

先天性心脏病心功能检测新技术——应变和应变率成像

衣晓蕾 综述 张玉奇 审核

【中图分类号】R445.1; R541.1 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2007)11-1239-03

应变(strain, ϵ)和应变率成像(strain rate imaging, SRI)是全定量分析心肌运动的新技术^[1],因其克服了正常节段心肌对异常节段牵拉效应的影响,为心肌功能的研究提供了新的诊断方法,具有重要的临床使用价值。本文对其基本原理、临床应用及发展前景综述如下。

基础原理

应变率(strain rate, SR)是指局部心肌组织运动速度的阶差,即两点的速度差与两点间距离之比,反映的是局部心肌形变发生的速度。由于可以通过组织的速度梯度来计算应变率,将应变率计算结果进行彩色编码显示即为应变率成像(SRI)^[2],为了避免内在的干扰,可以综合全收缩期应变率的资料而得出应变(ϵ),即当心肌收缩变形时长度的测量,它反映的是心肌发生形变的程度。

标准的彩色标记应变率是从黄色低负性应变率到红色高负性应变率,从浅蓝色低正性应变率到深蓝色高正性应变率,有时用绿色来表示接近零的应变率。在正常节段标准的应变率在收缩期为负,代表缩短;舒张期为正,表示伸长。

应变率曲线包括 3 个主峰:收缩峰(SRS)、舒张峰(SRE)、房缩峰(SRA)。心肌纵向运动收缩期缩短,舒张期伸长,故 S 峰向下为负, E 峰及 A 峰向上为正。应变曲线的整体趋势为单峰曲线:随心脏收缩,心肌纵向缩短,应变由 0 值向负值发展,于心电图 T 波终末(收缩末)前后达最大应变(E),舒张期又渐恢复至 0 点。

实验研究

Urheim 等^[3]和 Jamal 等^[4]在动物试验中把超声微晶体置入心脏,以微晶体测定的心肌应变为标准,分别用多普勒超声估测左心室、右心室相应部位的收缩期应变率,并与超声微晶体法测定值相比较,结果发现 Doppler 超声能够准确地定量估测左室、右室局部收缩功能。

描述正常心肌节段的变形规律

文献^[5]报道对 44 例健康儿童的心室长轴和短轴切面观察室壁各节段的 ϵ 和 SR 的变化规律,结果表明在左室长轴基底段、中间段、心尖段 3 个节段取样测得的室壁变形规律大致相同,峰值收缩期应变率(PSSR)为 $(-1.9 \pm 0.7) s^{-1}$,峰值收缩期应变为 $(-24 \pm 8) \%$ 。而右室长轴的应变和应变率显著高于相应水平切面的左室,并且得出右室游离壁中间段的变形最大:

PSSR 为 $(-3.4 \pm 0.9) s^{-1}$,峰值收缩期应变为 $(-35 \pm 15) \%$ 。这与正常心室的室壁运动(从基底段~心尖段速度逐渐减低)的速度梯度变化规律明显不同。并且进一步得出左室短轴 ϵ 和 SR 的数值相近但低于长轴取样各节段的值。左室短轴切面:峰值收缩期应变率为 $(2.7 \pm 0.5) s^{-1}$,峰值收缩期应变为 $(55 \pm 6) \%$,差异有极显著性意义($P < 0.01$)。左室长轴切面峰值收缩期应变率为 $(-1.9 \pm 0.7) s^{-1}$,峰值收缩期应变为 $(-24 \pm 8) \%$ 。从而得出结论,左室短轴各取样节段的 ϵ 和 SR 均高于长轴各取样节段的数值。同时,作者^[5]为健康儿童的应变和应变率提供了正常值,为我们以后在应变率成像方面研究提供了方便的资料。

应变和应变率在先天性心脏病的应用

1. 心脏前、后负荷对应变率成像的影响

孟祥春等^[6]选取了 20 例房间隔缺损患者与 20 例正常人进行对照,分别获取心尖四腔心右室游离壁长轴方向基底段、中间段的心尖段 ϵ 、SR 曲线,测定其收缩期峰值 ϵ 和 SR。结果右室游离壁中间段心肌 ϵ 、SR 高于基底段。ASD 组右室游离壁长轴方向各节段心肌收缩期峰值 ϵ 、SR 均显著高于正常对照组相应节段的测值($P < 0.01$)。从而认为当右心室容量负荷过重时,右室游离壁长轴方向心肌收缩期峰值 ϵ 、SR 明显增高,提示 ϵ 和 SR 成像对局部心肌功能的评价受容量负荷的影响。

孟祥春等^[7]选取了 22 例肺动脉瓣狭窄(PS)患者与 22 例正常人进行对照,分别测定了肺动脉瓣狭窄患者介入前后及正常组的心尖四腔心右室长轴、短轴四个室壁的组织多普勒衍生活指标。结果:PS 组介入之前右心室长轴游离壁基底段、中段的收缩期应变率和应变均明显降低,而 PS 组介入后与正常组相比较已无显著性意义。结论:右心室压力负荷增加时右室长轴游离壁基底段、中段的收缩期应变和应变率降低,提示:应变和应变率成像对局部心功能的评价受压力负荷的影响。

2. TOF 中应用

法洛四联症是最常见的紫绀型先天性心脏病,手术前、后由于右心室血液动力学异常,常出现不同程度的心功能异常。长期以来,由于右心室的形态不规则,我们一直没有对法洛四联症患者的右心功能作出一个良好的评估。随着应变率成像技术的发展,Weidemann^[8]等通过组织多普勒应变率和收缩期峰值应变等参数对 30 例法洛四联症术后无临床症状的患者(年龄 4~16 岁、右心室压力正常、存在不同程度的肺动脉反流)和年龄与之相配对的健康儿童对照组进行了局部右心功能的评估,其结果表明:与正常对照组比较,法洛四联症患者的右室游离壁 SR 和 ϵ 在基底段、中间段、心尖段的值均是下降的。SR 平均为 $(-1.5 \pm 0.6) s^{-1}$, ϵ 为 $(-22 \pm 8) \%$,而对照组 SR 平均为 $(-2.8 \pm 0.6) s^{-1}$, ϵ 为 $(-45 \pm 12) \%$, $P < 0.001$,差异具

作者单位: 200127 上海,交通大学医学院附属上海儿童医学中心心内科

作者简介:衣晓蕾(1982-),山东人,硕士研究生,主要从事小儿先天性心脏病的超声诊断工作。

通讯作者:张玉奇, E-mail: changyuqi@yahoo.com

统计学意义。同时,与行漏斗型补片的术式的患者相比较,行跨瓣环补片术式患者的右室游离壁的应变峰值降低更显著。由此 Weidemann 等得出结论:我们可以利用应变率成像技术对法洛四联症患者异常的心室功能进行定量分析,并且认为右室异常的形变能力与心脏除极化异常有关。

法洛四联症患者术后很容易发生右束支传导阻滞。有作者^[9]通过组织多普勒应变参数对 50 例法洛四联症患者及配对的正常人的左室侧壁及室间隔的局段性心肌变形能力进行了研究。他们通过健康对照建立了正常值,如果患者的相应节段相应值低于标准,则认为该患者存在局段性的左心收缩功能下降。结果发现,52% 的法洛四联症患者在术后存在左心室运动的不协调和 TEI 指数的升高,提示法洛四联症术后存在右束支传导阻滞的患者存在左心室运动的不协调,这种不协调与左心室的整体和局部收缩功能下降相关。

3. 大动脉转位中应用

在以形态学右心室支持整个体循环的先天性心脏病患者,他们的心功能衰竭是渐进性发展的,这些临床上没有明显症状的患者很可能存在着心功能的障碍。Bos 等^[10]对 13 例没有临床症状的矫正型大动脉转位患者[平均年龄(39.5 ± 14.6)岁]及 10 例[(36 ± 24)岁]正常对照进行了组织多普勒应变率成像的研究,结果发现病例组的收缩期峰值应变率为 $[-1.16 \pm 0.3]s^{-1}$,应变为 (-17.3 ± 8.0) ,对照组的收缩期峰值应变率为 $[-2.23 \pm 0.9]s^{-1}$,两者差异有显著性($P < 0.01$),病例组的应变和应变率显著的低于对照组,提示矫正型大动脉转位患者存在右心室功能下降。

D-TGA 患者进行心房 switch 手术后通常会有很多并发症,比如三尖瓣反流,心率失常,形态学右心室心衰等等。传统的超声对于主动脉瓣下右心室的功能不能作出很好的评价,而应变率和应变为我们提供了一种定量评价的新方法。Rentzsch 等^[11]对 24 例大动脉转位术后(平均术后 16.9 年)的患者(年龄 13~31 岁,平均 21.3 岁)及年龄、性别与之配对的正常人的左右心室的心功能进行了研究,利用超声心动图分析了峰值收缩期及舒张期的应变率和应变,对于 D-TGA 患者,采集了形态学右心室的游离壁的基底段、中段和心尖段,而正常对照组则分别采集了左右心室游离壁的基底段、中段和心尖段。结果表明,在所有分析节段,患者的应变和应变率均显著低于正常人左右心室的相应节段。结论为组织多普勒及应变和应变率成像技术是对于大动脉转位行 switch 术后的形态学右心室功能评价的重要方法^[11]。

4. 在主动脉瓣狭窄中应用

Kiraly 等^[12]对 24 例先天性主动脉瓣狭窄的患者及年龄性别与之配对的正常人进行了左心室功能的研究,利用超声心动图分别选取了心尖四腔切面和胸骨旁切面进行了心肌速度和心肌应变率的测定。所有患者左室心肌缩短率正常,但是心肌收缩期和舒张早期的运动速度以及应变率均明显降低,以应变率的改变更为显著。结论为应变率是评价左心室收缩功能下降的一个较好的参数。后来,DE Kort 等^[13]也利用应变率成像技术来评价先天性主动脉瓣狭窄经球囊扩张后左心室功能的

变化。

5. 肺动脉闭锁中应用

随着对右心室和冠状动脉的解剖的选择性处理的方法的提高,肺动脉闭锁伴室间隔完整患者的生存率已经大大的提高,但是一直以来没有一个良好的标准来评价他们术后的心功能的好坏。Mi 等对 22 例经双室修复后的肺动脉闭锁伴室间隔完整患者及年龄性别与之配对的正常人的左右心室的心功能进行了研究,结果发现,与对照组比较,病例组的左室游离壁、室间隔、右室游离壁的基底段、中段、心尖段的应变及应变率均显著降低($P < 0.01$);并且病例组的室间隔及右室游离壁的室壁运动呈现不均一性,而对照组并无这一现象。结论为肺动脉闭锁伴室间隔完整患者术后的左右心室心功能较正常人有所下降^[14]。

局限性和发展前景

组织运动是多个方向的,基于 Doppler 技术衍生而来的 SR 不可避免的会受到超声射束角度的影响。SRI 彩色显示、测量需要频谱模式或者 M 型模式,需脱机分析心肌各节段的收缩和舒张期时相,不能像三维超声显像那样直观病变部位,迅速得出结果,比较费时。目前,基于超声的 SR 和 ϵ 估测是一维的估测。要全面分析心肌运动变形的特性,克服夹角的依赖性最理想方式是三维估测。已有研究证实,从心尖切面采集到的 TDI 图像经处理后可以重建为三维和四维的超声应变率显像,可以更直观地观察室壁的运动状态,从而更全面的评估心脏功能。作为一种新的组织多普勒超声技术,SRI 不可避免的存在信噪比比较低,易受到噪音、图像、信号质量等因素的影响而存在着一定的局限性,我们相信随着对成像原理的进一步深入研究和成像技术的不断发展完善,应变率成像必将更广泛地应用于先天性心血管病心功能的测定,进一步丰富临床诊断信息。

参考文献:

- [1] Kjaergaard J, Korinek J, Belohlavek M, et al. Accuracy, Reproducibility, and Comparability of Doppler Tissue Imaging by Two High-end Ultrasound Systems[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2006, 19(3): 322-328.
- [2] Voigt JU, Flachskampf FA. Strain and Strain Rate, New and Clinically Relevant Echo Parameters of Regional Myocardial Function [J]. Z Kardiol, 2004, 93(4): 249-258.
- [3] Urheim S, Edvardsen T, Torp H, et al. Myocardial Strain by Doppler Echocardiography. Validation of a New Method to Quantify Regional Myocardial Function[J]. Circulation, 2000, 102(10): 1158-1164.
- [4] Jamal F, Bergerot C, Argaud L, et al. Longitudinal Strain Quantitates Regional Right Ventricular Contractile Function. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2003, 285(6): 2842-2847.
- [5] Di Salvo G, Pacileo G, Rea A, et al. Quantitative Evaluation of Regional Myocardial Function Using Strain and Strain Rate Imaging: Normal Values in Pediatric Age[J]. Ital Heart J Suppl, 2005, 6(7): 420-426.
- [6] 孟祥春, 孙锟, 张玉奇, 等. 超声应变率显像估测先心病右心功能的

- 研究[J]. 医学影像学杂志, 2004, 11(10): 356-358.
- [7] 孟祥春, 孙锬, 张玉奇, 等. 超声应变率显像技术估测右心室长轴收缩功能[J]. 中国超声医学杂志, 2005, 21(5): 321-324.
- [8] Weidemann F, Eyskens B, Mertens L, et al. Quantification of Regional Right and Left Ventricular Function by Ultrasonic Strain Rate and Strain Indexes after Surgical Repair of Tetralogy of Fallot[J]. Am J Cardiol, 2002, 90(2): 133-138.
- [9] Abd El Rahman MY, Hui W, Yigitbasi M. Detection of Left Ventricular Asynchrony in Patients with Right Bundle Branch Block after Repair of Tetralogy of Fallot Using Tissue-Doppler Imaging-derived Strain[J]. J Am Coll Cardiol, 2005, 45(6): 915-921.
- [10] Bos JM, Hagler DJ, Silvilairat S, et al. Right Ventricular Function in Asymptomatic Individuals with a Systemic Right Ventricle[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2006, 19(8): 1033-1037.
- [11] Rentzsch A, Abd El Rahman MY, Hui W, et al. Assessment of Myocardial Function of the Systemic Right Ventricle in Patients with D-transPosition of the Great Arteries after Atrial Switch Operation by Tissue Doppler Echocardiography[J]. Z Kardiol, 2005, 94(8): 524-531.
- [12] Kiraly P, Kapusta L, Thijssen JM, et al. Left Ventricular Myocardial Function in Congenital Valvar Aortic Stenosis Assessed by Ultrasound Tissue-velocity and Strain-rate Techniques[J]. Ultrasound Med Biol, 2003, 29(4): 615-620.
- [13] De Kort E, Thijssen JM, Daniels O. Improvement of Heart Function after Balloon Dilation of Congenital Valvar Aortic Stenosis: a Pilot Study with Ultrasound Tissue Doppler and Strain Rate Imaging[J]. Ultrasound Med Biol, 2006, 32(7): 1123-1128.
- [14] Mi YP, Cheung YF. Assessment of Right and Left Ventricular Function by Tissue Doppler Chocardiography in Patients after Biventricular Repair of Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum[J]. Int J Cardiol, 2006, 24, 109(3): 329-334.

(收稿日期: 2007-03-19 修回日期: 2007-07-05)

颅骨横纹肌肉瘤一例

· 病例报道 ·

杨建荣

【中图分类号】R445.2 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2007)11-1241-01

病例资料 患者, 女, 70 岁, 因发现头部肿块五月余, 近期逐渐增大, 伴明显疼痛而入院。查体: 右颞部可扪及一大约 5 cm × 6 cm 肿块, 质中, 表面光滑, 无移动感。

MRI 检查: 右侧额顶部大脑凸面可见一类圆形不规则异常信号影, 于 T₁ WI 上为稍低信号(图 1), T₂ WI 上为略高混杂信号(图 2), 其边缘可见低信号影与脑实质相隔, 以广基与颅骨内板相连, 局部突破颅骨形成头皮下包块。增强扫描示肿块呈不均匀明显强化

(图 3), 与颅骨接触处可见硬膜尾征, 肿块周围水肿不明显, 邻近脑室受压变形, 中线结构略向对侧移位。MRI 诊断: 右侧额顶部占位病变, 以脑膜瘤恶变可能性大。

手术所见: 在右颞头皮隆起处作一约 7 cm × 7 cm 的马蹄形切口, 掀开头皮见右颞骨质侵蚀约 2 cm × 3 cm, 骨外板处的肿块呈鱼肉状, 质韧, 锐刀锐开骨瓣约 6 cm × 6 cm, 内板处有肿块, 与脑膜粘连紧密, 予以充分剥离。

术后病理诊断: 颅骨恶性肿瘤。免疫组化检查示 Desmin 和 Myo-D1 阳性, 提示横纹肌来源(横纹肌肉瘤)。

讨论 横纹肌肉瘤是较常见的恶性程度较高的软组织肿瘤, 由各种分化程度不同的横纹肌细胞组成。根据组织分化程度可分为胚胎型、腺泡状和多形性横纹肌肉瘤。多形性横纹肌肉瘤的特点是瘤细胞的多形性, 多见于成年人; 而腺泡状横纹

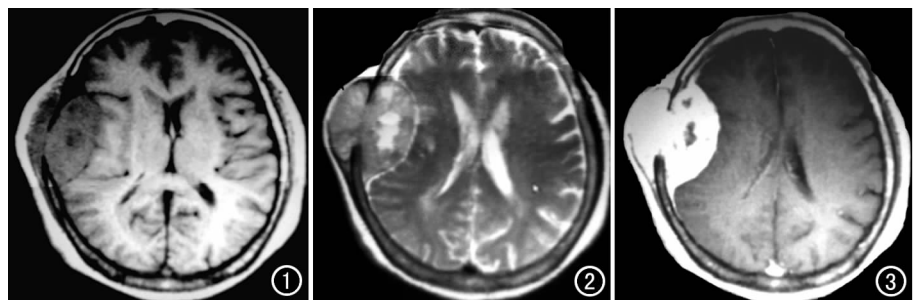


图 1 T₁ WI 示右顶骨肿块呈混杂低信号而颅内外生长, 压迫脑实质。图 2 T₂ WI 示病灶呈混杂高信号, 周边有更高信号带, 为受压脑组织边缘。图 3 增强扫描示肿块呈明显不均匀强化, 可见硬膜尾征。

肌肉瘤和胚胎型横纹肌肉瘤主要由未分化的圆形, 梭形细胞组成, 多发生于小儿和青少年; 腺泡状横纹肌肉瘤好发于四肢, 胚胎型横纹肌肉瘤好发于头颈部和泌尿生殖系^[1]。原发于颅骨的横纹肌肉瘤, 国内文献罕有报道。笔者认为, 本例病理诊断虽为颅骨横纹肌肉瘤, 极有可能是头皮横纹肌原发肿瘤穿透颅板向颅内生长所致, 形成哑铃状肿块。本例患者的表现极难与颅内淋巴瘤、恶性脑膜瘤、脑膜血管外皮瘤相鉴别, 因这几种肿瘤均可穿透颅板在头皮下形成软组织肿块, 且具有相似的 MRI 信号表现, T₁ WI 呈稍低信号, T₂ WI 呈混杂高信号。恶性脑膜瘤具有明显的侵袭性; 信号不均匀, 边缘模糊, 但脑膜血管外皮瘤的血管更丰富, 信号更不均匀, 坏死更多见; 而淋巴瘤具有浸润性生长的征象, 无包膜, 在 MRI 上无特征性表现。本病的最终确诊需病理、临床和影像表现三方面相结合。

参考文献:

- [1] 孟俊非, 梁碧玲. 临床 MRI 诊断学[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 2005. 352-352.

(收稿日期: 2007-07-24)