

三维斑点追踪收缩期峰值面积应变评估冠状动脉粥样硬化性心脏病左室收缩功能

陈 敏 李秀娟 孙 月 杨寒凝 陆永萍

摘 要 **目的** 应用三维斑点追踪成像(3D-STI)技术评价冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)患者左室各节段及整体收缩功能。**方法** 选取 50 例超声心动图检查未见明显节段性室壁运动异常但经冠状动脉造影检查确诊的冠心病患者为试验组,30 例临床高度怀疑冠心病但二维超声心动图及冠状动脉造影均未见异常的患者为对照组。应用 3D-STI 技术、M 型 Teichholz 法及二维双平面 Simpson 法分别测量并比较试验组患者的左室舒张末期容积(LVEDV)、左室收缩末期容积(LVESV)及左室射血分数(LVEF)。应用 3D-STI 获得对照组和试验组各亚组(左前降支组、左回旋支组、右冠状动脉组及多支病变组)左室收缩期峰值环向应变(LS)、圆周应变(CS)、径向应变(RS)及面积应变(AS),以及左室 17 节段的时间-应变曲线及牛眼图,以冠状动脉造影结果为金标准,比较各组上述参数的差异。绘制各应变参数绝对值(GLS、GCS、GRS 及 GAS)诊断冠心病的受试者工作特征(ROC)曲线,并计算其诊断效能。**结果** 对照组 3D-STI、二维超声及 M 型超声三种方法测得的 LVEDV、LVESV 及 LVEF 比较,差异均无统计学意义;试验组三种方法测得的 LVEDV、LVESV 及 LVEF 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。试验组各亚组经冠状动脉造影检出的缺血节段其相应的 LS、CS、RS 及 AS 与对照组比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。试验组 GLS、GAS 与对照组比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。ROC 曲线分析表明 GLS、GAS 为诊断冠心病的最佳敏感指标,当 GLS、GAS 截断值分别为 -15.5%、-26.5% 时,其特异性分别为 83%、93%,敏感性分别为 82%、76%。**结论** 3D-STI 技术能更好地评估冠心病节段病变及整体左室收缩功能,为临床及早诊断冠心病提供依据。

关键词 斑点追踪成像,三维;冠状动脉粥样硬化性心脏病;收缩功能,心室,左;面积应变

[中图分类号] R541.4; R540.45

[文献标识码] A

Evaluation of left ventricular systolic function in patients with coronary heart disease using peak area strain by three-dimensional speckle tracking technique

CHEN Min, LI Xiujuan, SUN Yue, YANG Hanning, LU Yongping

Department of Ultrasound, the Fourth Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650021, China

ABSTRACT **Objective** To evaluate the left ventricular segments and the global systolic function in patients with coronary atherosclerotic heart disease(CHD) by three-dimensional speckle tracking imaging(3D-STI). **Methods** Fifty patients without abnormal segmental wall movement were detected by echocardiography, and coronary artery angiography(CAG) was used to diagnose CHD(experimental group). 30 patients were highly suspected of CHD, and without abnormality by both two-dimensional echocardiography and CAG(control group). The experimental group were divided into the left anterior descending branch(LAD group), the left circumflex branch(LCX group), the right coronary artery(RCA group), and the multiple branch lesion group. The left ventricular end diastolic volume(LVEDV), left ventricular end systolic volume(LVESV) and left ventricular ejection fraction(LVEF) were measured and compared by 3D-STI, M mode Teichholz and two-dimensional biplane Simpson method. 3D-STI was used to detect two groups of related strain parameters, including peak systolic strain(LS), circumferential strain(CS), radial strain(RS) and area strain(AS), the time strain curve of the 17 segment of the left ventricle, and the eye diagram showed the strain of each segment of the left ventricle. Taken the results of CAG as gold standard, all the strain parameters

基金项目:国家自然科学基金项目(81460062、81660084);云南省医学领军人才培养基金项目(L-201616);云南省科技厅-昆明医科大学应用基础研究联合专项[2017FE468(-225)]

作者单位:650021 昆明市,昆明医科大学第四附属医院 云南省第二人民医院超声科

通讯作者:陆永萍, Email: luyongp@163.com

list above were compared with those of the control group. The specificity and sensitivity of 3D-STI in diagnosing CHD were analyzed. **Results** The difference of LVEDV, LVESV and LVEF measured by three methods in the control group were not statistically significant, and the difference of LVEDV, LVESV and LVEF measured by three methods in the experimental group were statistically significant (all $P < 0.05$). Compared with control group, there were significant differences of LS, CS, RS and AS in LAD group, LCX group, RCA group and multiple branch lesion group (all $P < 0.05$). The differences of GLS and GAS in experimental group were statistically significant compared with those in control group (all $P < 0.05$). The ROC curve showed that GLS and GAS were the best sensitive indicators in diagnosis of CHD when the cutoff values of GLS and GAS were -15.5% and -26.5% , the specificity was 83% and 93% , and the sensitivity was 82% and 76% , respectively. **Conclusion** 3D-STI technology can better assess CHD and global left ventricular systolic function, so as to provide reference for clinical diagnosis of CHD in time.

KEY WORDS Speckle tracking imaging, three-dimensional; Coronary heart disease; Systolic function, ventricle, left; Area strain

近年来,冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)成为了人类健康的一大隐患,且逐渐趋向于年轻化^[1]。三维斑点追踪成像(three-dimensional speckle tracking imaging, 3D-STI)技术在三维空间内通过对心脏的全容积图像进行分析,较传统测量方法更准确,且作为一种非侵入性方法,其通过研究心肌的形变能力,可对心肌组织的运动情况进行评价^[2]。本研究应用 3D-STI 技术对冠心病患者的左室收缩功能进行评估,旨在为临床早期诊断冠心病提供实时、定量的参考指标。

资料与方法

一、研究对象

选取 2015 年 11 月至 2017 年 1 月我院经二维心脏超声检查未见异常而冠状动脉造影提示狭窄的冠心病患者 50 例为试验组,其中男 28 例,女 22 例,年龄 35~75 岁,平均(56.26 ± 14.31)岁。根据病变冠状动脉不同分为左前降支组 15 例,左回旋支组 12 例,右冠脉组 11 例,以及多支病变组(病变累及两支以上冠状动脉)12 例。另选取临床高度怀疑冠心病但二维超声及冠状动脉造影均未见异常者 30 例为对照组,其中男 18 例,女 12 例,年龄 38~68 岁,平均(49.33 ± 12.28)岁。各组在性别比、年龄、身高及心率等比较,差异均无统计学意义。

入选标准:均未安装过起搏器,无心脏瓣膜病、心肌疾病及先天性心脏病等心脏病病史,均未合并心房颤动等严重心律失常。排除标准:不能耐受冠状动脉造影者,心腔扩大明显及心内膜显示不清晰者。本研究经我院医学伦理委员会审查批准,入选者均知情且同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查:使用 GE Vivid E 9 彩色多普勒超声诊断仪, M5s 相控阵二维心脏探头,频率 1.7~3.3 MHz;

4V 三维全容积心脏探头,频率 1.7~3.5 MHz; 配备脱机 EchoPAC 软件。受检者平静呼吸后转至左侧卧位,先在二维模式下,取标准左室长轴切面采用 M 型的 Teichholz 法测得左室舒张末期容积(LVEDV)、左室收缩末期容积(LVESV)及左室射血分数(LVEF)。再于标准心尖四腔切面和心尖两腔切面采用二维双平面 Simpson 法手动描绘,获得 LVEDV、LVESV 及 LVEF。最后切换至 4D 模式,采集 4 个心动周期的心脏全容积图像,应用脱机 EchoPAC 软件分析得到左室收缩期峰值纵向应变(LS)、圆周应变(CS)、面积应变(AS)及径向应变(RS),并同步分析得出 LVEDV、LVESV 及 LVEF。所有检查均由同一超声医师完成,所有参数测量 3 次,取其平均值。

2. 冠状动脉造影检查:于桡动脉穿刺进行,采集 3~5 个心动周期图像,由两名具有丰富经验高年资医师测量冠状动脉狭窄程度。

三、统计学处理

应用 SPSS 17.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较行独立样本 t 检验;多组间比较行单因素方差分析;组内比较行 q 检验。以冠状动脉造影结果为金标准,分别绘制 3D-STI 各应变绝对值(GLS、GRS、GCS 及 GAS)诊断冠心病的受试者工作特征(ROC)曲线,确定最佳诊断阈值,并计算其敏感性、特异性及曲线下面积。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、3D-STI、二维超声及 M 型超声心功能测值比较
试验组行 3D-STI、二维超声及 M 型超声测得 LVEDV、LVESV 及 LVEF 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 1。对照组行三种方法各心功能测值比较,差异均无统计学意义,见表 2。

表 1 试验组三种方法心功能测值比较($\bar{x}\pm s$)

检查方法	LVEDV(ml)	LVESV(ml)	LVEF(%)
3D-STI	108.62±30.12	63.10±22.88	41.58±9.75
二维超声	91.16±30.29	51.40±24.01	40.86±11.14
M 型超声	146.64±48.15	85.62±38.67	45.86±11.12
P 值	0.01	0.01	0.02

LVEDV:左室舒张末期容积;LVESV:左室收缩末期容积;LVEF:左室射血分数。

表 2 对照组三种方法心功能测值比较($\bar{x}\pm s$)

检查方法	LVEDV(ml)	LVESV(ml)	LVEF(%)
3D-STI	81.03±14.75	33.00±7.88	59.00±5.78
二维超声	79.87±19.00	32.30±9.83	59.30±6.09
M 型超声	82.87±19.41	33.67±11.49	59.13±6.12
P 值	0.69	0.78	0.96

LVEDV:左室舒张末期容积;LVESV:左室收缩末期容积;LVEF:左室射血分数。

二、各组左室各节段三维应变参数比较

冠状动脉造影检出试验组缺血节段包括:左前降支组(前壁基底段、中间段及心尖段,前间隔基底段和中间段,室间隔中间段和心尖段),左回旋支组(后壁基底段和中间段,侧壁基底段、中间段及心尖段),右冠状动脉组(室间隔基底段和中间段,下壁基底段、中间段及心尖段),以及多支病变组(所有节段)。

3D-STI 检出试验组各组上述缺血节段 AS、LS、CS 及 RS 与对照组比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);其余非缺血节段与对照组比较,差异均无统计学意义,见表 3。

三、各组节段 AS 图像分析

对照组各节段 AS 牛眼图颜色为均匀红色,各曲线走行一致、规则。左前降支组前间隔基底段、中间段 AS 均减低;牛眼图颜色不均匀减低。左回旋支组侧壁基底段、中间段和后壁基底段、中间段 AS 均减低;牛眼图颜色不均匀减低。右冠状动脉组室间隔中间段、心尖段,下壁中间段、心尖段 AS 均减低;牛眼图颜色不均匀减低。多支病变组前间隔基底段、中间段,室间隔基底段、中间段,侧壁基底段、中间段,后壁基底段、心尖段 AS 均减低;牛眼图颜色不均匀减低,曲线分布错乱。见图 1。

四、试验组与对照组 3D-STI 应变绝对值比较

试验组与对照组 GLS、GAS 比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),GCS、GRS 比较差异均无统计学意义,见表 4。

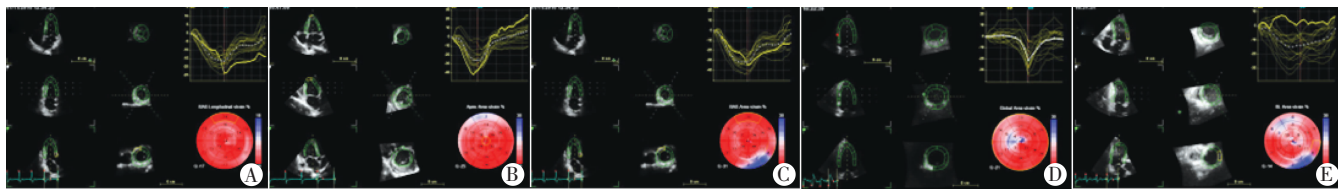
五、ROC 曲线分析

ROC 曲线结果显示,GLS、GAS 诊断冠心病的曲线下面积分别为 0.91、0.87,GLS 截断值为-15.5%时,敏感性和特异性分别为 82%和 83%;GAS 截断值-26.5%时,敏感性和特异性分别为 76%和 93%。见表 5 和图 2。

表 3 各组收缩期峰值 AS 比较($\bar{x}\pm s$)

组别	前壁			后壁			前间隔		
	基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段
对照组	-31.83±6.27	-31.83±5.96	-31.40±4.83	-26.80±3.84	-29.50±5.06	-	-29.77±6.04	-28.57±7.10	-
试验组									
左前降支组	-20.87±9.90*	-22.60±6.83*	-20.60±7.10*	-25.53±5.80	-28.00±5.66	-	-21.80±7.53*	-18.80±8.93*	-
左回旋支组	29.00±4.57	29.08±8.25	16.67±6.77	13.42±4.83*	17.42±6.52*	-	28.00±6.40	24.67±8.57	-
右冠状动脉组	29.92±7.15	29.46±8.94	27.77±7.17	23.62±6.49	27.38±5.44	-	27.38±6.13	25.62±7.83	-
多支病变组	19.50±4.81*	17.10±6.54*	17.40±8.53*	17.40±5.25*	16.20±10.21*	-	19.40±9.36*	20.00±6.65*	-
组别	室间隔			侧壁			下壁		
	基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段	基底段	中间段	心尖段
对照组	-30.00±6.16	-29.87±6.22	-31.73±7.59	-30.23±6.12	-32.83±5.99	-31.63±7.05	-29.13±6.11	-30.73±5.39	-31.80±6.29
试验组									
左前降支组	-28.33±4.53	-18.93±7.84*	-20.33±9.55*	-27.60±7.04	-29.07±7.62	-30.33±8.25	-28.13±3.23	-29.67±5.92	-29.33±6.23
左回旋支组	28.17±6.51	27.17±7.53	27.42±8.08	16.92±5.23*	16.42±5.98*	21.92±8.38*	25.42±7.17	28.08±6.92	18.50±5.62
右冠状动脉组	18.23±8.32*	18.38±11.12*	27.85±8.00	27.15±6.59	29.07±7.62	27.46±7.69	16.77±6.91*	16.77±9.28*	20.46±11.97*
多支病变组	20.20±9.58*	19.80±8.97*	19.40±7.76*	18.60±7.03*	22.40±9.08*	21.50±8.62*	17.30±6.62*	18.30±5.74*	19.90±6.14*

与对照组比较,* $P<0.05$;-为无数据。



A:对照组;B:左前降支组;C:左回旋支组;D:右冠状动脉组;E:多支病变组。

图1 各组收缩期峰值 AS 牛眼图

表4 试验组与对照组 3D-STI 应变绝对值比较($\bar{x} \pm s$) %

组别	GLS	GCS	GAS	GRS
对照组(30)	18.00±1.97	18.63±1.87	31.30±3.22	41.70±5.58
试验组(50)	12.38±3.69*	17.70±3.98	22.30±6.78*	38.58±7.88

与对照组比较,* $P<0.05$ 。GLS、GCS、GAS 及 GRS 分别为左室收缩期峰值纵向应变、圆周应变、面积应变及径向应变绝对值。

表5 各应变参数诊断冠心病的 ROC 曲线分析结果

应变参数	截断值 (%)	曲线下面积	敏感性 (%)	特异性 (%)
GLS	-15.5	0.91	82	83
GCS	-17.5	0.71	62	76
GAS	-26.5	0.87	76	93
GRS	46.5	0.79	68	80

GLS、GCS、GAS 及 GRS 分别为左室收缩期峰值纵向应变、圆周应变、面积应变及径向应变绝对值。

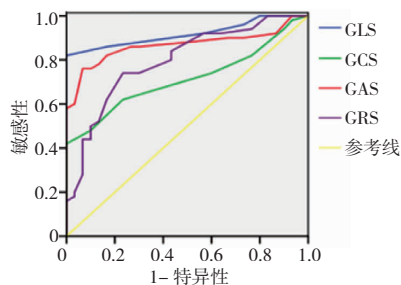


图2 各应变参数诊断冠心病的 ROC 曲线图

讨 论

冠状动脉造影是目前临床诊断冠心病的“金标准”,但其有创且具有放射性。传统的 M 型 Teichholz 法与二维双平面 Simpson 法是目前临床上测量心功能最常见的方法,但其获得的 LVEF 准确性并不高。随着超声技术的发展,STI 技术已作为一种定量评价心肌功能的新方法,其不受角度影响,可以较好地追踪心肌组织运动轨迹,对评价心室局部及整体功能具有优势^[3],本研究结果显示,试验组经 3D-STI、二维及 M 型超声所测得的 LVEDV、LVESV 及 LVEF 比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),表明 3D-STI 技术可对连续的三维立体心脏图像进行采集分析,对三维立体空间内心肌组织斑点回声进行追踪,最后分析计算得出实际斑点轨迹图,较

传统的二维超声、M 型超声更加确切、方便^[4]。

本研究结果发现 AS 的诊断特异性最高,原因可能为 AS 是 LS 和 CS 的复合参数,依赖于心内膜的面积改变,可定量评估左心局部和整体收缩功能。LS 表示心肌在纵斜行走的长轴方向上的应变,表示心肌在长轴观上缩短;CS 表示心肌在环形走形的心室短轴切面上的应变,表示心室在短轴切面上周长减小;RS 表示心肌在心室短轴切面上向心性运动的应变,表示室壁的增厚^[5]。AS 表示心室壁心内膜面积的一个变化率,视为 LS、CS 两者的一个综合应变^[6],可作为心肌损害的一个早期而精确的参考指标^[7],因此在本研究中主要用 AS 来列举阐述。本研究结果显示,试验组各亚组其 AS、LS、CS、RS 减低的节段与冠状动脉造影提示狭窄病变冠状动脉供血分布范围相同,表明缺血节段心肌与其供血区域支配的节段心肌一致,根据 3D-STI 检测应变减低的节段的位置可间接提示冠心病患者狭窄的冠状动脉。Seo 等^[8]研究发现,3D-STI 通过准确测量左室基底段、中间段、心尖段的三维应变,可以评估左室节段及整体收缩功能,因此 3D-STI 作为一个可靠的工具应用于临床。

本研究通过脱机分析左室各节段三维应变的牛眼图发现,冠状动脉造影与三维应变参数提示缺血节段的牛眼图颜色多不均匀减低、曲线走行不规则,且多支病变组尤为明显,由此推断多支病变组心肌功能受损节段数量较单支病变组多,也间接反映冠状动脉病变的严重程度。

本研究结果显示试验组 GLS、GAS 均较对照组明显减低(均 $P<0.05$),GCS、GRS 与对照组比较差异均无统计学意义,表明 GLS、GAS 较 GCS、GRS 对早期心肌缺血更为敏感。本研究以冠状动脉造影结果为金标准,绘制出 GLS、GRS、GCS 及 GAS 诊断冠心病的 ROC 曲线,结果显示,GLS、GAS 为诊断冠心病的最佳敏感指标,当 GLS、GAS 截断值分别为 -15.5%、-26.5% 时,其特异性分别为 83%、93%,敏感性分别为 82%、76%。分析其原因,心肌缺血是从心内膜逐渐发展到心外膜,早期心肌缺血可仅表现为心内膜下心肌缺血,中晚期心肌缺血常表现为中层及心外膜下心肌缺血;而 GLS 是

从心内膜下纵行排列的心肌纤维收缩而引起,早期心肌缺血首先表现为 GLS 的减低。由此可见, GLS 对冠心病早期诊断心肌缺血有很大帮助; GAS 是纵向、圆周、径向应变的一个综合三维应变,较单一应变更为全面、真实、可靠^[9-10],综合考虑认为 GLS、GAS 对冠心病的诊断价值更高。

综上所述, 3D-STI 技术作为一种无创、便捷及有效的心肌形变评估方法, 结合了多参数分析和动态立体图像显示等特点, 对心脏局部和整体功能的评价更全面、更直观。通过定量评估室壁运动改变, 间接评估冠脉病变严重程度, 也对高度怀疑冠心病患者的早期发现和诊治提供了价值。

参考文献

- [1] Lloyd-Jones D, Adams R, Carnethon M, et al. Heart disease and stroke statistics—2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee[J]. Circulation, 2009, 119(3): 480–486.
- [2] Dandel M, Lehmkuhl H, Knosalla C, et al. Strain and strain rate imaging by echocardiography—basic concepts and clinical applicability[J]. Curr Cardiol Rev, 2009, 5(2): 133–148.
- [3] Luis SA, Yamada A, Khandheria BK, et al. Use of three-dimensional speckle-tracking echocardiography for quantitative assessment of

global left ventricular function: a comparative study to three-dimensional echocardiography[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2014, 27(3): 285–291.

- [4] Takeguchi T, Nishiura M, Abe Y, et al. Practical considerations for a method of rapid cardiac function analysis based on three-dimensional speckle tracking in a three-dimensional diagnostic ultrasound system[J]. J Med Ultrason, 2010, 37(2): 41–49.
- [5] Reant P, Barbot L, Touche C, et al. Evaluation of global left ventricular systolic function using three-dimensional echocardiography speckle-tracking strain parameters[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2012, 25(1): 68–79.
- [6] 李秀娟, 陆永萍. 三维斑点追踪技术的临床应用及研究进展[J]. 中国心血管杂志, 2017, 22(1): 65–68.
- [7] 汤乔颖, 邓又斌. 超声斑点追踪技术评价左心室局部收缩功能的进展[J]. 中国超声影像学杂志, 2012, 21(5): 171–174.
- [8] Seo Y, Ishizu T, Enomoto Y, et al. Validation of 3-dimensional speckle tracking imaging to quantify regional myocardial deformation[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2009, 2(6): 451–459.
- [9] 姚静, 许迪, 戴阳, 等. 面积应变评价正常人左心室收缩模式及功能[J]. 中华超声影像学杂志, 2013, 22(1): 1–5.
- [10] Seo Y, Ishizu T, Enomoto Y, et al. Endocardial surface area tracking for assessment of regional LV wall deformation with 3D speckle tracking imaging[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2011, 4(4): 358–365.

(收稿日期: 2017-11-24)

· 病例报道 ·

Prenatal ultrasonic diagnosis of fetal enteric volvulus: a case report 产前超声诊断胎儿小肠扭转 1 例

李晓琴 李明明 邓艳蕾

[中图法分类号] R445.1

[文献标识码] B

患者女, 28 岁, 孕 1 产 0, 孕 31⁺ 周, 孕期体健, 否认孕期用药史。常规产前超声检查: 双顶径 7.7 cm, 头围 28.0 cm, 腹围 28.3 cm, 股骨长 5.8 cm, 胎心率 154 次/min, 脐动脉收缩期最大流速与舒张末期最小流速比值 2.52, 羊水指数 18.5 cm。胎儿胃泡增大, 约 5.2 cm×3.1 cm, 与扩张的十二指肠相通, 上腹部见小肠肠管呈轴心盘状包块(图 1); CDFI 示系膜血管与肠管纠结在一起形成多层环状血流, 呈“漩涡征”(图 2); 结肠未见扩张, 未见腹水。超声提示: 胎儿小肠肠扭转可能性大。考虑到胎儿生后预后不良, 遂引产, 产出一男死婴, 剖腹见胃张力高, 大体结构无异常, 十二指肠扩张, 距回盲部 28 cm 处见回肠顺时针旋转

360°, 扭转部位及其以下小肠内径正常, 外形连续未见中断, 结肠未见异常(图 3)。临床诊断: 胎儿小肠肠扭转。

讨论: 胎儿肠扭转是先天性肠旋转不良的一种特殊表现形式。在正常胚胎发育过程中, 中肠以肠系膜上动脉为轴逆时针旋转 270°, 完成肠道正常旋转并通过肠系膜的附着完成内固定。肠旋转不良会发生肠旋转的异常和肠系膜的异常附着, 小肠系膜仅凭狭窄的肠系膜上动脉根部悬挂于后腹膜, 但小肠活动度大, 易以肠系膜上动脉为轴心发生肠扭转。先天性肠旋转不良发生肠扭转时, 肠管、肠系膜及系膜血管围绕肠系膜上动脉

(下转第 521 页)

作者单位: 442000 湖北省十堰市妇幼保健院超声科(李晓琴、李明明), 妇科(邓艳蕾)

通讯作者: 邓艳蕾, Email: 370680582@qq.com