

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.09.024

❖ 临床研究 ❖

妊娠期甲状腺功能减退对胎儿脑部发育影响的超声研究

牟川^{1,2}, 岳文胜¹

(1. 川北医学院附属医院超声科, 四川南充 637000; 2. 宜宾市第二人民医院, 四川宜宾 644000)

【摘要】目的: 探讨超声在评价妊娠期母体甲状腺功能减退(HDP)胎儿脑部发育情况中的临床应用价值。**方法:** 选取产前超声检查、孕周为21~30⁺⁶周的HDP胎儿作为病例组($n=209$);正常胎儿作为对照组($n=908$)。前瞻性测量所有胎儿额叶横径(TFLD)、小脑横径(TCD)、双顶径(BPD)、头围(HC)、大脑中动脉(MCA)血流参数,计算TCD/TFLD;按照超声简化分级法将大脑外侧裂(SF)发育程度分成0~5等级:0级(直线形),1级(浅弧形),2级(钝角平台形),3级(直角平台形),4级(锐角平台形),5级(“工”字形),记录所有胎儿SF形态等级。分析对照组TFLD、TCD、TCD/TFLD与孕周的相关性;比较两组间各参数及SF等级的差异。**结果:** 对照组TFLD、TCD与孕周正相关(TFLD: $R^2=0.928, P<0.05$;TCD: $R^2=0.919, P<0.05$),TCD/TFLD与孕周正相关($R^2=0.517, P<0.05$)。病例组TFLD、TCD、BPD、HC、MCA-PSV较对照组减小,TCD/TFLD、MCA-S/D、MCA-RI较对照组增大,病例组SF发育等级偏低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。两组MCA-PI比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:** HDP胎儿脑部超声二维径线减小,对额叶及小脑均有影响,MCA流速降低、阻力增加,SF发育延迟。

【关键词】 妊娠期甲状腺功能减退;脑部发育;产前超声

【中图分类号】 R445.1 **【文献标志码】** A

Ultrasonographic assessment of the brain development of fetuses of maternal hypothyroidism in pregnancy

MOU Chuan^{1,2}, YUE Wen-sheng¹

(1. Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000; 2. Yibin Second People's Hospital, Yibin 644000, Sichuan, China)

【Abstract】Objective: To investigate the clinical value of ultrasound in the evaluation of fetal brain development in hypothyroidism in pregnancy (HDP). **Methods:** A total of 209 HDP fetuses with prenatal ultrasound examination and gestational weeks of 21~30⁺⁶ weeks were selected as the case group and 908 normal fetuses as the control group. The transverse frontal lobe diameter (TFLD), transverse cerebellar diameter (TCD), biparietal diameter (BPD), head circumference (HC), and middle cerebral artery (MCA) blood flow parameters were prospectively measured in all fetuses, and TCD/TFLD was calculated. The degree of the development of the sylvian fissure of the brain (SF) was categorized into grades 0~5 according to the simplified ultrasound grading method: grade 0 (rectilinear), grade 1 (shallow arcuate), grade 2 (obtuse angle plateau), grade 3 (right-angle platform shape), grade 4 (acute-angle platform shape), and grade 5 (“I” shaped), and all fetal SF morphology grades were recorded. The correlation between TFLD, TCD, TCD/TFLD and gestational week in the control group were analyzed. The differences of each parameter and SF grade were compared between the two groups. **Results:** In the control group, TFLD and TCD were positively correlated with gestational weeks (TFLD: $R^2=0.928, P<0.05$; TCD: $R^2=0.919, P<0.05$), and TCD/TFLD was positively correlated with gestational weeks ($R^2=0.517, P<0.05$). TFLD, TCD, BPD, HC, and MCA-PSV were reduced in the case group compared with the control group, TCD/TFLD, MCA-S/D, and MCA-RI were increased compared with the control group, and SF developmental grade was lower in the case group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no statistically significant difference between the two groups of MCA-PI ($P>0.05$). **Conclusion:** HDP fetal brain ultrasound 2D radial reduction, it has an impact on both the frontal lobe and cerebellum, with reduced MCA flow rate, increased resistance, and delayed SF development.

【Key words】 Hypothyroidism in pregnancy; Brain development; Prenatal ultrasound

基金项目: 川北医学院附属医院揭榜挂帅项目(2022JB001)

作者简介: 牟川(1991-),女,硕士,主治医师。E-mail:lucky2020mc@163.com

通讯作者: 岳文胜。E-mail:wensheng-yue@163.com

甲状腺激素 (thyroid hormone, TH) 包括三碘甲状腺原氨酸 (T_3) 和四碘甲状腺原氨酸 (T_4), 在调节机体能量及物质代谢、促进胎儿神经系统发育中具有重要影响。妊娠期严重缺乏 TH 可造成子代运动失调、智力低下、聋哑症及瘫痪等不可逆性脑损伤^[1]。甲状腺功能异常是妊娠期第二大内分泌疾病, 发病率仅次于妊娠期糖尿病, 据我国 2019 年修订的《妊娠和产后甲状腺疾病诊治指南》, 妊娠期甲状腺功能减退 (hypothyroidism during pregnancy, HDP) 的发病率为 1.0%^[2], 远高于妊娠期甲亢, 且 HDP 更易造成不良妊娠结局和胎儿脑发育受限。文献^[3-5]报道, 妊娠期碘缺乏、持续应激状态、TH 需求增加、高雌激素水平促使肝脏合成甲状腺结合球蛋白 (thyroxine-binding globulin, TBG) 增多及母体自身免疫因素引起甲状腺球蛋白自身抗体 (thyroglobulin autoantibody, TgAb)、甲状腺过氧化物酶抗体 (thyroid peroxidase antibody, TPOAb) 增多等均可导致孕妇 TH 正常代谢失衡。既往甲状腺功能减退症 (简称甲减) 对人体影响的研究多以儿童或成人作为主体, 对于产前母体甲状腺功能减退之于胎儿脑部发育的影响却鲜有研究。本研究前瞻性收集中孕期超声检查资料, 横向对比分析 HDP 胎儿与正常胎儿的颅脑二维径线参数、血流参数及大脑外侧裂 (sylvian fissure, SF) 发育程度的差异, 定量评估 HDP 胎儿脑部发育情况。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 1 月 1 日至 2023 年 10 月 31 日宜宾市第二人民医院产检确诊、尚未经治疗或治疗时间 < 14 d、孕周为 21 ~ 30⁺⁶ 周的 HDP 胎儿作为甲减组 ($n = 209$)。甲减组孕妇年龄 (28.8 ± 5.18) 岁, 胎龄为 (24.2 ± 2.43) 周。另选取 908 名健康胎儿作为正常对照组, 孕妇年龄 (28.7 ± 5.03) 岁, 胎龄 (25.0 ± 2.63) 周。甲减组与对照组孕妇年龄及胎龄比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究所有孕妇均知情同意, 并且经过本院医学伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 纳入与排除标准 本研究中甲减组纳入标准: (1) 单胎妊娠; (2) 孕龄准确: 既往月经规律, 以末次月经 (last menstrual period, LMP) 计算孕周, NT 超声检查早孕期胎儿头、臀长, 孕周与 LMP 孕周相差 < 7 d; (3) 孕妇产检甲功确诊合并妊娠期甲状腺功能减退且尚未经治疗或行 TH 替代治疗时间 < 14 d。排除标准: (1) 孕妇合并妊娠期糖尿病、高血

压、贫血、肝肾及心血管慢性疾病等; (2) 胎儿染色体异常, 超声发现胎儿结构畸形。正常对照组胎儿纳入标准: (1) 单胎妊娠, 孕龄准确; (2) 胎儿遗传学及超声检查正常, 无不良妊娠结局。排除标准: (1) 存在羊水少、胎盘功能不全等宫内缺氧情况; (2) 孕妇甲功异常或患有贫血、糖尿病、高血压等疾病。

1.2.2 检查设备及参数测量 本研究采用仪器为 GE Voluson E10、GE Voluson E8 及飞利浦 EPIQ5 彩色多普勒超声诊断仪, 凸阵探头 (型号分别为 C1-5-D、4D3C-L、C5-1), 探头频率为 4 ~ 8 MHz。测量参数包括: (1) 二维径线参数: 额叶横径 (frontal lobe transverse diameter, TFLD)、小脑横径 (transverse cerebellar diameter, TCD)、双顶径 (biparietal diameter, BPD)、头围 (head circumference, HC)。测量方法: 经丘脑水平横切面 (图 1) 清晰显示颅脑中线结构, 依次为胼胝体膝部、透明隔腔、第三脑室及双侧对称的丘脑, 远场侧脑室后角亦可见, 颅骨呈椭圆形且光环回声连续。声束垂直于脑中线, 从近场颅骨外缘至远场颅骨内缘测量 BPD; 测量 HC 使用椭圆功能键完整包括颅骨光环外侧缘。经小脑水平横切面 (图 2) 稍向后下倾斜探头保持脑中线居中, 透明隔腔呈无回声矩形, 在脑中线前 1/3 处; 对称的小脑半球中间经高回声蚓部相连, 蚓部前方有第四脑室, 后方有后颅窝池。与脑中线垂直, 从小脑左右半球的外缘测量 TCD, 经透明隔腔中份从两侧颅骨内缘测量 TFLD。计算小脑横径与额叶横径比值 (TCD/TFLD)。(2) 大脑中动脉 (middle cerebral artery, MCA) 血流参数: 收缩期峰值流速/舒张末期流速 (MCA-S/D)、收缩期峰值流速 (middle cerebral artery-peak systolic velocity, MCA-PSV)、阻力指数 (middle cerebral artery-resistance index, MCA-RI)、搏动指数 (middle cerebral artery-pulsatility index, MCA-PI)。测量方法: 在标准的 BPD 切面, 探头向颅底平行移动, 直到成对的蝶骨大翼出现, 在大脑脚前方经 CD-FI 显示 Willis 动脉环, MCA 发自动脉环中部向左右两侧走行, 略偏向额叶方向 (图 3)。设置取样容积 2 ~ 3 mm, 置于近场 Willis 动脉环发出后 3 ~ 5 mm 处, 调整多普勒角度尽可能接近 0° (不超过 30°) 取得 3 个以上连续稳定的脉冲多普勒波形。(3) 大脑外侧裂 (sylvian fissure, SF) 形态: 通过经丘脑/小脑横切面 (选择最清晰的切面) 观察 (图 1、图 2), 其形态根据岛叶形成和岛盖化的程度将 SF 的发育阶段分成 5 个等级^[6]: 0 级 (直线形), 外侧裂未形成, 见平直的稍高回声线; 1 级 (浅弧形), 外侧裂仅见稍凸起的弧线; 2 级 (钝角平台形), 环岛沟发育, 岛叶与颞叶岛盖夹角大于 90°; 3 级 (直角平台形), 岛叶平

台清晰,岛叶与颞叶岛盖夹角等于 90°;4 级(锐角平台形),平台线显著,岛叶与颞叶岛盖夹角小于 90°;

5 级(“工”字形),岛盖关闭,将深面岛叶完全覆盖(图 4)。

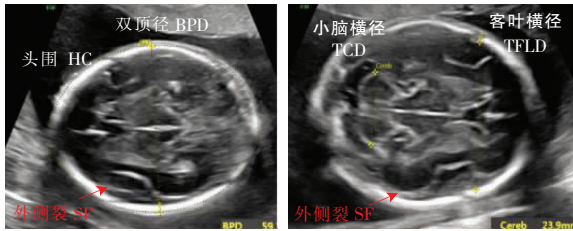


图 1 经丘脑水平横切面 图 2 经小脑水平横切面

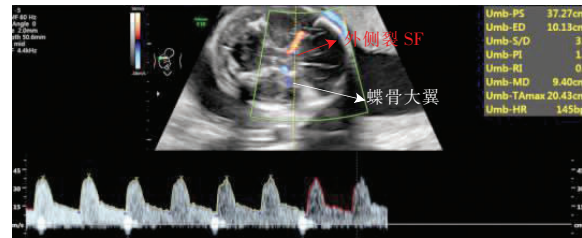


图 3 大脑中动脉的测量及血流频谱

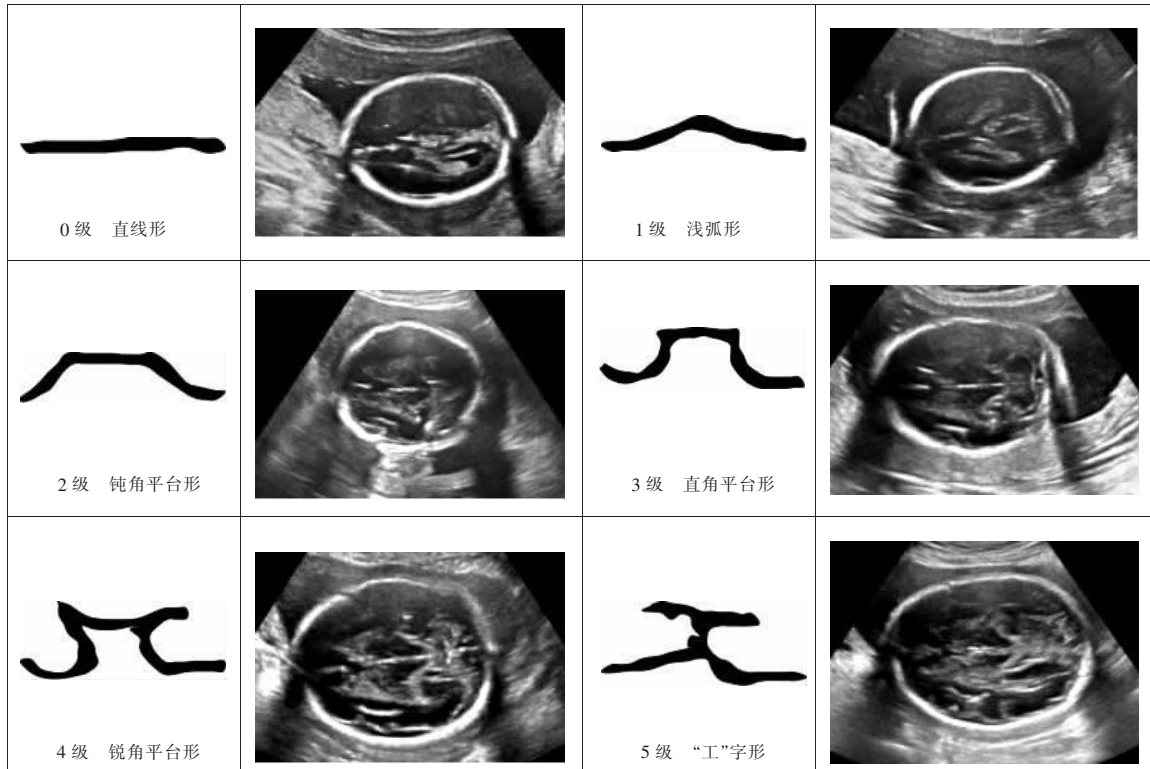


图 4 外侧裂(SF)分级示意图(简笔画和对应超声图像)

1.3 统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。对符合正态分布的计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,非正态分布的资料用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较用 Mann-Whitney U 检验;用箱线图及 Mann-Whitney U 检验对甲减组与对照组外侧裂发育等级进行分析,采用 Pearson 相关性分析法研究正常对照组胎儿 TFLD、TCD、TCD/TFLD 与孕周的相关性;绘制 TFLD、TCD、TCD/TFLD 与孕周关系的重叠散点图,通过直线回归分析建立方程。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 对照组胎儿 TFLD、TCD、TCD/TFLD 与孕周的相关性

对照组胎儿 TFLD、TCD 与孕周均呈高度正相关 ($TFLD = 8.08 + 0.32 \times \text{孕周}, R^2 = 0.928, P <$

0.001 ; $TCD = 11.25 + 0.49 \times \text{孕周}, R^2 = 0.919, P < 0.001$); $TCD/TFLD$ 随孕周增大轻微增大 ($TCD/TFLD = -21.19 + 86.87 \times \text{孕周}, R^2 = 0.517, P < 0.001$),属于中度相关。TFLD、TCD、TCD/TFLD 值见表 1;三者与孕周相关性的重叠散点图见图 5。

表 1 中孕期正常胎儿 TFLD、TCD 及 TCD/TFLD 的均值、标准差 ($\bar{x} \pm s$)

孕周	例数	TFLD(mm)	TCD(mm)	TCD/TFLD
21	58	41.2 ± 1.75	21.2 ± 1.09	0.514 ± 0.014
22	97	45.0 ± 1.27	23.1 ± 0.92	0.514 ± 0.015
23	131	46.9 ± 1.54	24.4 ± 0.95	0.520 ± 0.013
24	187	49.6 ± 1.73	26.0 ± 1.21	0.524 ± 0.015
25	98	50.9 ± 2.41	27.0 ± 1.58	0.531 ± 0.017
26	85	54.1 ± 1.70	28.8 ± 1.45	0.533 ± 0.020
27	52	57.4 ± 2.04	31.3 ± 1.77	0.546 ± 0.018
28	52	61.0 ± 2.48	33.7 ± 1.66	0.552 ± 0.016
29	79	64.0 ± 2.17	35.8 ± 1.42	0.560 ± 0.011
30	69	68.8 ± 2.05	38.6 ± 1.34	0.561 ± 0.011

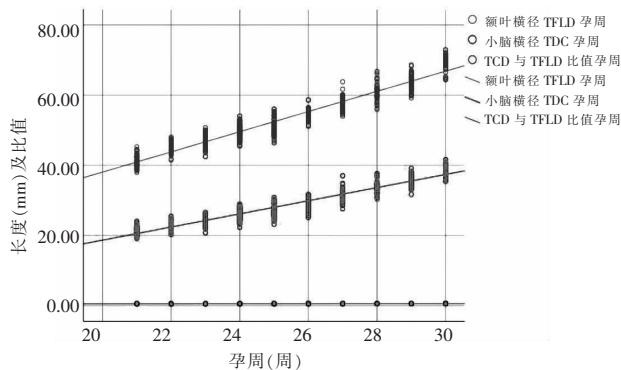


图 5 对照组胎儿 TFLD、TCD、TCD/TFLD 与孕周的相关性

2.2 甲减组与对照组胎儿二维参数、TCD/TFLD 及血流参数比较

甲减组胎儿 TFLD、TCD、BPD、HC、MCA-PSV、MCA-PI 均较正常对照组胎儿减小 ($P < 0.05$); TCD/TFLD、MCA-S/D、MCA-RI 均较正常对照组胎儿增大 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 甲减组与对照组胎儿胎儿颅脑二维超声参数比较
[$M(P_{25}, P_{75})$]

测量指标	正常对照组 ($n=908$)	甲减组 ($n=209$)	Z 值	P 值
BPD(mm)	60.80(57.40,67.28)	58.11(52.30,61.30)	-8.759	<0.001
HC(mm)	220.12(209.11,243.54)	212.10(190.90,223.75)	-8.343	<0.001
TFLD(mm)	50.31(46.90,56.78)	45.92(40.10,49.10)	-11.526	<0.001
TCD(mm)	26.55(24.33,31.20)	24.43(21.45,27.01)	-8.786	<0.001
TCD/TFLD	0.53(0.52,0.55)	0.54(0.53,0.55)	-7.313	<0.001
MCA(S/D)	6.33(5.68,6.79)	6.82(5.37,7.60)	-5.168	<0.001
MCA(PSV)	37.43(34.60,42.50)	34.21(31.50,36.50)	-9.685	<0.001
MCA(RI)	0.73(0.68,0.78)	0.76(0.68,0.81)	-2.706	0.007
MCA(PI)	2.15(1.89,2.37)	2.13(1.80,2.25)	-2.105	0.035

2.3 甲减组与对照组胎儿 SF 分级比较

甲减组和对照组胎儿 SF 在 21 ~ 30⁺ 各孕周均出现两个或多个等级分布,但在多个孕周甲减组 SF 的等级分布跨度范围更大(图 6);在同一孕周,SF 高等级的比例呈现甲减组小于对照组的现, SF 低等级的比例呈现甲减组大于对照组的现($Z = -8.841, P < 0.001$)。见表 3 及表 4。

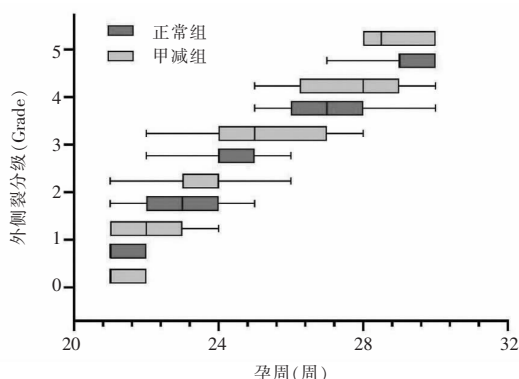


图 6 甲减组与正常对照组胎儿外侧面裂分级跨度箱线图

表 3 对照组胎儿大脑外侧裂分级(例)

孕周	例数	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
21	58		44	14			
22	97		23	70	4		
23	131			87	44		
24	187			48	139		
25	98			21	52	25	
26	85				14	71	
27	52					49	3
28	52					36	16
29	79					40	39
30	69					19	50
合计	908	0	67	240	253	240	108

表 4 甲减组胎儿大脑外侧裂分级(例)

孕周	例数	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
21	31	10	19	2			
22	24	5	5	13	1		
23	33		12	19	2		
24	52		4	36	12		
25	16			9	5	2	
26	13			1	6	6	
27	15				8	7	
28	10				2	5	3
29	7					6	1
30	8					6	2
合计	209	15	40	80	36	32	6

3 讨论

TH 维持全身能量代谢速率在正常水平^[7]; TH 对缺血缺氧时受到损伤的神经元给予保护^[8]; 脑细胞表面的 TSH 受体^[9] 受促甲状腺激素 (TSH) 和 TH 的影响; 妊娠 20 周前胎儿甲状腺未发育完善, 依赖母体提供 TH。TH 对脑血管的影响: TH 影响孕妇脂肪、糖类代谢^[10], HDP 孕妇空腹血糖 (FBG) 下降, 血脂 (TG、TC、HDL-C) 升高; TH 通过增加 VEGF、PIGF、HIF-1 α 、bFGF 等因子的表达促进血管生成^[11]。

MCA 是颈内动脉的颅内最大分支, 承担大脑 80% 的血供, 是检测胎儿脑部血液循环状态的最佳选择。正常妊娠过程中, 血管腔逐渐变粗, 进而使血管腔内血流量上升, 同时随着心肌发育, 心脏泵血功能加强, 伴有血流速度增快同时阻力下降的现象^[12], 因此正常妊娠期间反映血流量的指标 MCA-PSV 及 MCA-PI 随孕周增大而逐渐增大, 反映血管阻力和弹性的指标 MCA-RI 和 MCA-S/D 逐渐降低。而甲减导致低血糖、低能量代谢、血管发育速度减缓, 且血脂升高增加血液粘稠度, 损害血管内皮细胞。推测甲减引起 MCA 血流速度降低, 阻力增加。

胚胎第 18 ~ 19 d 神经管开始发生于外胚层, 此后脑室带、脑室壁、大脑皮质逐步形成并且增厚、折叠生成脑沟、脑回。在妊娠 18.5 周时超声检查可观察到 SF、距状沟 (calcarine fissure, CF) 和顶枕沟 (parieto occipital fissure, POF)^[13], 此时 CF 与 POF 呈“V”字形, SF 边缘平滑, 之后前两者凹陷加深呈“Y”字形, SF 则形态变化显著最终呈现出“工”字形。在妊娠 20 周后, SF、CF 及 POF 的可视化率高, 直接反映胎儿

脑皮质发育状态。本研究选择 SF 进行观察,因 CF 和 POF 形态小、形状单一且两者紧邻脑中线,其周围脑结构复杂,不易测量;而 SF 位于每个半球外侧面的中部,远离脑中线,形态较大,独立完整、且发育极具代表性。既往观察 SF 主要经丘脑横切面,本课题组在临床工作中发现经小脑横切面清晰度优于经丘脑横切面,究其原因可能为 SF 长轴并不与脑中线完全平行,而超声束垂直于脑岛大平台时, SF 显像最清楚。故本研究选择两种切面中更清晰的图像记录 SF 形态分级,分级标准参考廖伊梅等^[6]的简化分级方法分为 0~5 等级。由于正常胎儿中孕期双侧 SF 发育无明显不对称^[14],故本研究未区分左右侧。

在健康胎儿中 TFLD、TCD 与孕周呈高度正相关,TCD/TFLD 在中孕期亦随孕周增加轻微增大。甲减组胎儿颅脑发育二维测值 TCD、TFLD、BPD、HC 均小于对照组,但 TCD/TFLD 较对照组增大,这是较大的小脑横径和较小的额叶横径造成的,推测 TH 缺乏可能对额叶影响更大。文献^[15]认为,病理状态下,胎儿大脑成熟延迟的程度不同,以额叶皮质为甚。本研究中,两组胎儿 TCD/TFLD 比较,差异有统计学意义,表明 HDP 胎儿可能存在小脑与额叶发育不均衡。究其原因可能为大脑皮质的神经元和神经纤维密度较大,突出生长旺盛,在早期神经系统发育中,对血供和机体代谢速率依赖性更大。血流参数显示,HDP 胎儿 MCA-S/D、MCA-RI 较对照组增大,MCA-PSV 较对照组减小,与本研究的推测相符。但额叶横径与头型关系较大,需加入额叶前后径、枕额径等参数综合考虑,故本研究结果仅认为 HDP 对胎儿额叶和小脑发育均有影响。

文献^[16]可见正常胎儿 SF 发育标准,本研究记录的正常胎儿 SF 形态分级规律与其相符,21 周起所有胎儿 SF 均在 1 级以上,27 周起 SF 均在 4 级以上,1 级孕周在 21~22 周,2 级孕周分布为 21~25 周,3 级孕周分布为 22~26 周,主要在 24 周,4 级孕周分布为 25~30 周,5 级孕周分布为 27~30 周。但 HDP 胎儿 SF 发育情况国内外罕有报道。本研究发现,HDP 胎儿在相同孕周 SF 发育深度较对照组浅,平台形成延迟,前后边典型的“钝角-直角-锐角”顺序改变表现落后,孕 21~22 周仍有 HDP 胎儿在 0 级,27~28 周仍有 HDP 胎儿在 3 级,通过 SF 分布箱线图可见,发现在多个孕周 HDP 胎儿的 SF 等级分布跨度范围更大,推测与 TH 缺乏的程度不一致有关,TH 严重缺乏的胎儿大脑皮质发育落后更明显,TH 轻微异常的胎儿 SF 发育或可不受影响;在相同孕周,SF 高等级的比例 HDP 组较小,SF 低等级的比例 HDP 组较大,而对对照组呈现相反的趋势,表

明 HDP 胎儿整体来看 SF 发育等级较正常胎儿偏低,即甲减使大脑皮质发育迟缓,脑沟、回形成延迟。

综上,HDP 胎儿脑部二维测值小,对额叶及小脑均有影响;MCA-PSV 降低,MCA 阻力增加,以外侧裂为代表的脑皮质发育延迟。

参考文献

- [1] 王莹,刘晴,姚小梅. 母鼠孕期、哺乳期及子代持续高碘对子鼠甲状腺功能、记忆能力的影响[J]. 中华地方病学杂志,2020,39(3):163-167.
- [2] 中华医学会内分泌学分会,中华医学会围产医学分会. 妊娠和产后甲状腺疾病诊治指南(第2版)[J]. 中华内分泌代谢杂志,2019,35(8):636-665.
- [3] Li SW, Chan SY. Management of overt hypothyroidism during pregnancy[J]. Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism,2020,34(4):101439.
- [4] 蒋红梅,姚玲艳,黄伟琳. 甲状腺激素替代治疗用于妊娠期亚临床甲状腺功能减退症患者的效果及对妊娠结局的影响[J]. 临床医学,2022,42(7):92-94.
- [5] 许福英. 妊娠期妇女甲状腺功能检测临床研究及进展[J]. 国际医药卫生导报,2020,26(12):1804-1806.
- [6] 廖伊梅,文华轩,汪兵,等. 产前超声简化分级方法评估正常胎儿外侧裂的可行性研究[J]. 中华超声影像学杂志,2022,31(1):30-36.
- [7] 张小改,陈国芳,徐书杭,等. 甲状腺激素与肥胖:孰因孰果?[J]. 国际内分泌代谢杂志,2020,40(2):129-133.
- [8] 庆淑梅,李皎锋,曹艳丽,等. 甲状腺激素对大鼠脊髓损伤神经元的保护作用[J]. 中华创伤杂志,2018,34(3):260-265.
- [9] Chuang TJ, Lin JD, Wu CZ, et al. The relationships between thyroid-stimulating hormone level and insulin resistance, glucose effectiveness, first- and second-phase insulin secretion in Chinese populations[J]. Medicine,2021,100(19):e25707.
- [10] 蒋晶,高丽娜. 妊娠期甲状腺功能减退对妊娠结局的影响[J]. 中国基层医药,2019,26(7):814-817.
- [11] 刘东明,严杰,魏媛,等. 甲状腺激素在胎盘发育及局部调控中作用的研究进展[J]. 中华妇产科杂志,2021,56(5):364-368.
- [12] 陈丽,张晓桃,黄成兵,等. 抑郁症患者大脑中动脉超声搏动指数、阻力指数与认知功能的相关性[J]. 中国医师杂志,2022,24(10):1568-1571.
- [13] 唐华宇,曾施,周嘉炜,等. 正常胎儿脑沟深度 Z-评分模型的研究[J]. 中华超声影像学杂志,2019,28(12):1066-1070.
- [14] Rodriguez-Sibaja MJ, Villar J, Ohuma EO, et al. Fetal cerebellar growth and Sylvian fissure maturation: international standards from Fetal Growth Longitudinal Study of INTERGROWTH-21st Project[J]. Ultrasound in Obstetrics & Gynecology,2021,57(4):614-623.
- [15] 毛晓玲,费晓璐,刘薇,等. 超声小脑前后径与小脑横径比值诊断小脑发育不良的价值[J]. 中国临床研研究,2019,32(9):1171-1174.
- [16] Spinelli M, Sica C, Ghezzi F, et al. Nomograms of the fetal sylvian fissure and insular lobe throughout gestation: a multicentric, ultrasonographic cross-sectional study[J]. Fetal Diagnosis and Therapy,2019,45(5):325-331.

(收稿日期:2023-12-27

修回日期:2024-03-22)