化、心房肌细胞排列紊乱、超微结构异常如细胞的各种质子泵分布、密度改变等病理改变难以恢复正常，心肌电重构仍可继续进展。有研究提示，左房扩大是心房电重构的危险因素，发生心律失常的风险仍存在[5]。但由于消除了患者的心房颤动，打断了心房颤动进一步导致左心房结构重构和电重构的恶性循环，理论上仍能在一定程度上改善患者的心房结构重构和电重构。

本研究发现，接受双极射频消融手术治疗的心房颤动患者仅左心房上下径差值明显高于其他 2 组患者，其余指标与其他 2 组患者相比，差异无统计学意义，说明双极射频消融治疗心房颤动短期内(术后 3 ~ 6 个月)患者增大的心房各径线可能有一定的缩小，但左心房的缩小并不全面和显著；同时，也未造成患者左心房继续增大。而较长时间的疗效，尚需要进一步随访明确。

左心房线性消融损伤及瘢痕形成对心房肌细胞的电传导特别是优势传导通路的损伤、消融线附近心肌缺血等却又可能再成为心房重构新的始动因素[3]。这也可能部分甚至全部抵消打断恶性循环带来的收益，成为射频消融术后短期内患者心房内径并未出现全面显著改善的原因。

3.2 双极射频消融手术对左心房功能的影响

左心房功能取决于心率、左心房心肌收缩性和左心房的前后负荷。可分为储存功能、管道功能和辅泵功能。左房的顺应性是决定左房储存器功能的主要因素。风湿性心脏病二尖瓣狭窄患者，心房结构重构和电重构导致左心房顺应性下降，影响左心房储存功能[5]。本研究采用收缩期正向应变率峰值(SRs)来评估左心房的储存功能。应变率是指形变发生的速度。应变率成像能够定量分析局部心肌发生形变的速度，能准确判断局部心肌的实际运动情况，测量相对不受呼吸运动和心脏搏动等的干扰。在左心室收缩期，二尖瓣关闭，左心房作为储存器临时储存来自肺静脉的血液，其形变程度和形变能力反映了左心房储存功能。

二尖瓣置换手术后，3 组患者收缩期正向应变率峰值(SRs)均较术前明显增高，提示二尖瓣置换手术对患者左心房储存功能有明显的改善作用。3 组患者间比较，非房颤组患者收缩期正向应变率峰值变化率明显高于其他 2 组患者，可能是因为术前尚能维持窦性心律的患者，左心房结构重构和电重构程度相对较轻，左心房纤维化程度不重，心肌顺应性尚好，而瓶颈在于左心房室通道狭窄。故狭窄解除之后，左心房储存功能恢复迅速。接受双极射频消融手术治疗的心房颤动患者，收缩期正向应变率峰值手术前后差值较未接受双极射频消融治疗的心房颤动患者无明显改善。可能是因为射频消融后虽恢复窦性心律，但心房纤维化依然存在，短期内并未明显改善，且线性消融对心房壁造成损伤、瘢痕形成因素等，均影响了短期内心房顺应性的恢复，顺应性依然较差，故储存功能尚未见明显的改善，长期影响需继续随访明确。

本研究采用左心房管道容积来评估患者左心房管道功能。从肺静脉经左房流入左室的血流中不能归因于左房储存器功能或助力泵功能的那部分血量即左心房管道容积。通过下式计算：左心房管道容积 = 左心室每搏射血量 −(左心房最大容积 − 左心房最小容积)。二尖瓣狭窄患者左心房顺应性降低，收缩力减弱，储存和辅泵功能均减弱，左心房功能主要依靠通道功能的增强来代偿[6]。二尖瓣置换手术后，左心房室通道狭窄解除，左心房压力降低，理论上顺应性可得到一定程度的恢复。而不同组患者手术方式及心房节律的差异使得左心房收缩性差异较大，左心房通道功能

代偿程度也出现较大差别。

本研究发现,接受双极射频消融治疗的患者,术后左心房管道容积明显低于未接受双极射频消融治疗的心房颤动患者。可能是因为未接受双极射频消融治疗的患者,术后心脏节律仍为房颤心律,心房颤动导致心房主动射血明显减少,这时候左心房的管道功能代偿性增强在维持左心室的正常充盈中依旧发挥了重要作用。而接受双极射频消融治疗使得患者的左心房恢复窦性节律,左心房的收缩功能有一定程度的恢复,左心房无需继续增强管道功能来代偿。故双极射频消融治疗心房颤动削弱了患者左心房的通道功能。双极射频消融治疗心房颤动,使得心房恢复窦性节律,规律舒缩,理论上能恢复心房部分功能。但心房肌本身的跨膜离子通道蛋白的改变及纤维化等因素导致了收缩功能减退[7],短期内难以恢复,而线性消融对左心房造成的损伤也会影响其收缩,如消融造成的局部心肌细胞死亡、瘢痕的形成和挛缩,血管床损伤引起消融线附近心肌细胞缺血甚至坏死等[8-9]。这些因素至少会对局部心房肌细胞的收缩产生一定影响。

本研究采用左心房主动排空容积、左心房主动排空分数、二尖瓣前向血流频谱 A 峰速度、左心房射血力、左心房总射血分数、舒张晚期应变及应变率来评估左心房辅泵功能。研究发现,接受双极射频消融治疗的心房颤动患者,左心房辅泵功能较术前有明显的改善,但尚未恢复正常,与术前即维持窦性心律的患者相比有明显差距。由此我们推断,房颤患者心房肌收缩功能减退在术后短期内难以恢复正常,而对心房的线性消融造成的局部心肌细胞的死亡、瘢痕的形成和挛缩及血管床损伤引起消融线附近心肌细胞缺血甚至坏死等也至少在短期内对心房局部和整体的收缩造成了较大的影响。在这些因素的综合作用下,左心房辅泵功能有所恢复,但恢复程度有限。远期的恢复情况,尚需进一步随访明确。国内外目前尚无双极射频消融治疗心房颤动对患者左心房结构和功能影响的全面研究,关于类似术式的研究结论与本研究相似。Lonnerholm 等[10]随访了 17 例阵发性房颤行迷宫术Ⅲ型的患者,手术前后通过超声心动图评估患者左心房的结构和收缩功能,其中 15 例(88%)在术后左心房收缩功能恢复较明显。但随时间的延长左心房收缩功能却进行性下降。Liza 等[11]的研究比较了心内直视下射频消融迷宫术与电复律对心房功能的影响,发现射频消融迷宫术后大部分患者左心房功能恢复,但与电复律相比,左心房的功能总体上是下降的。

3.3 *左心房壁各节段舒缩功能*

本研究采用左心房各节段应变和应变率来评估其舒缩功能。应变和应变率能够定量分析局部心肌发生形变的程度和速度,直接反映局部心肌的舒缩功能,准确判断局部心肌的实际运动情况,且较少受呼吸运动及心脏搏动影响。研究发现,射频消融前,患者左心房各节段应变、应变率无明显差异,术后,左心房后壁中间段、心底段应变及收缩期应变率峰值、舒张早期和晚期应变率峰值均明显低于左心房其他节段。

左心房各壁的解剖构造、毗邻结构、神经分布、传导径路走行各不相同[12]。左、右肺静脉通常分别于左心房后壁两侧汇入左心房,房间隔特别是卵圆窝比心房其他各壁薄,肌纤维少。消融线主要集中在环肺静脉和左心房后壁,消融造成的心肌细胞损伤和瘢痕形成[13-14]。被隔离的环肺静脉心房组织失去正常的窦性节律的控制,失去正常的收缩功能[15]。在这些因素的综合作用下,术后 3 ~6 个月左心房各节段舒缩功能的恢复出现差异,左心房后壁中间段、心底段应变及应变率各峰值小于其他节段。而更长期的改变情况,尚需进一步随访明确。

接受双极射频消融术后 3 ~6 个月,患者左心房重构无明显改善;左心房储存功能改善,但其程度与未接受消融的心房颤动患者相比无明显差异,而术前为窦性心律的患者术后左心房储存功能恢复程度更好;左心房管道功能代偿程度明显降低;左心房辅泵功能明显改善,但尚未恢复正常;左心房后壁心底段、中间段舒缩功能改善程度明显低于左心房壁其他节段。

[参考文献]

[1] Weimar T, Vosseler M, Czesla M, et al. Approaching a paradigm shift: endoscopic ablation of lone atrial fibrillation on the beating heart[J]. Ann Thorac Surg, 2012, 94(6): 1886 - 1892.

[2] Lee HM, Chung SR, Jeong DS, et al. Initial experience with total thoracoscopic ablation[J]. Korean J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 47(1): 1 - 5.

[3] Jeong DS, Jeong JH, Park PW, et al. A hybrid procedure for atrial fibrillation using total thoracoscopic ablation and post-procedural electrophysiological confirmation of ablation lines[J]. Korean Circ J, 2013, 43(6): 422 - 425.

[4] Mulloy DP, Bhamidipati CM, Stone ML, et al. Cryoablation during left ventricular assist device implantation reduces postoperative ventricular tachyarrhythmias[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2013, 145(5): 1207 - 1213.

[5] Puskas J, Lin E, Bailey D, et al. Thoracoscopic radiofrequency pulmonary vein isolation and atrial appendage occlusion[J]. Ann Thorac Surg, 2007, 83(5): 1870 - 1872.

[6] Tomoko M, Hiroyuki O, Koichiro I, et al. Systemic inflammation and left atrial thrombus in patients with non-rheumatic atrial fibrillation[J]. J Cardiol, 2010, 56(1): 118 - 124.

[7] Hautala AJ, Karjalainen J, Kiviniemi AM, et al. Physical activity and heart rate variability measured simultaneously during waking hours[J]. Am J Physiol, 2010, 298(3): H874 - H880.

前路经皮中空螺钉治疗Ⅱ B 型齿状突骨折虚拟手术的仿真设计

刘登均[1],李争艳[2] (1. 重庆市涪陵中心医院骨科,重庆 408099;2. 重庆市涪陵中心医院重症医学科,重庆 408099)

[摘 要] **目的** 探索虚拟现实技术来寻找一种实行前路经皮中空螺钉内固定治疗Ⅱ B 型齿状突骨折的方法,发掘可视化虚拟手术对枢椎Ⅱ型齿状突骨折前路内固定的临床指导作用。**方法** 将齿状突骨折患者的颈椎基于 64 排 CT 平扫得到连续薄层二维图像, Mimics 软件分别重建寰椎、枢椎的三维可视化结构,在 Mimics 中的 MedCAD 版块中进行模拟手术。**结果** 三维重建图像结构清晰,可真实再现寰枢椎细微的结构,虚拟仿真手术中螺钉进针点精确,钉道正确无误。**结论** 利用计算机虚拟现实技术制订出最佳的前路经皮中空螺钉通道,在术前风险评估、中空螺钉放置及临床手术教学中有很大的应用价值。

[关键词] 虚拟现实;齿状突骨折;寰椎;中空螺钉;仿真设计;三维模型

[中图分类号] R687.3 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2016)02-0112-04

Application of visible simulation surgery in type Ⅱ B odontoid fractures

LIU Deng-jun[1], LI Zheng-yan[2] (1. Department of Orthopedics, Central Hospital of Fuling, Chongqing 408099, China; 2. Department of ICU, Central Hospital of Fuling, Chongqing 408099, China)

Abstract: Objective Through the exploration of the reality technology to find the treatment of type Ⅱ odontoid fractures in anterior fixation of odontoid fractures with hollow screw. **Methods** Based on 64 row spiral CT continuous 2-dimensional images of akull, atlas and axis were reconstructed by the Mimics software, Mimics software reconstruction atlas, the atlantoaxial 3D visualization structure in Mimics, simulated surgery was carried out in the MedCAD. **Results** The structure of three-dimensional reconstruction image was clear, structure of hollow screw into pin-point was accurate in virtual simulation surgery, the screw path is correct. **Conclusion** Mimics Software has great values in the diagnosis of odontoid fractures, preoperative risk evaluation, place the hollow screw and clinical teaching, which provides an objective basis for choice of treatment program.

Keywords: virtual reality; odontoid fractures; atlas; hollow screw; simulation design; 3D model

齿状突骨折在颈椎损伤中占 5% ~15%[1-2],骨折并寰椎横韧带损伤可导致寰枢关节不稳,寰椎向前移位可导致严重的高位脊髓损伤,严重者可威胁患者的生命。对于大多数不稳定的齿状突骨折多需手术治疗,与牺牲 40% ~50% 颈椎旋转功能的后路寰枢椎融合术相比,经前路中空加压螺钉内固定治疗齿状突骨折愈合率高、康复快,更重要的是保留了寰枢椎旋转功能,目前已经取得了较好的临床疗效[3]。由于齿状突在解剖形态及结构上的特殊性,寰枢椎毗邻结构复杂,前路中空螺钉固定技术置钉不当可伤及脊髓、神经根、食管等,带来灾难性的后果。数字医学临床应用越来越广泛,骨科医师可以通过虚拟现实技术来实现模拟

doi:10.11659/jjssx.10E015103

[收稿日期] 2015-10-21 [修回日期] 2015-11-23

[8] Jeffrey S, Alexander R, Jason O, et al. Shape of the right ventricular doppler envelope predicts hemodynamics and right heart function in pulmonary hypertension[J]. Am J Resp Crit Care, 2011, 183(2): 268 - 276.

[9] Tseng WY, Liao TY, Wang JL. Normal systolic and diastolic functions of the left ventricle and left atrium by cine magnetic resonance imaging[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2002, 4(4): 443 - 457.

[10] Lonnerholm S, Blomstrom P, Nilsson L, et al. Atrial size and transport function after linear ablation and after cardioversion for chronic atrial fibrillation[J]. Eur Heart J, 2001, 12(8): 867 - 874.

[11] Liza T, Thomas SP, Michelle H, et al. Comparison of left atrial volume and function after linear ablation and after cardioversion for chronic fibrillation[J]. Am J Cardiol, 2004, 93(21): 165 - 170.

[12] Fiorenzo G, Jean F, Burghard S, et al. Incidence of silent cerebral thromboembolic lesions after atrial fibrillation ablation may change according to technology used: comparison of irrigated radiofrequency, multipolar nonirrigated catheter and cryoballoon[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2011, 22(9): 961 - 968.

[13] 梅桃英,王志权. 射频消融术治疗中老年心动过速性心肌病 46 例效果随访分析[J]. 局解手术学杂志, 2012, 21(6): 705 - 706.

[14] Vigneshwar K, Elizabeth A, Tammy E, et al. Minimally invasive surgery using bipolar radiofrequency energy is effective treatment for refractory atrial fibrillation[J]. Ann Thorac Surg, 2012, 93(5): 1456 - 1461.

[15] Cinzia T, Pozzolia A, Mazzone P, et al. Electrophysiological findings and long-term outcomes of percutaneous ablation of atrial arrhythmias after surgical ablation for atrial fibrillation[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2015, 48(3): 744 - 746.

(编辑:周小林)