

## ◁ 妇产影像学 ▷

## 妊娠中晚期正常胎儿透明隔腔发育规律的 MRI 研究

唐 堂,李清霞,严陈晨,李 茗,陈 静  
(南京大学医学院附属鼓楼医院,江苏 南京 210008)

**[摘要]** 目的:分析妊娠中晚期正常胎儿透明隔腔(CSP)发育规律,为 MRI 产前诊断提供参考。方法:回顾性分析 710 例妊娠中晚期正常胎儿大脑 MRI 图像,在横断位和冠状位上测量 CSP 宽度、长度和高度。CSP 三条径线与孕周(GA)的相关性采用 Pearson 相关分析,与 GA 高度相关性指标行进一步回归分析。结果:CSP 宽度、长度与 GA 显著线性相关,相关系数分别为  $r=-0.124(P<0.001)$ ,  $r=0.112(P=0.003)$ ,有统计学意义,线性回归方程分别为: $y=-0.05x+6.865$ (调整  $R^2$  为 0.014),  $y=0.049x+6.716$ (调整  $R^2$  为 0.011)。CSP 高度与 GA 的相关系数  $r=0.006(P=0.864)$ ,无统计学意义。结论:CSP 宽度在孕 22~28 周呈上升趋势,在 28 周后呈下降趋势;CSP 长度在孕 22~28 周呈上升趋势,28 周后相对稳定变化不明显。

**[关键词]** 透明隔;磁共振成像

**[中图分类号]** R714.51;R445.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-1062(2025)01-0043-03

DOI:10.12117/jccmi.2025.01.010

**MRI study on the development of normal fetal cavum septum pellucidum in the middle and late pregnancy**

TANG Tang, LI Qing-xia, YAN Chen-chen, LI Ming, CHEN Jing

(Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China)

**Abstract: Objective:** To analyze the development of normal fetal cavum septum pellucidum(CSP) in the second and third trimester of pregnancy, and to provide reference for MRI prenatal diagnosis. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 710 normal fetal brain MRI images in the middle and late pregnancy. The width, length and height of the CSP were measured at transverse and coronal positions. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between three CSP lines and gestational age (GA), and further regression analysis was performed for the indicators of high correlation with GA. **Results:** CSP width and length were significantly linearly correlated with GA, with correlation coefficients  $r=-0.124 (P<0.001)$  and  $r=0.112 (P=0.003)$ , respectively, showing statistical significance. The linear regression equations were as follows:  $y=-0.05x+6.865$ (adjusted  $R^2$  of 0.014),  $y=0.049x+6.716$ (adjusted  $R^2$  of 0.011). The correlation coefficient  $r=0.006(P=0.864)$  between CSP height and GA was not statistically significant. **Conclusion:** The width of CSP shows an upward trend between 22~28 weeks of pregnancy and a downward trend after 28 weeks, while the length of CSP shows an upward trend between 22~28 weeks of pregnancy and remains relatively stable with no significant changes after 28 weeks.

**Key words:** Septum Pellucidum; Magnetic Resonance Imaging

透明隔腔 (Cavum septum pellucidum, CSP) 也被称为第五脑室,是胎儿正常脑组织结构的一部分<sup>[1]</sup>。它出现在妊娠 12 周之后,并随着妊娠的进展而逐渐变化,是胎儿中枢神经系统发育的一个重要标志<sup>[2]</sup>。如果 CSP 异常增宽或缺如,提示胎儿可能存在脑积水、脑发育不全等异常情况,这可能会对胎儿的生长发育造成影响<sup>[3]</sup>。目前超声是测量 CSP 正常发育的主要手段,但所测结果容易受胎儿体位及操作者的技术和经验的影响。与之相比, MRI 可以多平面更好地显示 CSP,可用于确认和识别相关异常,这些异常过于微小难以通过超声检测<sup>[4]</sup>。目前国内外对正常胎儿 CSP 的测量和正常值研究主要以超声为主,

MRI 研究相对较少,特别是国内, MRI 产前诊断也因此缺乏大样本量、多维度、可靠的依据和参考标准。本研究通过回顾性分析大样本量正常胎儿 MRI 资料,对中晚期正常胎儿 CSP 生长发育的变化规律进行研究,旨在早期为临床发现胎儿 CSP 发育异常或者由其提示的中枢神经系统发育异常提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取南京大学医学院附属鼓楼医院医学影像科 2017 年 5 月—2023 年 4 月行产前 MRI 检查的中晚期孕妇共 710 例,年龄 18~43(29±3)岁,孕周(Gesta-

**[收稿日期]** 2024-03-29; **[修回日期]** 2024-04-03

**[作者简介]** 唐堂(1994-),男,江苏宿迁人,初级技师。E-mail:tt13820205@163.com

**[通信作者]** 陈静,南京大学医学院附属鼓楼医院医学影像科,210008。E-mail:chenjing12232022@163.com

**[基金项目]** 2023 年度南京市卫生科技发展医药卫生科研课题(YKK23103)。

tional age, GA)22~39(30±3)周。纳入标准:①产前超声提示胎儿颅脑存在可疑异常;②产前 MRI 显示胎儿颅内无明显结构异常;③复查产前超声或产后随访显示胎儿或新生儿中枢神经系统无明显异常。排除标准:①多胎妊娠;②MRI 禁忌证;③各种因素导致 MRI 图像伪影较大或信噪比较低而影响准确诊断或测量。

所有孕妇 MRI 检查前均自愿签署知情同意书,本研究通过了南京大学医学院附属鼓楼医院医学伦理委员会的审查(编号 202214101)。

### 1.2 方法

扫描设备为飞利浦 Multiva 1.5T 磁共振成像仪,8 通道体部阵列线圈;联影 UMR 790 3.0T 磁共振成像仪,12 通道体部阵列线圈。孕妇足先进,仰卧位或左侧卧位,嘱其尽可能平静呼吸以减少呼吸伪影,先对孕妇中下腹进行定位扫描,再进行胎儿颅脑的标准横断位、矢状位及冠状位扫描,扫描过程中不使用对比剂或镇静剂。飞利浦主要扫描序列及参数:2D 序列:平衡稳态自由进动序列(B-FFE):TR 4.2 ms,

TE 2.1 ms,层厚 7 mm,层间距-5 mm,翻转角 90°,激励次数 2,FOV 400 mm×400 mm。联影主要扫描序列及参数:2D 序列:平衡稳态自由进动梯度回波序列(BSSFP):TR 4.56 ms,TE 2.28 ms,层厚 6 mm,层间距-3 mm,翻转角 100°,激励次数 1,FOV 330 mm×330 mm。

CSP 径线测量:由两名从事胎儿 MRI 诊断工作 6 年以上的影像科诊断医师单独对数据进行评估和分析,选取符合测量标准且两名医师评价结果一致的胎儿图像进行测量,测量平面及方法见图 1。宽度:选取在横断位和冠状位最宽的空腔小叶最内层之间的距离之和的平均值。长度:胼胝体下部与第三腔室顶部穹窿在横断位上的距离。高度:冠状位上胼胝体前部的下边界和后穹窿之间的距离。每条径线重复测量 3 次,并取平均值作为最后结果。同时我们用 ICC 组内相关系数表明两位医生测量数据的一致性与可靠性;ICC>0.80 为优秀,>0.60~0.80 为中等,>0.40~0.60 为一般,>0.10~0.40 为较低,≤0.10 以下为无一致性。

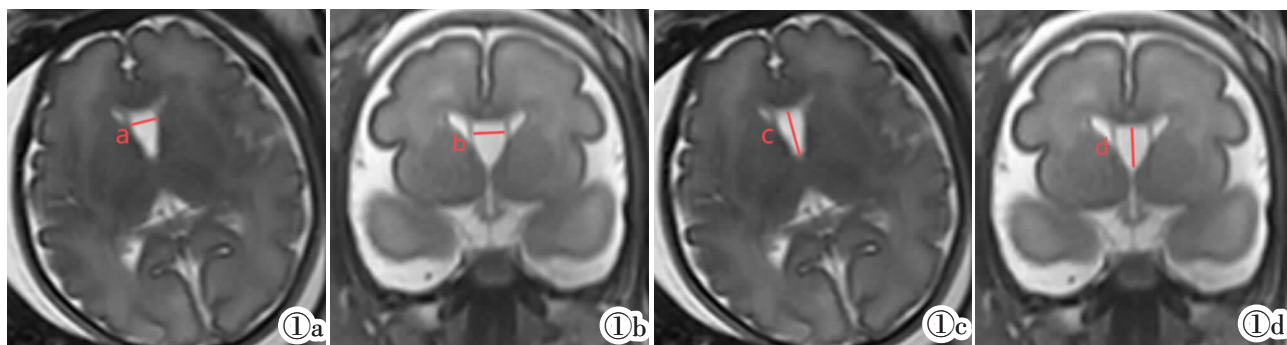


图 1 平衡稳态自由进动梯度回波序列(BSSFP)上 CSP 各径线的测量平面及方法。CSP 宽度:选取图 1a 横断位上的 a 与图 1b 冠状位上的 b 两者之和的平均值。CSP 长度:图 1c 横断位上的 c;CSP 高度:图 1d 冠状位上的 d。

Figure 1. Measurement plane and method of CSP diametral lines on Balanced steady state free precession gradient echo sequence (BSSFP). CSP width: Select the average sum of a on the transverse position of Figure 1a and b on the coronal position of Figure 1b. CSP length: c on the cross section of Figure 1c; CSP height: d in coronal position in Figure 1d.

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS 23.0 统计软件对数据进行分析。采用 Shapiro Wilk 检验来验证本研究计量资料是否符合正态分布,符合正态分布的数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。采用 Pearson 相关分析来研究 GA 与 CSP 三条径线的相关性,对与 GA 高度相关性指标进行进一步回归分析。

## 2 结果

### 2.1 CSP 宽度、长度和高度与 GA 的均值变化

根据 GA 分为 9 组,22~23 周、24~25 周、26~27 周、28~29 周、30~31 周、32~33 周、34~35 周、36~37 周和 38 周及以上,每 GA 组 CSP 测量结果见表 1。两位医师测得的 CSP 各指标通过一致性检验,ICC 值均在 0.80 以上一致性优秀。

### 2.2 CSP 宽度、长度和高度与 GA 之间 Pearson 分析结果

CSP 宽度、长度、高度与 GA 经 Pearson 分析得出的相关性分别为 -0.124 ( $P < 0.001$ )、0.112 ( $P =$

表 1 不同 GA 正常胎儿大脑 CSP 各测量指标结果

	例数	宽度(mm)	长度(mm)	高度(mm)
22~23 周	20	4.696±1.091	7.265±2.058	7.160±1.523
24~25 周	38	5.421±1.115	7.615±1.500	7.571±1.566
26~27 周	83	5.394±1.288	7.931±1.534	7.471±1.650
28~29 周	87	5.909±1.479	8.451±1.545	8.158±1.742
30~31 周	105	5.452±2.335	8.409±1.529	7.858±1.957
32~33 周	166	5.359±1.361	8.472±1.679	7.790±1.744
34~35 周	128	5.113±1.683	8.381±1.719	7.773±1.807
36~37 周	67	4.706±1.455	8.059±1.710	7.383±1.799
>38 周	16	4.564±1.743	8.617±1.174	7.578±1.627

0.003)、0.006( $P=0.864$ );CSP 宽度与 GA 呈负相关,CSP 长度与 GA 呈正相关,CSP 高度与 GA 无统计学意义。

### 2.3 CSP 宽度、长度和高度与 GA 的线性回归方程

CSP 各指标随 GA 的变化规律见图 2~4:CSP 宽

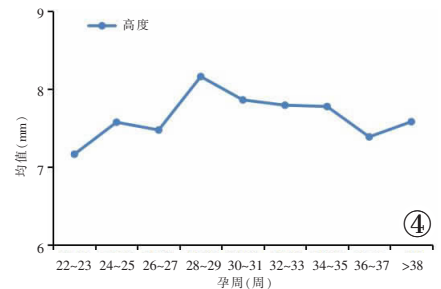
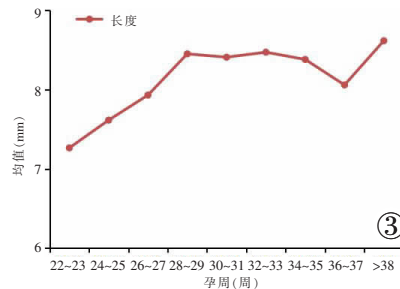
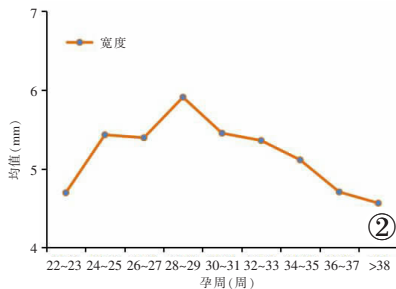


图 2 CSP 宽度与 GA 的趋势。 图 3 CSP 长度与 GA 的趋势。 图 4 CSP 高度与 GA 的趋势。

Figure 2. The trend of CSP width and GA. Figure 3. The trend of CSP length and GA. Figure 4. The trend of CSP height and GA.

### 3 讨论

CSP 是两侧大脑半球之间的脑脊液腔隙,是胎儿中枢神经系统的一个重要部分<sup>[5]</sup>。CSP 的评估至关重要,因为它的缺如可能是原发性前脑发育不良或导致间隔小叶破坏的继发过程的结果。当正常的 CSP 在常规妊娠中期超声检查中未被发现,并且完全或部分缺失时,鉴别诊断可能相当广泛,包括前脑畸形谱、胼胝体异常、后得性 CSP 缺失、视神经发育不全综合征和孤立性间隔缺损等<sup>[6]</sup>。如果 CSP 存在并扩大,则有必要随访以排除 CSP 囊肿,或者排除染色体异常等<sup>[7]</sup>。因此 CSP 正常值的测定对于胎儿的健康成长具有重要意义。产前 CSP 正常值的测量以超声为主,MRI 上的正常径线测量相对较少。但是超声检查的结果受操作者的经验和技术水平影响,不同的医生可能会得到不同的测量结果,因此存在一定的主观性。此外,超声检查还受到胎儿体位、羊水量、母体腹部厚度等因素的影响,这些因素都可能影响超声图像的清晰度和准确性。临床工作中我们经常遇到,超声提示胎儿 CSP 显示不清,怀疑缺如,而随后的 MRI 检查显示 CSP 清晰存在。因此相较于超声数据,MRI 具有显著的优势<sup>[8]</sup>。MRI 作为一种无创的影像学检查方法,能够提供高分辨率的图像<sup>[9]</sup>,更为准确地测量 CSP 各径线值,但是大部分 MRI 研究只是揭示了 CSP 的正常值范围,并没有揭示其随 GA 的变化规律。但本研究成果不仅有助于评估胎儿 CSP 的状况,还可以进一步评估胎儿中枢神经系统发育的状况,从而为产前诊断提供更准确的信息。

几项超声研究测量了正常胎儿大脑 CSP 宽度的正常值范围。许玉敏<sup>[10]</sup>对 460 例 18~40 周胎龄的胎儿进行研究,线性回归分析结果显示 CSP 宽度与

度在孕 22~28 周呈上升趋势,在 28 周后呈下降趋势,线性回归方程分别为  $y=-0.05x+6.865$  (调整  $R^2$  为 0.014);CSP 长度在孕 22~28 周呈上升趋势,28 周后相对稳定变化不明显,线性回归方程为  $y=0.049x+6.716$  (调整  $R^2$  为 0.011)。

GA 无明显相关性。而本研究结果表明,CSP 宽度与 GA 存在显著相关性,分析原因可能是由于我们研究的样本量较大,且所取的 CSP 宽度值是横断位和冠状位宽度之和的平均值所致。李洁等<sup>[11]</sup>对 1 546 例 17~37 周胎龄的胎儿进行了研究,线性回归分析结果显示孕 17~30 周胎儿 CSP 宽度与 GA 呈正相关关系,即随着 GA 的增加 CSP 的宽度会相应增大;而孕 30~37 周两者间相关性不明显。本研究结果显示妊娠 22~28 周胎儿的 CSP 宽度呈上升趋势,而 28~39 周 CSP 的宽度有所下降,这一趋势具有统计学意义,本研究得出正常胎儿大脑 CSP 的总体发育规律与李洁等<sup>[11]</sup>的报道总体趋势是一致的,但变化规律的节点与李洁等<sup>[11]</sup>的研究稍有不同,且孕 30 周后 CSP 宽度随 GA 变化规律较他们的研究更加清晰。

马晓亮等<sup>[12]</sup>运用 MRI 对 430 例 20~40 周胎龄的胎儿进行研究,得出 CSP 宽度与 GA 呈低度相关性。我们的研究结果表明,CSP 宽度与 GA 存在显著相关性,可能是由于我们的研究样本量更大。Kertes 等<sup>[13]</sup>运用 MRI 对 307 例妊娠 25~41 周胎龄的胎儿进行研究,显示胎儿在妊娠 27~41 周之间 CSP 的宽度有所下降。本研究结果显示随着 GA 的进展,CSP 呈现先升后降的“波峰型”趋势,节点是妊娠 28 周,进一步分析得出线性回归方程为  $y=-0.05x+6.865$  (调整  $R^2$  为 0.014)。分析与 Kertes 等<sup>[13]</sup>的研究结果不一致的原因,可能是因为我们更大的样本量和东西方人种的差异所致。

本研究的优势在于:①样本量较大,有超过 700 例的正常胎儿大脑数据;②我们测量了正常胎儿大脑 CSP 的三条径线,分别为 CSP 的宽度、长度和高度,并逐一研究三条径线随 GA 变化的规律,而大部分的文献只测量了 CSP 的宽度;③对于 CSP 宽度值的测量,我们不是单平面的测量,而是(下转 50 页)