

MRI 评价正常胎肺体积和胎肺肝信号强度比值与孕周的关系

叶鹏飞, 宁刚, 郭应坤, 李学胜, 鲍莉

【摘要】 目的:探讨 MRI 在评价正常单胎妊娠双侧胎肺体积、胎肺总体积及胎肺肝信号强度比值与孕周的关系中的价值。**方法:**前瞻性纳入 2015—2017 年中晚期单胎妊娠(24~38 周)的正常胎儿 114 例,通过胎儿胸部 MRI 扫描获得胎肺冠状面 T_2 WI 图像。采用连续描点法逐层勾划双侧胎肺轮廓,测量并计算双侧胎肺体积和胎肺总体积;选取胎儿右肺下叶和肝脏为感兴趣区测量胎肺和胎肝信号强度,计算胎肺肝信号强度比值。左、右侧胎肺体积、胎肺总体积与孕周的相关性采用 Pearson 分析。**结果:**正常中晚期单胎妊娠中,双侧胎肺体积及胎肺总体积均随孕周的增加逐渐增大($R^2=0.435, P_{左}<0.01$; $R^2=0.411, P_{右}<0.01$; $R^2=0.438, P_{总}<0.01$);左侧胎肺体积和右侧胎肺体积存在较高的相关性($R^2=0.88, P<0.01$),在相同孕周下,左侧胎肺体积小于右侧。胎肺肝信号强度比值随孕周增加而逐渐增大($P<0.01, R^2=0.149$)。**结论:**MRI 能提供正常胎肺体积、胎肺肝信号强度比值的参考数据,在产前准确预估和诊断胎肺发育情况中发挥着重要作用。

【关键词】 胎儿;磁共振成像;胎肺体积;胎肺肝信号强度比值;胎儿;肺发育不良

【中图分类号】 R714.51;R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)02-0203-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.02.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



MRI evaluation on the correlation between normal fetal lung volume and fetal lung-to-liver signal intensity ratio and gestational weeks YE Peng-fei, NING Gang, GUO Ying-kun, et al. Department of Radiology, West China Second University Hospital, Sichuan University/West China Women's and Children's Hospital, Chengdu 610041, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to investigate the value of magnetic resonance imaging (MRI) in evaluating the correlation among bilateral fetal lung volume, total fetal lung volume, and fetal lung-to-liver signal intensity ratio and gestational weeks in normal middle and terminal singleton pregnancy. **Methods:** A total of 114 normal singleton fetuses in middle and terminal pregnancy were prospectively enrolled in this study between 2015 to 2017. A T_2 weighted imaging (T_2 WI) of coronal position of fetal lung was obtained by chest MRI scan. Continuous point tracing method was used to outline the contour of fetal lungs slice by slice. The volume of bilateral fetal lung and the total volume of both lungs were separately calculated. The right inferior lobe of fetal lung and liver were chosen as regions of interest (ROI) for measurements of their signal intensity. The fetal lung-to-liver signal intensity ratio was calculated. **Results:** The volume of bilateral fetal lung and the total volume of lungs was positively correlated with gestational weeks in normal middle and terminal singleton pregnancy ($R^2=0.435, 0.411, 0.438$; left lung volume, right lung volume, total volume, respectively, all $P<0.01$). There was also a well correlation between left and right lung volume ($R^2=0.88, P<0.01$). The volume of left lung volume is smaller than that of the right in the same gestational weeks. In addition, the fetal lung-to-liver signal intensity ratio gradually increased with the gestational weeks ($R^2=0.149, P<0.01$). **Conclusion:** The measurements of fetal lung by MRI provide reference data for normal volume of fetal lung, lung-to-liver signal intensity ratio. It plays an important role in the prenatal accurate diagnosis and prediction of pulmonary hypoplasia.

【Key words】 Fetus; Magnetic resonance imaging; Fetal lung volume; Fetal lung-to-liver signal intensity ratio; Pulmonary hypoplasia

作者单位:610041 成都,四川大学华西第二医院放射科华西妇产生殖医院放射科

作者简介:叶鹏飞(1989—),男,四川省都江堰市人,住院医师,主要从事小儿影像和妇产科介入方面的工作和研究。

通讯作者:宁刚, E-mail:ng6611@163.com;郭应坤, E-mail:gykpanda@163.com

胎肺组织的功能有赖于可利用的空间和适当的发育条件,因此胎肺体积的测量成为评估胎肺发育情况最真实、客观的指标^[1],如何更准确的对胎肺体积和 MRI 信号强度进行产前测量至关重要。产前准确的测量胎肺体积和胎肺肝信号强度比值,对降低围生期死亡率和临床处理具有十分重要的意义^[2]。本研究应用 MRI 评价各孕周时间段正常胎肺体积、胎肺肝信号强度比值的正常值范围,同时探讨正常胎肺体积与孕周的关系,拟为胎肺发育情况的产前诊断提供正常参考值。

材料与方法

1. 研究对象

前瞻性纳入 2015 年 1 月—2017 年 12 月在我院行胎儿胸部 MRI 检查的产妇作为研究对象,纳入标准:①胎儿经产科临床、超声和胸部 MRI 检查未见异常;②胎儿孕周与实际孕周相符,孕周估算根据产妇末次月经、早孕期超声检查及月经史进行确定。排除标准:①产妇孕前或孕期存在心肺疾病、糖尿病、高血压及其他基础疾病;②胎儿存在胸腔内畸形(先天性膈疝、胸腔内肿块、胸腔积液等),肺内先天性病变(肺囊腺瘤样畸形、肺隔离症),胎膜早破等其他改变胎肺发育情况的病变或畸形;③胎儿存在影响肝脏信号的疾病(肝母细胞瘤、婴儿型血管内皮细胞瘤、肝囊肿等)。最终 114 例产妇纳入本研究,产妇年龄 23~33 岁,平均年龄(28.10±3.13)岁,孕周 24~38 周,月经周期规律(28~30 天)。检查前所有的夫妻双方均告知和签署知情同意书。

2. 仪器与方法

采用 Philips Achieva 1.5T 超导磁共振扫描仪,16 通道相控阵体线圈(Sense-XL-Torso)。体位以仰卧位为主,侧卧位为辅,足先进。扫描方式:先行定位相扫描,再根据胎儿体位做横轴面扫描,最后以胎儿横

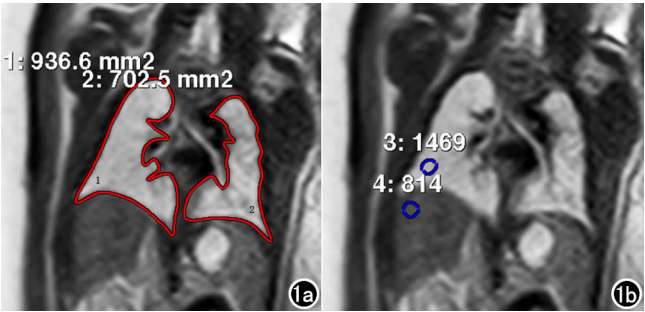


图 1 孕 33 周,正常胎肺冠状面 T₂WI 图像。a) 采用连续描点法勾划双侧胎肺轮廓,分别测出双侧胎肺的面积; b) 选取胎儿右肺下叶和胎肝为 ROI,分别测量其信号强度。

轴面作冠状面扫描,最终获得胎肺冠状面 T₂WI 图像。扫描序列及参数:单次激发快速自旋回波(single shot fast spin echo,SS-FSE)序列,TR 1500~1800 ms,TE 80 ms,层厚 5 mm,层间隔 0 mm,翻转角 90°,视野 375 mm×375 mm,矩阵 253×432。

3. 数据测量

所有图像在磁共振 AW 4.0 后处理工作站上进行测量。在胎肺冠状面 T₂WI 图像上选取能清楚显示双侧胎肺,无伪影、层面丢失的图像,采用连续描点法逐层勾划双侧胎肺轮廓,勾划时尽量避开胸部大血管、气管及左、右主支气管,分别测出每一层胎肺的面积,根据面积乘以层厚获得每一层胎肺的体积,再相加求得左、右侧胎肺体积和胎肺总体积(图 1a)。在胎肺冠状面 T₂WI 图像上选取胎儿右肺下叶和胎肝为感兴趣区(ROI),ROI 面积为 15~25 mm²,ROI 内无大血管、气管、胎肺及胎肝周围边界结构,且信号强度均匀,取 3 个不同层面分别测量胎肺、胎肝信号强度并取平均值,计算胎肺肝信号强度比值(图 1b)。由两名高级职称放射科医师分别独立勾划胎肺轮廓和 ROI,取两者测量数据的平均值作为最终结果^[3]。

4. 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行数据统计。左、右侧胎肺体积、胎肺总体积与孕周的相关性采用 Pearson 分析, $P<0.01$ 认为差异具有统计学意义。

结 果

1. 不同孕周胎肺体积及胎肺肝信号比

114 例不同孕周时间段左、右侧胎肺体积、肺总体积及胎肺肝信号强度比值的测量值见表 1~4,以 2 周为一个时间段,将 24~38 周的胎儿分为 7 个小组,得出各组测量值和医学正常值范围。

表 1 不同孕周左胎肺体积的测量值 (mm³)

孕周(周)	例数	测量值	医学正常值范围
24~26	16	14074.1±3535.7	7144.1~21004.1
27~28	20	17804.6±4469.3	9044.8~26564.4
29~30	25	21259.9±4752.8	11944.4~30575.4
31~32	15	29669.1±9582.9	10886.6~48451.6
33~34	17	24368.4±4681.2	15193.2~33543.6
35~36	12	30355.5±8255.1	14175.5~46535.5
37~38	9	34233.1±11049.3	12576.5~55889.7

表 2 不同孕周右胎肺体积的测量值 (mm³)

孕周(周)	例数	测量值	医学正常值范围
24~26	16	17912.1±3964.9	10140.9~25683.3
27~28	20	23575.3±7108.9	9641.9~37508.7
29~30	25	27784.9±7048.9	13969.1~41600.7
31~32	15	37140.9±9130.1	19245.9~55035.9
33~34	17	30131.5±6688.9	17021.3~43241.7
35~36	12	38731.4±10366.1	18413.8~59049.0
37~38	9	46040.9±17444.4	11849.9~80231.9

表 3 不同孕周总胎肺体积的测量值 (mm³)

孕周(周)	例数	测量值	医学正常值范围
24~26	16	31986.1±7300.8	28095.8~35876.4
27~28	20	41379.9±11219.2	36129.1~46630.7
29~30	25	49044.9±11398.5	44339.8~53749.9
31~32	15	66809.9±18143.5	56762.4~76857.5
33~34	17	54499.9±10468.9	49117.3~59882.6
35~36	12	69086.8±18172.4	57540.6~80633.1
37~38	9	80274.1±27924.3	58809.5~101738.5

表 4 不同孕周胎肺肝信号强度比值

孕周(周)	例数	测量值	医学正常值范围
24~26	16	1.886±0.215	1.465~2.307
27~28	20	1.999±0.265	1.480~2.518
29~30	25	2.119±0.389	1.357~2.881
31~32	15	2.449±0.833	0.816~4.082
33~34	17	2.334±1.062	0.252~4.416
35~36	12	2.517±0.339	1.853~3.181
37~38	9	2.733±0.484	1.784~3.682

2. 胎肺体积、肺肝信号比值与孕周的相关性分析

将左、右侧胎肺体积和胎肺总体积与孕周的数据制成散点图进行统计学分析,结果显示左、右侧胎肺体积及胎肺总体积与孕周均呈正相关,且随孕周的增加而逐渐增大($R^2=0.435, P_{\text{左}} < 0.01; R^2=0.411, P_{\text{右}} < 0.01; R^2=0.438, P_{\text{总}} < 0.01$;图 2)。左胎肺体积与右胎肺体积存在较高的相关性($R^2=0.88, P < 0.01$),在相同孕周下左侧胎肺体积小于右侧。将胎肺肝信号强度比值与孕周的数据制成散点图进行统计学分析,结果显示胎肺肝信号强度比值随孕周增加而逐渐增大($P < 0.01, R^2=0.149$)。

讨 论

本研究通过胎儿胸部 MRI 检查对正常胎肺体积、胎肺和胎肝信号强度进行测量,提供在不同孕周时间段双侧胎肺体积、胎肺总体积及胎肺肝信号比值的正常测量值,并得出双侧胎肺体积、胎肺总体积与孕周呈正相关,为正常胎肺的研究提供了数据库基础。胎儿胸部 MRI 检查不但可清楚显示胎肺的结构、轮廓及信

号强度的变化,而且可直接测量胎肺体积的大小,说明 MRI 是量化评估胎肺发育情况的重要影像学方法。

胎儿肺发育不良(pulmonary hypoplasia, PH)是指胎肺组织的细胞、肺泡和气道数量减少,可导致胎肺体积和 MRI 信号强度的改变^[4];PH 既可为单侧,也可为双侧,是导致围产儿死亡的重要因素,亦可导致新生儿出现严重的呼吸窘迫,甚至死亡^[5,6]。据文献报道,PH 的发病率在出生时为 1.1%,与之伴随的死亡率则高达 70%(55%~100%)^[7]。PH 可分为继发性和原发性,继发性较原发性多见。继发性 PH 的病因包含导致胎肺体积和内外体液变化的各种因素,如羊水过少、胎儿胸腔内畸形(先天性膈疝、胸腔肿块、胸腔积液等)、肺内先天性病变(肺囊腺瘤样畸形、肺隔离症)及其他系统发育异常等,羊水过少为其中最常见的因素。引起 PH 的各种病因最终将导致胎肺体积或 MRI 信号强度的改变,因此, MRI 检查在产前准确预测和诊断胎肺发育情况中发挥着重要的作用,可为产前预防或产后新生儿的治疗提供重要的参考依据。

目前,临床直接测量胎肺体积的影像学方法包括 MRI 和三维超声^[8]。常规的二维超声采用肺面积、肺头比、肺高度和心胸比等定性、半定量或等定量参数来间接估算胎肺的发育情况,但这些参数的准确性和敏感性均较差^[9,10]。三维超声虚拟器官计算机辅助分析(virtual organ computer-aided analysis, VOCAL)旋转技术被证实是测量胎肺体积准确有效的、可靠的方法^[11],该技术的出现使直接测量胎肺体积成为可能,与 MRI 相比,其具有患者易接受、费用较低及操作简单等优点。然而,在羊水过少、胎儿体位不佳、肢体和肋骨遮挡、肥胖产妇的应用中,三维超声测量胎肺体积仍具有一定局限性,从而很难准确的评估胎儿 PH 的程度^[12]。随着应用于胎儿扫描的 MRI 快速序列的发展,以及 MRI 在胎儿产前诊断中的应用, MRI 的优点不断体现出来。MRI 的软组织分辨率和对比度高,扫

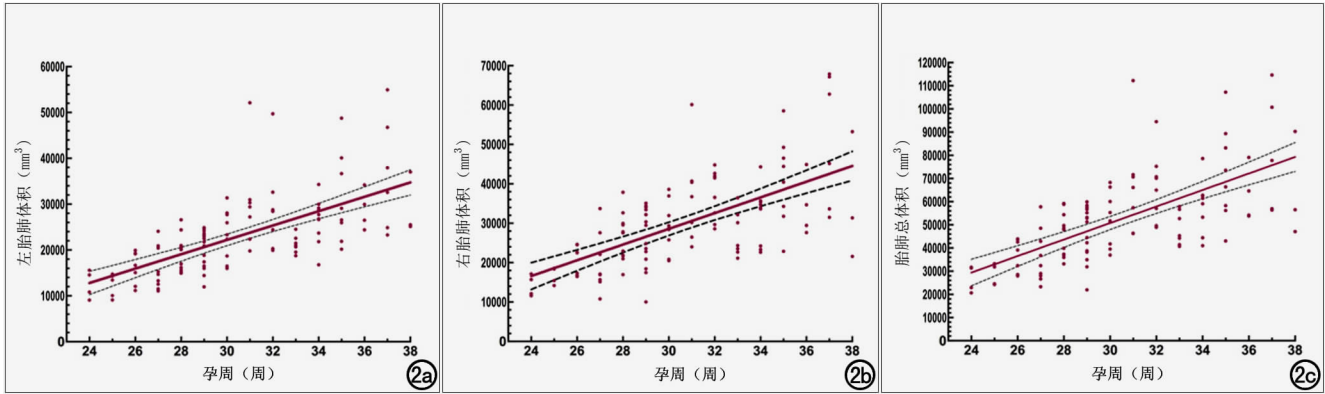


图 2 胎肺体积与孕周的相关性散点图。a) 左侧胎肺体积与孕周的相关性散点图; b) 右侧胎肺体积与孕周的相关性散点图; c) 胎肺总体积与孕周的相关性散点图。

描视野大,且不受胎儿体位、产妇羊水过少和肥胖等因素的限制,可定量测量胎肺体积、胎肺和胎肝信号强度^[13],故在产前评估胎儿肺发育情况方面,MRI 是对超声的很好补充^[14]。

由于胎肺中水含量较多,在 T₂WI 序列上胎肺呈高信号,与低信号的胎儿心腔、胸部大血管、胸廓及稍低信号的胎儿胸腺形成对比,胎肺的边界和轮廓亦可清楚显示,再加上 MRI 的高软组织分辨力和对比度特点,能很好的区分胎肺与周围组织,为胎肺体积的测量提供条件^[15]。在 MRI 检查中,胎肺信号强度能客观的体现胎肺内部结构和胎肺内液体的情况,胎肺肝信号比值常作为体现胎肺成熟度的重要参数。本研究结果显示,双侧胎肺体积、胎肺总体积均随孕周的增加逐渐增大,提示胎肺体积的变化对胎肺发育情况具有量化评估的价值;肺肝信号强度比值也随孕周的增加逐渐增大,但相关系数偏小(0.149),提示此结果的实际意义不大。

本研究存在一定的局限性:①胎儿心脏搏动和呼吸运动会使胎肺体积的大小发生变化,使胎肺体积的测量存在一定的误差;②肺门血管间亦存在少量肺组织,不能完全准确的勾划双侧胎肺的真实轮廓,同样会使测量存在一定的误差。因此,MRI 在胎肺测量中的应用价值,需系统、深入和全面的大样本研究进一步证实。

参考文献:

- [1] 朱晓红,夏黎明,韩雪芳,等. 胎儿肺发育不良的 MRI 表现[J]. 放射学实践,2009,24(3):270-273.
- [2] 陈骊珠,蔡爱露,王冰,等. 胎儿肺发育不良的产前诊断[J]. 中国医学影像技术,2009,25(7):1310-1312.
- [3] 曹伊,李莺仙. 磁共振量化检查对胎儿肺发育不良的评估价值[J]. 西南国防医药,2016,11(26):1259-1262.
- [4] Harding R. Fetal pulmonary development; the role of respiratory movements[J]. Equine Vet J Suppl,1997,29(24):32-39.
- [5] Hellwig D, Baum RP, Kirsch C. FDG-PET, PET/CT and conventional nuclear medicine procedures in the evaluation of lung cancer: a systematic review[J]. Nuklearmedizin,2009,48(2):59-69.
- [6] Taylor JB, Nyp MF, Norberg M, et al. Impact of intercurrent respiratory infections on lung health in infants born <29 weeks with bronchopulmonary dysplasia[J]. J Perinatol, 2014, 34(3): 223-228.
- [7] Peralta CF, Cavoretto P, Csapo B, et al. Lung and heart volumes by three-dimensional ultrasound in normal fetuses at 12-32 weeks' gestation[J]. Ultrasound Obstet Gynecol,2006,27(2):128-133.
- [8] Gerards FA, Engels MA, Twisk JW, et al. Normal fetal lung volume measured with three-dimensional ultrasound[J]. Ultrasound Obstet Gynecol,2006,27(2):34-44.
- [9] Lauria MR, Gonik B, Romero R. Pulmonary hypoplasial pathogenesis, diagnosis, and antenatal prediction [J]. Obstet Gynecol, 1995,86(3):466-475.
- [10] Laudy JA, Van Gucht M, Van Dooren MF, et al. Congenital diaphragmatic hernia: an evaluation of the prognostic value of the lung-to-head ratio and other prenatal parameters[J]. Prenat Diagn,2003,23(8):634-639.
- [11] 王琳玲,周启昌,汤小康. 三维 VOCAL 旋转技术在胎儿肺发育不良临床诊断的运用研究[J]. 浙江中西医结合杂志,2017,27(9):776-779.
- [12] 唐雯娟,虞凌明,张军,等. 胎儿胸部发育异常的 MRI 应用[J]. 临床放射学杂志,2013,32(6):860-862.
- [13] 董素贞,朱铭,毛建平,等. 胎儿继发性肺发育不良的 MRI 评价[J]. 临床放射学杂志,2008,27(10):1378-1382.
- [14] 张玉珍,范国平,张永平,等. 胎儿胸部异常的 MRI 诊断[J]. 放射学实践,2006,21(12):1208-1211.
- [15] 夏波,俞钢,陈福雄,等. 产前超声和 MRI 评估先天性膈疝的价值[J]. 中华围产医学杂志,2014,35(12):845-848.

(收稿日期:2018-04-07 修回日期:2018-07-15)