

3. 0T MRI for evaluating fetal eyeball development in the second and the third trimester of pregnancy

LU Cailuan, LU Li*, XU Jie, SHI Lin, HUAN Yanmei

(Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University,
Xuzhou 221002, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of 3.0T MRI for evaluating fetal eyeball development in the second and the third trimester of pregnancy. **Methods** 3.0T MRI data of 124 fetuses were retrospectively analyzed. The fetuses were divided into the second trimester group ($n=32$) and the third trimester group ($n=92$) according to gestational weeks. Then parameters of eyeball were observed and compared between groups, including extraocular distance, intraocular distance, anterior posterior diameter, left and right diameter, upper and lower diameter and maximum cross-sectional area of eyeball, short axis and long axis of lens, and the value of the parameters for evaluating fetal eyeball development were analyzed. **Results** MR T2WI could clearly show the eyeball structure of fetus in the second and third trimester of pregnancy. There was no significant difference of anterior posterior diameter, left and right diameter, upper and lower diameter, maximum cross-sectional area of eyeball, short axis nor long axis of lens between left and right eyes of fetuses (all $P>0.05$). Parameters of fetal eyeball in the third trimester group were all greater than those in the second trimester group (all $P<0.05$). The parameters of fetal eyeball were linearly positively correlated with gestational weeks ($r=0.301-0.885$, all $P<0.05$). The short axis of lens were lowly correlated with gestational weeks ($r=0.301, 0.378$, both $P<0.05$), intraocular distance, upper and lower diameter of eyeball and long axis of lens were moderately correlated with gestational weeks ($r=0.539-0.787$, all $P<0.001$), while extraocular distance, anterior and posterior diameter, left and right diameter and the maximum cross-sectional area of eyeball were highly correlated with gestational weeks ($r=0.857-0.885$, all $P<0.001$). **Conclusion** 3.0T MRI could clearly display the eyeball structure of fetus in the second and third trimester of pregnancy, therefore having certain value for evaluating fetal eyeball development.

[Keywords] fetus; eye; magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2022.07.019

3. 0T MRI 评估妊娠中晚期胎儿眼球发育

鹿彩奎, 路 莉*, 徐 杰, 时 林, 郇艳美

(徐州医科大学附属医院放射科, 江苏 徐州 221002)

[摘 要] **目的** 观察 3.0T MRI 评估妊娠中晚期胎儿眼球发育的价值。**方法** 回顾性分析 124 胎 3.0T MRI 资料, 按孕周将其分为妊娠中期组($n=32$)和妊娠晚期组($n=92$), 对比观察 2 组眼球各参数, 包括眼外距、眼内距、两侧眼球前后径、左右径、上下径、最大横截面积、晶状体短轴及长轴, 分析各参数用于评估胎儿眼球发育的价值。**结果** 3.0T MR T2WI 可清晰显示妊娠中晚期胎儿眼球结构。胎儿左、右侧眼球的前后径、左右径、上下径、最大横截面积及晶状体短轴、长轴差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。妊娠晚期组胎儿眼球各参数均大于妊娠中期组(P 均 <0.05)。胎儿眼球各参数均与孕周呈线性正相关($r=0.301\sim0.885$, P 均 <0.05); 其中, 晶状体短轴与孕周低度相关($r=0.301, 0.378$, P 均 <0.05), 眼内距、上下径、最大横截面积及长轴与孕周中度相关($r=0.539\sim0.787$, 均 $P<0.001$), 而眼外距、前后径、左右径及最大横截面积与孕周高度相关($r=0.857\sim0.885$, 均 $P<0.001$)。**结论** 3.0T MRI 能清晰显示胎儿眼球结构, 对评估胎儿眼球发育具有一定价值。

[第一作者] 鹿彩奎(1986—), 女, 江苏徐州人, 硕士, 主治医师。研究方向: 头颈疾病的影像诊断。E-mail: 442502540@qq.com

[通信作者] 路莉, 徐州医科大学附属医院放射科, 221002。E-mail: xuzhoululi@163.com

[收稿日期] 2021-11-27 **[修回日期]** 2022-04-26

0.05), 眼内距、眼球上下径及晶状体长轴均与孕周中度相关($r=0.539\sim0.787$, P 均 <0.001), 而眼外距、眼球前后径、左右径及最大横截面积均与孕周高度相关($r=0.857\sim0.885$, P 均 <0.001)。结论 3.0T MRI 可较好地显示妊娠中晚期胎儿眼球结构, 对评估胎儿眼球发育具有一定价值。

[关键词] 胎儿; 眼; 磁共振成像

[中图分类号] R714.5; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2022)07-1045-05

产前准确评估胎儿眼球结构有助于判断其发育、排除合并眼球异常的综合征或染色体相关疾病。超声是评估胎儿面部结构的首选影像学检查方法, 但多胎妊娠、母体腹壁脂肪厚、母体子宫肌瘤、胎儿体位及胎动等因素可影响其准确性。MRI 可对超声起到重要补充作用^[1], 但相关研究尚属罕见^[2]。本研究采用 3.0T MRI 测量妊娠中晚期胎儿眼球参数, 观察其评估胎儿眼球发育的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2019 年 10 月—2021 年 7 月于徐州医科大学附属医院因产前超声疑诊轻、中度胎儿颅内结构异常(主要为胎儿脑室、脑池扩大)/颅内结构显示不清而接受胎儿头颅 MR 检查的 124 名孕妇, 年龄 20~41 岁、平均(28.7 ± 4.4)岁, 孕 22~38 周、平均(30.15 ± 3.93)周; 其中孕 22 周 2 名, 孕 23 周、24 周各 6 名, 孕 25 周 4 名, 孕 26 周 6 名, 孕 27 周 8 名, 孕 28 周 5 名, 孕 29 周 12 名, 孕 30 周 15 名, 孕 31 周 16 名, 孕 32 周 9 名, 孕 33 周 9 名, 孕 34 周 10 名, 孕 35 周 5 名, 孕 36 周 3 名, 孕 37 周 5 名, 孕 38 周 3 名; 将孕 22~27 周者纳入妊娠中期组($n=32$), 孕 28~38 周纳入妊娠晚期组($n=92$)。纳入标准: ①超声及 MRI 示胎儿眼球无明显异常; ②单胎妊娠。排除标准: ①产前筛查提示胎儿大脑/面部/躯体存在严重异常; ②产前检查提示胎儿遗传综合征/染色体异常或存在相关家族史; ③图像质量不佳。

1.2 仪器与方法 采用 GE 3.0T MR 扫描仪, 16 通道腹部线圈。嘱孕妇仰卧或左侧卧、平静呼吸, 采集子宫轴位、矢状位、冠状位 T2WI 及胎儿头颅轴位、矢状位、冠状位单次激发快速自旋回波(single-shot fast spin-echo, SSFSE)序列 T2WI; 参数: TR 1 378 ms, TE 68 ms, 矩阵 288×288 , FOV $42\text{ cm}\times42\text{ cm}$, 层厚 3.5 mm, 层间隔 1 mm, 采集时间 40 s。

1.3 图像评估 由具有 4 年及 7 年工作经验的放射科主治医师各 1 名分析图像。将胎儿头颅 T2WI 传至 GE ADW4.6 图像处理工作站, 采用 Reformat 软件行轴位、矢状位及冠状位小角度同方向回顾性重建, 于显示眼球最大截面的轴位或冠状位 T2WI 中测量眼外距(两侧眼球外侧壁间的最大直线距离)、眼内距(两侧眼球内侧壁间的最小直线距离), 双侧眼球前后径(眼球壁前缘至后缘的距离)、左右径(眼球壁外缘至内缘的距离)、上下径(眼球壁上缘至下缘的距离)、最大横截面积(使 ROI 边缘与眼球壁重叠, 测量其面积)、晶状体短轴(晶状体前缘至后缘的距离)及长轴(晶状体外缘至内缘的距离)等参数; 见图 1。

随机选择 27 胎、共 54 只眼球, 由 2 名医师分别测量其眼内距、双侧眼球前后径、左右径及最大横截面积, 用于一致性检验。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 16.0 统计分析软件。以 $\bar{x}\pm s$ 表示符合正态分布的计量资料, 行 t 检验。采用 Pearson 相关分析观察眼球参数与孕周的相关性; 以

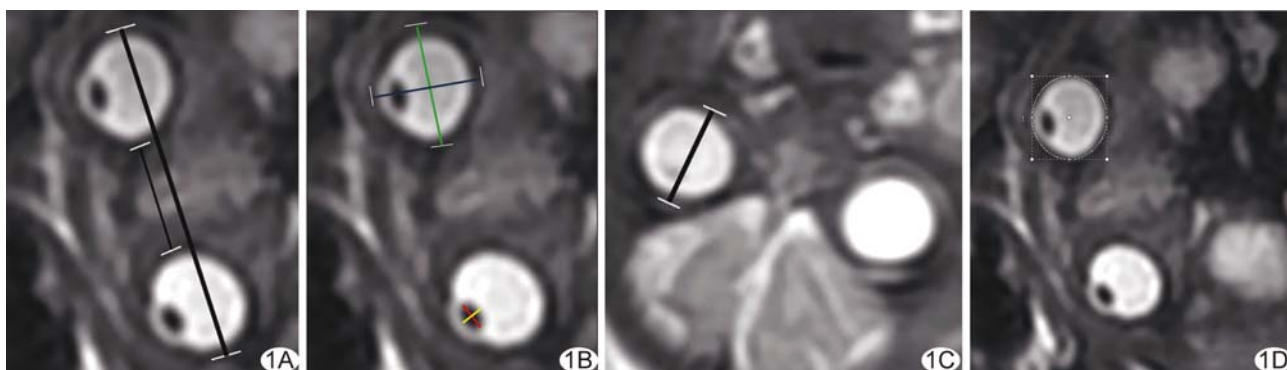


图 1 孕 33 周胎儿 MR T2WI 显示眼球 A. 轴位 T2WI 示胎儿眼内距(短黑线)及眼外距(长黑线); B. 轴位 T2WI 示眼球前后径(蓝线)、眼球左右径(绿线)、晶状体长轴(红线)及晶状体短轴(黄线); C. 冠状位 T2WI 示眼球上下径(黑线); D. 轴位 T2WI 示眼球最大横截面积($\text{ROI}=194.6\text{ mm}^2$)

$0 < |r| < 0.3$ 为弱相关, $0.3 \leq |r| < 0.5$ 为低度相关, $0.5 \leq |r| < 0.8$ 为中度相关, $|r| \geq 0.8$ 为高度相关。以组内相关系数 (intra-class correlation coefficient, ICC) 评价观察者间测量胎儿眼内距、两侧眼球前后径、左右径及最大横截面积的一致性; 以 ICC ≥ 0.75 为一致性好。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

3.0T MR T2WI 可清晰显示妊娠中晚期胎儿的眼球结构; 晶状体在其中表现为低信号, 玻璃体则表现为高信号 (图 1)。

胎儿左、右侧眼球前后径、左右径、上下径、最大横截面积及晶状体短轴、长轴差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05)。妊娠晚期组胎儿眼球各参数均大于妊娠中期组 (P 均 < 0.05 , 表 1)。胎儿眼球各参数均与孕周呈线性正相关 ($r = 0.301 \sim 0.885$, P 均 < 0.05); 晶状体短轴与孕周低度相关 ($r = 0.301, 0.378$, P 均 < 0.05), 眼内距、眼球上下径及晶状体长轴均与孕周中度相关 ($r = 0.539 \sim 0.787$, P 均 < 0.001), 眼外距、眼球前后径、左右径及最大横截面积均与孕周高度相关 ($r = 0.857 \sim 0.885$, P 均 < 0.001); 见图 2。

测量胎儿眼内距、眼球前后径、左右径及最大横截面积的观察者间一致性均好 (ICC = $0.798 \sim 0.899$, P 均 < 0.001)。

3 讨论

眼球发育始于妊娠第 4 周早期, 整体生长速度较快, 尤以妊娠中期增长较显著, 之后随孕周增加而逐渐变慢^[3-4]。相比其他器官, 眼球体积较小, 影像学检查眼球易为图像分辨率或成像条件所限。目前以产前超声作为筛查胎儿发育异常的首选影像学方法^[5], 但受母体、胎儿位置及检查切面等因素的影响, 筛查复杂胎

儿头面部畸形时, 眼部异常常被忽略。MRI 软组织分辨率高, 可多参数、多序列、多方位成像, 图像清晰, 可在很大程度上弥补超声的不足^[6-8]。

正常左、右侧眼球的大小及形状均应对称^[4], 而胚胎时期眼球生长发育停滞或发育异常可致眼部外观畸形、组织缺陷或功能障碍^[9-10]。超声可见胎儿晶状体和玻璃体均呈低回声, 且其差异较小。MR T2WI 可清楚显示胎儿眼球解剖结构, 玻璃体在其中呈高信号而晶状体呈低信号, 其信号强度差异较大, 易于区分。超声和 MRI 均可显示部分常见眼部异常, 包括小眼症、独眼、双眼融合、无眼症、眼距缩小或增宽, 并能通过胎儿眼球径线早期发现眼部病变及相关畸形, 如发现胎儿眼球参数低于相应孕周眼球参数正常值的五分之一时可诊断为小眼症^[11-12], 眼间距超过相应孕周 95% CI 为眼距增宽、低于 95% CI 为眼距减小^[13]。本研究结果显示, 124 胎胎儿眼球各参数均位于相应孕周正常范围内, 且左、右眼参数差异无统计学意义。

既往研究^[2]指出, 人眼并非标准球体; 但多数超声及 MRI 相关研究仅测量眼球的左右径, 而并未观察其前后径和上下径。本研究采用 MRI 全面测量双侧眼球的前后径、左右径、上下径、最大横截面积、晶状体短轴、长轴及眼内外距, 以更准确地评估胎儿眼球发育情况, 发现妊娠晚期组胎儿眼球各参数均大于妊娠中期组, 且均与孕周呈线性正相关, 与既往研究^[3]基本一致; 其中晶状体短轴与孕周的相关性较低, 可能原因在于晶状体体积较小, 导致测量误差较大。

张忠和等^[2]采用 7.0T MRI 测量妊娠中期胎儿标本眼球参数, 并建立 3D 可视化模型; 本研究所获妊娠 22~27 周胎儿眼内距、眼外距及眼球左右径结果与之基本相符, 而晶状体长轴较之稍小, 可能与样本差异有关。

表 1 妊娠中期与晚期胎儿眼球各参数比较

组别	眼外距	眼内距	眼球前后径 (mm)		眼球左右径 (mm)		眼球上下径 (mm)	
			左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
妊娠中期组 (n=32)	40.42±3.39	15.51±1.70	10.89±1.31	10.90±1.29	11.96±1.37	12.06±1.38	11.59±1.25	11.64±1.17
妊娠晚期组 (n=92)	48.79±3.34	18.39±1.60	13.89±1.15	13.94±1.22	14.99±1.09	15.03±1.08	14.09±1.09	14.19±1.10
t 值	12.175	8.632	12.244	11.997	11.335	11.036	10.720	11.071
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
组别	眼球最大横截面积 (mm ²)		晶状体短轴 (mm)		晶状体长轴 (mm)			
	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧		
妊娠中期组 (n=32)	110.72±22.97	111.55±23.35	3.18±0.37	3.23±0.27	4.34±0.40	4.27±0.37		
妊娠晚期组 (n=92)	169.55±22.79	169.80±23.63	3.45±0.39	3.50±0.38	4.91±0.44	4.92±0.47		
t 值	12.550	12.048	3.449	4.295	6.439	7.152		
P 值	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001		

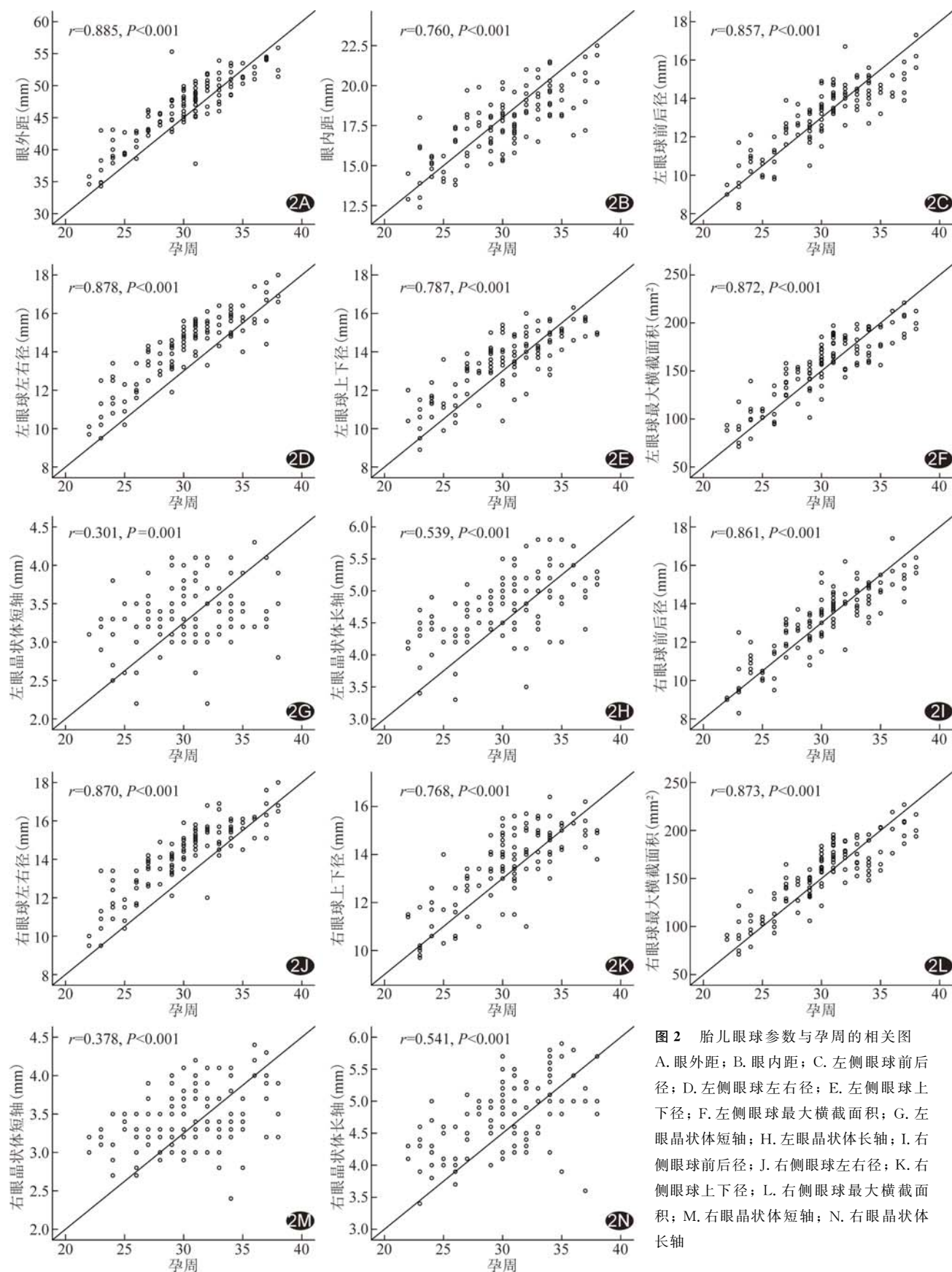


图2 胎儿眼球参数与孕周的相关图

A. 眼外距; B. 眼内距; C. 左侧眼球前后径; D. 左侧眼球左右径; E. 左侧眼球上下径; F. 左侧眼球最大横截面积; G. 左眼晶状体短轴; H. 左眼晶状体长轴; I. 右眼球前后径; J. 右眼球左右径; K. 右眼球上下径; L. 右眼球最大横截面积; M. 右眼晶状体短轴; N. 右眼晶状体长轴

本研究的主要不足:①样本量小,尤其妊娠中期组;②未观察妊娠早期胎儿眼球发育过程;③未行 3D 可视化重建以获得胎儿眼球体积参数,有待后续加以完善。

综上所述,3.0T MRI 可较好显示妊娠中晚期胎儿眼球结构,对评估胎儿眼球发育具有一定价值。

[参考文献]

- [1] NAGARAJAN M, SHARVIDRE K G, BHABAD S H, et al. MR imaging of the fetal face: Comprehensive review [J]. Radiographics, 2018, 38(3):962-980.
- [2] 张忠和,侯中煜,林祥涛,等.妊娠中期胎儿眼球形态发育的标本 MRI 研究[J].中华解剖与临床杂志,2015,20(6):519-522.
- [3] 田艾军,张军辉,骆迎春,等.正常胎儿眼球横径、周长、截面积及眼距的超声研究与临床价值[J].医学临床研究,2013,30(12):2340-2342.
- [4] TAWFIK H A, DUTTON J J. Embryologic and fetal development of the human orbit[J]. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2018, 34(5):405-421.
- [5] ONDECK C L, PRETORIUS D, McCAULLEY J, et al. Ultrasonographic prenatal imaging of fetal ocular and orbital abnormalities[J]. Surv Ophthalmol, 2018, 63(6):745-753.
- [6] LLOYD D F A, PUSHARAJAH K, SIMPSON J M, et al. Three-dimensional visualisation of the fetal heart using prenatal MRI with motion-corrected slice-volume registration: A prospective, single-centre cohort study [J]. Lancet, 2019, 393(10181):1619-1627.
- [7] 任婧雅,董素贞. MRI 定量评估胎儿脑体积[J].中国医学影像技术,2020,36(8):1121-1126.
- [8] 任婧雅,董素贞.产前 MRI 量化评价先天性心脏病胎儿脑二维径线[J].中国医学影像技术,2020,36(8):1135-1139.
- [9] BURNS N S, IYER R S, ROBINSON A J, et al. Diagnostic imaging of fetal and pediatric orbital abnormalities[J]. AJR Am J Roentgenol, 2013, 201(6):W797-W808.
- [10] 黄健威,宋亨,陈永露,等. MR 诊断胎儿眼部发育异常 1 例[J].中国医学影像技术,2018,34(4):494.
- [11] WU L H, ZHENG Q, HE M, et al. Dimensions of the optic chiasm: quantitative ultrasound comparison between fetuses with anophthalmia/microphthalmia and normal fetuses [J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(10):4389-4398.
- [12] GITTENS A, GEDRICH M, KHANDELWAL M, et al. Isolated presentation of congenital microphthalmia on fetal MRI[J]. Radiol Case Rep, 2019, 14(9):1069-1071.
- [13] Society for Maternal-Fetal Medicine, BENACERRAF B R, BROMLEY B S, et al. Hypertelorism [J]. Am J Obstet Gynecol. 2019, 221(5):B18-B19.