

超声诊断胎儿甲状腺疾病的研究进展

贾泽楠¹, 刘晓宇¹, 周明远², 李晓婷^{1*}

¹内蒙古包钢集团第三职工医院超声科, 内蒙古 包头

²包头医学院研究生院, 内蒙古 包头

收稿日期: 2025年5月5日; 录用日期: 2025年5月27日; 发布日期: 2025年6月6日

摘要

胎儿甲状腺发育的生理机制致使其甲状腺功能呈现出多变性与复杂性。近年来, 随着甲状腺功能异常孕妇数量的逐年递增, 甲状腺异常胎儿的数量也相应增多。胎儿甲状腺大小是甲状腺功能异常最早且最常见的敏感征象, 超声检查作为一种经济、无创的手段, 已广泛应用于胎儿甲状腺功能异常的产前诊断, 能够在产前有效监测胎儿甲状腺大小的变化。

关键词

胎儿甲状腺, 超声诊断, 甲状腺功能异常, 产前诊断, 胎儿甲状腺正常值, 甲状腺疾病诊断

Research Progress in the Ultrasonographic Diagnosis of Fetal Thyroid Diseases

Zenan Jia¹, Xiaoyu Liu¹, Mingyuan Zhou², Xiaoting Li^{1*}

¹Department of Ultrasound, Third Staff Hospital of Baotou Steel Group, Baotou Inner Mongolia

²Graduate School, Baotou Medical College, Baotou Inner Mongolia

Received: May 5th, 2025; accepted: May 27th, 2025; published: Jun. 6th, 2025

Abstract

The physiological mechanism of fetal thyroid development leads to the variability and complexity of its thyroid function. In recent years, with the annual increase in the number of pregnant women with abnormal thyroid function, the number of fetuses with thyroid abnormalities has also increased accordingly. The size of the fetal thyroid is the earliest and most common sensitive sign of abnormal thyroid function. As an economical and non-invasive method, ultrasound examination has been widely used in the prenatal diagnosis of fetal thyroid function abnormalities, and it can

*通讯作者。

文章引用: 贾泽楠, 刘晓宇, 周明远, 李晓婷. 超声诊断胎儿甲状腺疾病的研究进展[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(3): 393-399. DOI: 10.12677/jcpm.2025.43358

effectively monitor the changes in the size of the fetal thyroid before birth.

Keywords

Fetal Thyroid, Ultrasonographic Diagnosis, Abnormal Thyroid Function, Prenatal Diagnosis, Normal Values of Fetal Thyroid, Diagnosis of Thyroid Diseases

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

甲状腺激素在胎儿生长发育过程中发挥着极为重要的作用。胎儿自身下丘脑-垂体-甲状腺轴的逐步发育、母体下丘脑-垂体-甲状腺轴在妊娠后的改变,以及胎盘对不同物质通透性的差异,使得胎儿甲状腺的发育充满了多变性和复杂性,尤其是合并母体甲亢的胎儿更是如此[1]。胎儿甲状腺功能亢进通常发生在妊娠中晚期。在妊娠期,患有 Graves 病伴甲亢的孕妇约占 0.2%,而其中仅有约 2%的胎儿或新生儿会受到影响,出现甲亢症状[2]。尽管新生儿甲亢较为罕见,但一旦发病,病情往往较为严重。其最常见的临床表现为心跳过快、异常兴奋,严重时甚至会引发心功能不全。病情严重的患儿可能会出现骨骼缝合过早、头部发育异常(小头畸形)以及精神运动方面的障碍。新生儿先天性甲减(congenital hypothyroidism, CH)的患病率为 1/4000~1/3000,病因主要包括甲状腺发育不全(75%)、甲状腺激素合成障碍(10%)、中枢性甲减(5%)和新生儿一过性甲减(10%)等[3]。

胎儿甲状腺肿是甲状腺功能异常最早且最常见的敏感超声征象。在晚期病例中,胎儿甲状腺肿大在超声检查中会呈现出明显的肿块特征,此时食管和气管可能会受到压迫,导致胎儿颈部呈现出异常伸展的姿态。这类病例的诊断通常相对直接、明确。然而,当前面临的挑战在于如何精准识别那些甲状腺仅有轻微肿大的胎儿[4]。在最新出版的处理指南中[5][6],对于孕前或孕期甲状腺功能异常的孕妇,尤其是抗 TSH 受体抗体(TRAb)升高或接受 ATD 治疗的孕妇,建议进行定期超声检查,监测胎儿甲状腺的大小变化,以便及时发现可能存在的甲状腺功能异常。

2. 胎儿甲状腺的超声检查方法

甲状腺在受精后约第 24 天开始形成,是胚胎发育过程中的第一个内分泌腺[7]。随着孕周的不断增加,甲状腺的体积逐渐增大,并且与胎儿体重的增长密切相关[8]。Luton 等[9]人的研究表明,胎儿甲状腺肿大是其甲状腺功能异常的明确指征。目前,对胎儿甲状腺大小的测量主要依靠超声,同时,磁共振成像(MRI)也可作为辅助诊断手段[10][11]。由于胎儿早期甲状腺体积非常小,超声技术难以进行准确分辨,因此,通常从妊娠的第 19 周到第 22 周开始使用超声测量胎儿甲状腺大小。要准确诊断胎儿甲状腺疾病,不仅需要先进的超声设备以提供清晰的图像,还要求超声医师具备精湛的技术和丰富的经验。

1) 检查方法: 产前检查胎儿甲状腺一般采用经腹部检查的方式。二维超声检查时选取腹部凸阵探头,频率为 3.5~5.0 Hz。首先常规测量胎儿生长指标,然后重点对胎儿甲状腺进行扫查。观察甲状腺的位置、包膜、回声(是否均匀、有无结节)以及内部血流情况。甲状腺位于颈部前方,气管两侧,两侧叶外侧缘毗邻颈总动脉。在胎儿头颈仰伸状态下,利用局部放大功能键,滑动探头显示呈无回声的气管及左右两侧颈总动脉,甲状腺两侧叶位于颈总动脉与气管之间。通过上下、左右滑动探头观察甲状腺的轮廓、形态及内部回声,正常甲状腺呈稍强回声,内部回声均匀。接着用彩色超声观察内部血流特点,之后冻结

甲状腺横切面图像。当胎儿两侧颈总动脉同时显示，气管位于图像中央时，获得胎儿甲状腺横切面，使用标准卡尺测量甲状腺横径。将探头旋转 90 度作颈部冠状切面扫查，缓慢侧动探头显示甲状腺长轴，使甲状腺位于气管与颈动脉之间，在此切面测量其长径，使用自动椭圆轮廓计算甲状腺周长，采用公式“ $体积 = \pi(长径 \times 左右径 \times 前后径)/6$ ”测量体积。测量 2~3 次，取平均值。但实际上胎儿甲状腺形状不规则，上述测量方法存在较大误差且测量指标不够全面[12]-[14]。三维超声检测胎儿甲状腺体积时选取三维容积探头，频率为 4~8 MHz。确定气管及胎儿甲状腺位置后，设定测量条件：旋转角度 30°，手动在横断面或冠状切面测量采集三维图像，并采用 3DUS-VO-CAL 测量胎儿甲状腺体积。胎儿引产后 6 h 内分离并取下甲状腺，用水置换法测量体积。所有测量工作由 2 名医师完成，各数据均测量 2 次，取均值[15]。

2) 胎儿甲状腺正常值：国际上通常把 $FTTD (cm) = 0.054 \times GA (weeks)$ 作为胎儿甲状腺正常值标准[16][17]。国内学者积极开展相关研究，致力于构建中国胎儿甲状腺的正常指标体系。李丽雅[18]等选取了 306 名孕妇作为样本，利用产前超声技术为胎儿甲状腺建立了正常参考值范围。入选标准如下：① 单胎妊娠；② 孕妇平素月经规律且末次月经时间确切，胎龄由末次月经时间推断，并经妊娠早期超声检查确定；③ 常规产前超声检查未发现明显异常，产后新生儿随访亦无异常；④ 孕妇无影响胎儿生长发育的疾病，如甲状腺相关疾病、高血压、自身免疫性疾病等。排除标准为：① 孕妇患甲状腺相关疾病；② 超声不能准确识别胎儿甲状腺；③ 产后新生儿甲状腺功能异常者。结果显示，在超声声像图中，甲状腺大小随 GA 增加而增大，其与 GA 的回归方程分别为：长径 = $0.059GA + 0.055 (r = 0.813, P < 0.05)$ ，前后径 = $0.025GA + 0.16 (r = 0.747, P < 0.05)$ ，横径 = $0.036GA + 0.275 (r = 0.752, P < 0.05)$ ，周长 = $0.159GA - 0.135 (r = 0.744, P < 0.05)$ ，面积 = $0.045GA - 0.358 (r = 0.689, P < 0.05)$ ，体积 = $0.067GA - 1.083 (r = 0.755, P < 0.05)$ 。同一医师和不同医师测量甲状腺大小的重复性均较高，且不同医师测量甲状腺大小的一致性较好。具体正常测值($\bar{x} \pm s$)见表 1。刘彦英等[12]将胎龄为 23~36 周的 237 胎正常胎儿按照胎儿孕周分为 7 组，纳入标准与李丽雅等研究相同，测量胎儿甲状腺的左右径及前后径，计算正常均值，并分析与孕周的相关性。结果显示胎儿甲状腺左右径从孕 23 周均值为 $(0.49 \pm 0.05) cm$ 逐渐增加到孕 36 周均值 $(0.95 \pm 0.03) cm$ ，前后径从孕 23 周均值为 $(0.36 \pm 0.03) cm$ 逐渐增加到孕 36 周均值 $(0.64 \pm 0.04) cm$ 。正常胎儿甲状腺左右径和前后径的测值与胎龄间呈线性相关($r = 0.75, P < 0.05$)。相泓冰与花秋菊等[19][20]使用与刘彦英等相同的研究方法(研究例数分别为 228 例与 100 例)，亦得出胎儿甲状腺的左右径及前后径测量值随胎龄增加而增大，与孕周呈显著正相关($P < 0.05$ 、 $P < 0.01$)。李秀玲等[4]对 740 名妊娠 20~38 周的健康孕妇(入选标准同李丽雅等研究)进行测量胎儿甲状腺直径、周长及面积，计算 5th、50th、95th 百分位数，分析其分别与孕周、双顶径的相关性。获得 20~38 周胎儿甲状腺的直径、周长及面积的正常参考范围，发现其第 5th、50th、95th 百分位数分别随孕龄增加而增大，与孕龄呈高度相关性，相关系数 r 分别为 0.909、0.904、0.913，差异有统计学意义($P < 0.01$)；同时随双顶径增加而增大，与双顶径呈高度相关性，相关系数 r 分别为 0.922、0.914、0.916，差异有统计学意义($P < 0.01$)。综上所述，李丽雅等研究及李秀玲等研究具有参考价值，相对而言更推荐李丽雅等研究结果。

Table 1. Measured values of normal fetal thyroid from 20 to 40 weeks of gestation ($\bar{x} \pm s$)

表 1. 孕 20~40 周正常胎儿甲状腺测值($\bar{x} \pm s$)

GA	胎数	横径(cm)	前后径(cm)	长径(cm)	横切面周长(cm)	横切面面积(cm ²)	体积(cm ³)
20	7	0.90 ± 0.17	0.66 ± 0.04	1.12 ± 0.18	2.76 ± 0.36	0.55 ± 0.03	0.31 ± 0.05
21	6	1.05 ± 0.17	0.66 ± 0.09	1.23 ± 0.17	3.12 ± 0.51	0.60 ± 0.07	0.38 ± 0.14
22	17	1.01 ± 0.14	0.71 ± 0.11	1.43 ± 0.26	3.42 ± 0.51	0.57 ± 0.14	0.46 ± 0.17

续表

23	16	1.13 ± 0.13	0.73 ± 0.10	1.41 ± 0.17	3.61 ± 0.41	0.64 ± 0.18	0.49 ± 0.08
24	20	1.06 ± 0.13	0.79 ± 0.12	1.51 ± 0.21	3.66 ± 0.40	0.66 ± 0.20	0.54 ± 0.21
25	15	1.13 ± 0.10	0.77 ± 0.10	1.55 ± 0.21	3.86 ± 0.40	0.80 ± 0.15	0.56 ± 0.16
26	20	1.26 ± 0.15	0.88 ± 0.14	1.68 ± 0.22	3.78 ± 0.40	0.85 ± 0.12	0.79 ± 0.24
27	22	1.26 ± 0.12	0.88 ± 0.16	1.58 ± 0.30	4.00 ± 0.19	0.90 ± 0.17	0.70 ± 0.27
28	24	1.29 ± 0.15	0.84 ± 0.11	1.67 ± 0.20	4.45 ± 0.70	0.94 ± 0.14	0.72 ± 0.23
29	15	1.35 ± 0.16	0.85 ± 0.10	1.76 ± 0.21	4.56 ± 0.57	0.97 ± 0.13	0.79 ± 0.20
30	17	1.36 ± 0.17	0.90 ± 0.14	1.86 ± 0.20	4.75 ± 0.58	1.14 ± 0.17	0.87 ± 0.20
31	14	1.41 ± 0.18	0.92 ± 0.12	1.85 ± 0.15	4.89 ± 0.57	0.92 ± 0.20	0.87 ± 0.17
32	21	1.34 ± 0.14	0.95 ± 0.15	1.86 ± 0.36	5.05 ± 1.32	1.05 ± 0.32	0.86 ± 0.37
33	13	1.53 ± 0.19	1.05 ± 0.13	2.10 ± 0.23	5.39 ± 1.65	1.24 ± 0.38	1.34 ± 0.43
34	13	1.51 ± 0.16	1.04 ± 0.11	2.06 ± 0.24	5.24 ± 0.51	1.24 ± 0.38	1.22 ± 0.37
35	12	1.60 ± 0.09	1.04 ± 0.14	2.12 ± 0.21	5.47 ± 0.81	1.27 ± 0.34	1.33 ± 0.36
36	12	1.44 ± 0.13	1.07 ± 0.11	2.24 ± 0.27	5.67 ± 0.98	1.24 ± 0.38	1.23 ± 0.36
37	8	1.66 ± 0.16	1.12 ± 0.08	2.22 ± 0.14	6.04 ± 0.87	1.39 ± 0.21	1.52 ± 0.38
38	14	1.59 ± 0.20	1.13 ± 0.10	2.29 ± 0.23	5.61 ± 1.23	1.35 ± 0.47	1.46 ± 0.36
39	10	1.55 ± 0.45	1.11 ± 0.17	2.45 ± 0.24	6.18 ± 1.18	1.40 ± 0.47	1.61 ± 0.86
40	10	1.73 ± 0.11	1.16 ± 0.07	2.37 ± 0.12	5.73 ± 0.70	1.25 ± 0.31	1.71 ± 0.38

李敏等[15]选取产前超声检查确诊为畸形或计划外胎儿 16 例,采用 3DUS-VOCAL 测量胎儿甲状腺体积。胎儿引产后 6 h 内分离并取下甲状腺,用水置换法测量体积,结果显示二维超声和 3DUS-VOCAL 技术测量的 16 胎胎儿甲状腺体积与实际体积的相关系数相当,回归方程分别为:Y 二维超声 = -0.075 + 4.132X (r = 0.790, P < 0.05)、Y3DUS-VOCAL = -0.039 + 2.433X (r = 0.810, P < 0.05)。二维超声与 3DUS-VOCAL 技术测量的 16 胎胎儿的甲状腺体积结果具有良好相关性(r = -0.813, P < 0.05)。且同一医师应用 3DUS-VOCAL 技术的重复性和一致性较二维超声好,同时表明不同医师应用 3DUS-VOCAL 技术的重复性和一致性均较二维超声更好,因此,3DUS-VOCAL 技术测量胎儿甲状腺体积优于二维超声。

3. 胎儿甲状腺疾病的超声诊断

当超声提示胎儿甲状腺大小或形态异常后,需要进一步判断胎儿甲状腺的功能。胎儿期甲状腺肿通常可表现为甲亢、甲减及单纯甲状腺肿。超声评估甲状腺功能的主要依据包括胎心率、胎儿骨成熟度和胎儿甲状腺内血管生成情况,其中最重要的指标是胎心率。当胎儿心率持续增快时,甲亢的可能性较大;而孤立性胎儿心动过缓则是甲减的首发临床表现[21]。胎儿骨成熟度的评估通常依据胎儿长骨的次级骨化中心出现的时间进行判断,临床常用的是股骨。股骨远端次级骨化中心出现的时间为 32~33 周,如果在妊娠 32 周之前出现次级骨化中心,提示骨成熟度加速,甲亢的可能性大;如果在 33 周之后,甚至在出生前仍未出现次级骨化中心,则提示骨成熟延迟,甲减的可能性大。胎儿甲状腺内血管生成特点也可提示甲状腺功能。如果血管存在于甲状腺腺体周边,则甲减的可能性大;如果血管丰富,充满甲状腺内部,则甲亢的可能性大[22]。另外,如果超声提示胎儿甲状腺缺如或发育不良,则胎儿患甲减的可能性较大。

Huel [23]等提出一种用于评估胎儿甲状腺功能的评分体系:甲状腺形态学(0分:正常;1分:异常);甲状腺血流(0分:分布正常;1分:血流增多);胎心率(0分:120~160次/min;1分:胎心率<120次/min,或>160次/min);骨成熟度(1分:骨成熟度加速;0分:正常;-1分:骨成熟度延迟)。得分 ≥ 2 分应提示甲亢,得分<2分应提示甲减。根据此标准,李素娟及宋亚男等[24][25]分别通过选取甲状腺功能异常孕妇共185例进行对照实验,将单纯应用超声观察胎儿甲状腺形态学及血流(方法1),以及将胎儿甲状腺形态学及血流分布检查联合胎儿心率测量、胎儿骨成熟度检测进行多参数评估(方法2)两种方法分别对新生儿甲状腺功能情况进行评估。采用受试者操作特征(ROC)曲线法评估并比较2种评估方法对甲状腺功能异常孕妇宫内胎儿出生后发生新生儿甲状腺功能异常的预测价值。结果均证明超声多参数联合评分法在预测新生儿发生甲状腺功能异常方面准确率较高,可作为甲状腺功能异常孕妇胎儿甲状腺功能异常评估的指标。

于冬梅等[26]回顾性分析5例胎儿甲状腺肿病例的产前超声特点及临床资料,5例胎儿甲状腺肿均表现为胎儿颈前区中低回声;1例表现为中央型血流信号,4例为周边型血流信号;1例食管气管受压并羊水过多;3例颈部过伸;1例胎儿股骨远端骨化中心提前出现,1例胎儿股骨远端骨化中心延迟出现,2例未在合适孕周进行评估,1例未见异常;2例出现心胸比增大,其中1例胎儿出现心力衰竭并心动过速。结合母体甲状腺功能和产前超声表现,1例胎儿甲状腺肿产前诊断为甲亢,其余4例产前诊断为甲减。李琴等[27]记录了3例甲状腺肿的胎儿,超声提示3例胎儿甲状腺均增大,彩色多普勒显像提示甲状腺组织血流丰富,以外周型为主,通过脐血T4水平检测均提示胎儿甲状腺功能减退;张静等[28]报道一例胎儿甲状腺肿并甲状腺分泌障碍6型1例,超声表现为双侧甲状腺体积增大,实质回声均匀,彩色多普勒显像提示双侧叶内血流明显增多,双侧甲状腺上动脉血流均增快,产后诊断为先天性甲状腺功能减退;武玺宁等[29]也报道一例胎儿先天性甲状腺肿并先天性甲状腺功能减退病例,超声提示胎儿颈部区域甲状腺明显增大,呈均匀低回声,彩色多普勒显像提示双侧甲状腺内血流信号丰富,以周边为主,肿大甲状腺包绕气管,横断面可见气管受压变瘪。另外,秦硕等[30]报道2例Graves病(GD)合并妊娠患者胎儿甲状腺肿的病例,其中3例超声提示胎儿甲状腺肿,彩色多普勒显像提示血流信号丰富,胎儿心率偏快,32周可见次级骨化中心出现,产后甲状腺功能未见异常,故不能诊断胎儿甲状腺功能亢进,另一胎儿超声提示胎儿甲状腺肿大,彩色多普勒显像提示未探及明显血流,产后甲状腺功能未见异常,此2例均系母体甲状腺功能亢进引起胎儿甲状腺肿大。因此,在超声诊断胎儿甲状腺肿时,可通过甲状腺血流信号、股骨中心是否提前或延后出现、胎儿心率等指标诊断胎儿甲亢或甲减,但需要注意母体是否存在甲状腺功能亢进或减退,应进行综合评定。

4. 讨论

4.1. 胎儿甲状腺超声检查的局限性

第一,测量方法存在误差:二维超声测量时,由于胎儿甲状腺形状不规则,通过测量横径、长径等计算体积的方法误差较大且指标不够全面。虽然三维超声技术在一定程度上有所改进,但实际应用中仍可能受到胎儿体位、超声设备分辨率等因素影响,导致测量结果不够精准。陈志国、张纯清等[31][32]选各孕周取引产的新鲜胎儿,对其甲状腺进行标本制作。他们借助游标卡尺、精密天平和刻度量杯等工具,对不同孕期胎儿甲状腺的大小、质量及体积进行测量。结果显示,该测量结果与超声测量值存在差异(体积最大差异 0.39 cm^3 ,最小差异 0.01 cm^3 ,平均差异 0.135 cm^3),并且测量过程中未将测量结果与超声测量值进行匹配分析。第二,样本选择有局限性:国内学者在构建胎儿甲状腺正常指标体系时,样本选择多基于特定条件,如单胎妊娠、孕妇无影响胎儿生长发育的疾病等,差异性研究较少。这些严格的入选和排除标准使得研究样本具有一定的同质性,可能无法完全代表所有孕妇和胎儿的情况,在临床推广时

对复杂病例的适用性可能受限。第三, 甲状腺功能评估不够完善: 超声评估胎儿甲状腺功能主要依据胎心率、胎儿骨成熟度和胎儿甲状腺内血管生成情况等指标, 但这些指标并非绝对特异。例如, 胎心率受多种因素影响, 除甲状腺功能异常外, 胎儿窘迫、孕妇情绪等也可能导致胎心率改变; 胎儿骨成熟度评估依赖股骨次级骨化中心出现时间, 存在个体差异, 且不同种族、地域可能有所不同; 甲状腺内血管生成特点的判断也存在主观性。现有的评分体系虽有一定价值, 但仍需进一步验证和完善。

4.2. 未来研究方向

1. 优化测量技术: 研发更精准的胎儿甲状腺测量技术, 结合人工智能、机器学习等先进技术, 提高超声图像的分析能力, 自动识别胎儿甲状腺边界, 更准确地测量其大小、体积等参数, 减少人为误差。探索多模态成像技术, 如将超声与其他影像学方法(如磁共振成像的功能成像技术)相结合, 从不同角度获取胎儿甲状腺信息, 提高诊断准确性。2. 扩大样本多样性: 开展多中心、大样本研究, 纳入不同种族、地域、孕期合并症的孕妇, 建立更具代表性的胎儿甲状腺正常参考值范围和诊断标准。设立胎儿甲状腺疾病超声诊断的专家共识, 为甲状腺疾病诊断提供依据, 增强研究结果在复杂临床场景中的适用性。另外, 针对特殊人群, 如多胎妊娠或其他慢性疾病的孕妇, 进行专项研究, 明确胎儿甲状腺疾病的发生特点和诊断要点。3. 完善胎儿甲状腺功能评估体系: 寻找更多特异性的胎儿甲状腺功能评估指标, 如检测胎儿血液或羊水中甲状腺相关激素、抗体的水平, 结合超声指标进行综合评估。进一步优化现有的评分体系, 增加更多影响胎儿甲状腺功能的因素, 如孕妇孕期营养状况、环境因素等, 提高对胎儿甲状腺功能异常预测的准确性。

总之, 超声检查凭借无创、经济的优势, 可动态监测胎儿甲状腺大小变化, 为胎儿甲状腺疾病的辅助诊断提供客观依据, 具有重要的临床推广价值。不过, 当前该技术仍存在一定局限性, 通过解决现有技术瓶颈, 不断完善超声检查在胎儿甲状腺疾病诊断中的应用, 有望进一步提升其诊断准确性与临床实用性, 随着医学影像技术的不断发展与研究的深入, 超声检查在胎儿甲状腺疾病诊疗领域将具有更广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 杨瑞琦, 祝贺, 张嘉玲, 王飞, 范丽梅. 超声对合并甲状腺功能亢进孕妇胎儿甲状腺功能的评估[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(35): 2760-2762.
- [2] Kurtoglu, S. and Ozdemir, A. (2017) Fetal Neonatal Hyperthyroidism: Diagnostic and Therapeutic Approachment. *Türk Pediatri Arşivi*, **52**, 1-9. <https://doi.org/10.5152/turkpediatrics.2017.2513>
- [3] Léger, J. (2016) Management of Fetal and Neonatal Graves' Disease. *Hormone Research in Paediatrics*, **87**, 1-6. <https://doi.org/10.1159/000453065>
- [4] 李秀玲, 董旭东, 刘焕玲, 颜芳, 侯晴沙, 陈醇. 二维超声评估孕龄、双顶径与胎儿甲状腺大小相关性[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(11): 45-50.
- [5] Kim, M., Chae, Y., Park, S. and Kim, M. (2016) Intra-Amniotic Thyroxine to Treat Fetal Goiter. *Obstetrics & Gynecology Science*, **59**, 66-70. <https://doi.org/10.5468/ogs.2016.59.1.66>
- [6] Stagnaro-Green, A., Abalovich, M., Alexander, E., Azizi, F., Mestman, J., Negro, R., et al. (2011) Guidelines of the American Thyroid Association for the Diagnosis and Management of Thyroid Disease during Pregnancy and Postpartum. *Thyroid*, **21**, 1081-1125. <https://doi.org/10.1089/thy.2011.0087>
- [7] 唐军民, 李继承. 组织学与胚胎学[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2011: 323-346.
- [8] Ho, S.S.Y. and Metreweli, C. (1998) Normal Fetal Thyroid Volume. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, **11**, 118-122. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1998.11020118.x>
- [9] Luton, D., Le Gac, I., Vuillard, E., Castanet, M., Guibourdenche, J., Noel, M., et al. (2005) Management of Graves' Disease during Pregnancy: The Key Role of Fetal Thyroid Gland Monitoring. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **90**, 6093-6098. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-2555>

- [10] Kiefer, F.W., Klebermass-Schrehof, K., Steiner, M., *et al.* (2017) Fetal/Neonatal Thyrotoxicosis in a Newborn from a Hypothyroid Woman with Hashimoto Thyroiditis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **102**, 6-9.
- [11] Figueiredo, C.M., Falcão, I., Vilaverde, J., Freitas, J., Oliveira, M.J., Godinho, C., *et al.* (2018) Prenatal Diagnosis and Management of a Fetal Goiter Hypothyroidism Due to Dyshormonogenesis. *Case Reports in Endocrinology*, **2018**, Article ID: 9564737. <https://doi.org/10.1155/2018/9564737>
- [12] 刘彦英, 钱隽, 李谊, 黄春旺, 周瑞莉, 王银, 丛淑珍. 胎儿甲状腺的超声检测及其临床意义[J]. 中国超声医学杂志, 2014, 30(4): 350-352.
- [13] Bernardes, L.S., Ruano, R., Sapienza, A.D., Maganha, C.A. and Zugaib, M. (2008) Nomograms of Fetal Thyroid Measurements Estimated by 2-Dimensional Sonography. *Journal of Clinical Ultrasound*, **36**, 193-199. <https://doi.org/10.1002/jcu.20434>
- [14] Ranzini, A.C., Ananth, C.V., Smulian, J.C., Kung, M., Limbachia, A. and Vintzileos, A.M. (2001) Ultrasonography of the Fetal Thyroid: Nomograms Based on Biparietal Diameter and Gestational Age. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **20**, 613-617. <https://doi.org/10.7863/jum.2001.20.6.613>
- [15] 李敏, 李丽雅, 吕国荣, 林清清, 刘显兰. 三维超声检测胎儿甲状腺体积[J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(1): 158-160.
- [16] Bernardes, L.S., Ruano, R., Sapienza, A.D., Maganha, C.A. and Zugaib, M. (2008) Nomograms of Fetal Thyroid Measurements Estimated by 2-dimensional Sonography. *Journal of Clinical Ultrasound*, **36**, 193-199. <https://doi.org/10.1002/jcu.20434>
- [17] Gietka-Czernel, M., Dębska, M., Kretowicz, P., Dębski, R. and Zgliczyński, W. (2012) Fetal Thyroid in Two-Dimensional Ultrasonography: Nomograms According to Gestational Age and Biparietal Diameter. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **162**, 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2012.02.013>
- [18] 李丽雅, 吕国荣, 李敏, 凌乐文. 产前超声建立胎儿甲状腺正常参考值[J]. 中国医学影像技术, 2014, 30(6): 897-900.
- [19] 相泓冰. 胎儿甲状腺的超声检测及其临床意义[J]. 中国伤残医学, 2016(4): 199-200.
- [20] 花秋菊, 项宇识. 正常妊娠中晚期胎儿甲状腺体积的超声检测及分析[J]. 大连医科大学学报, 2017, 39(5): 475-477.
- [21] Lapointe, S., Rottembourg, D. and Dallaire, F. (2020) Isolated Fetal Sinus Bradycardia as a First Sign of Congenital Hypopituitarism. *CJC Open*, **2**, 420-422. <https://doi.org/10.1016/j.cjco.2020.04.004>
- [22] 孙伟杰. 胎儿甲状腺疾病的诊断和处理[J]. 中华产科急救电子杂志, 2023, 12(4): 212-216.
- [23] Huel, C., Guibourdenche, J., Vuillard, E., Ouahba, J., Piketty, M., Oury, J.F., *et al.* (2009) Use of Ultrasound to Distinguish between Fetal Hyperthyroidism and Hypothyroidism on Discovery of a Goiter. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, **33**, 412-420. <https://doi.org/10.1002/uog.6315>
- [24] 李素娟, 丁文波, 武心萍, 邓学东. 超声多参数联合评分在甲状腺功能异常孕妇的新生儿甲状腺功能异常的预测价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2023, 34(4): 259-262.
- [25] 宋亚男, 刘建. 超声筛查胎儿甲状腺前后径、横径及甲状腺功能评分对甲状腺功能异常孕妇新生儿甲状腺功能异常的预测模型[J]. 中外女性健康研究, 2024(7): 108-110.
- [26] 于冬梅, 孙慧, 张楠, 等. 产前超声诊断及其预后: 5 例病例分析[J]. 中华围产医学杂志, 2023, 26(12): 1002-1006.
- [27] 李琴, 李亮, 贺小进, 等. 胎儿甲状腺肿大合并甲状腺功能减退的产前诊断及干预: 3 例分析[J]. 中华围产医学杂志, 2023, 26(9): 760-765.
- [28] 张静, 于泽堃, 付佳, 等. 产前超声检测胎儿甲状腺肿大并甲状腺分泌障碍 6 型 1 例[J]. 中华新生儿科杂志, 2022, 37(3): 265-266.
- [29] 武玺宁, 欧阳云淑, 戴晴, 等. 产前超声诊断胎儿甲状腺肿大并先天性甲状腺功能减低 1 例[J]. 中华超声影像学杂志, 2024, 33(8): 688-690.
- [30] 秦硕, 孙伟杰, 高莹, 等. Graves 病合并妊娠患者胎儿甲状腺肿大诊治经验[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(6): 442-444.
- [31] 张纯清. 胎儿甲状腺的增龄测量[J]. 现代中西医结合杂志, 2009, 18(5): 528-529.
- [32] 陈志国, 杨建华, 申彪. 豫北地区胎儿甲状腺形态学观测[C]//中国解剖学会科技开发和咨询工作委员会. 第三届全国解剖学技术会议论文集. 新乡: 新乡医学院基础医学院, 2011: 84-85.