

MRI与超声在小儿先天性肛门闭锁诊断中的价值对比研究

张建军¹, 王玉霞², 刘海燕³, 王吉¹, 王长辉¹

¹潍坊市妇幼保健院放射科, 山东 潍坊

²潍坊市妇幼保健院产科, 山东 潍坊

³潍坊市妇幼保健院超声科, 山东 潍坊

收稿日期: 2024年8月14日; 录用日期: 2024年9月7日; 发布日期: 2024年9月19日

摘要

目的: 探讨MRI与超声诊断小儿先天性肛门闭锁的临床应用价值。方法: 回顾性分析潍坊市妇幼保健院2015年1月~2022年1月期间收治的45例经手术确诊的先天性肛门闭锁患儿的超声和磁共振成像(MRI)影像资料, 比较两种检查手段对于小儿先天性肛门闭锁的诊断效果。利用ROC曲线, 比较磁共振和超声对小儿先天性肛门闭锁的诊断效能。结果: 45例手术确诊患儿中包括2例(4.44%)高位肛门闭锁、37例(82.22%)中位肛门闭锁、6例(13.33%)低位肛门闭锁。以手术结果为金标准, MRI诊断准确率、灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为97.78%、97.44%、100.00%、100.00%、85.71%, 均显著高于超声(分别为77.78%、84.62%、33.33%、89.19%、25.00%) ($P < 0.05$)。MRI诊断与手术结果的一致性较好($Kappa = 0.829, P < 0.05$), 超声诊断和手术结果的一致性一般($Kappa = 0.413, P < 0.05$)。ROC曲线显示: MRI诊断的AUC为0.917 (95% CI: 0.856~0.991), 明显高于超声诊断的0.719 (95% CI: 0.601~0.829)。结论: MRI对小儿先天性肛门闭锁的临床诊断价值优于超声, 且能够较好地分辨患儿疾病分型。

关键词

MRI, 超声, 先天性肛门闭锁, 诊断

Comparison Study of Magnetic Resonance Imaging and Ultrasound in the Diagnosis of Congenital Anal Atresia

Jianjun Zhang¹, Yuxia Wang², Haiyan Liu³, Ji Wang¹, Changhui Wang¹

¹Department of Radiology, Weifang Maternal and Child Health Hospital, Weifang Shandong

²Department of Obstetrics, Weifang Maternal and Child Health Hospital, Weifang Shandong

³Department of Ultrasound, Weifang Maternal and Child Health Hospital, Weifang Shandong

文章引用: 张建军, 王玉霞, 刘海燕, 王吉, 王长辉. MRI与超声在小儿先天性肛门闭锁诊断中的价值对比研究[J]. 医学诊断, 2024, 14(3): 299-307. DOI: 10.12677/md.2024.143044

Abstract

Objective: To analyze and compare the clinical value of magnetic resonance imaging (MRI) and ultrasound in the diagnosis of congenital anal atresia (CAA). **Methods:** The ultrasound and MRI data of forty-five cases were selected from Weifang Maternal Child Health Hospital from 2015 January to 2022 January who were operatively proved as CAA. With retrospectively analysis, the diagnostic value of MRI and ultrasound was analyzed. A receiver operating characteristic (ROC) analysis was used to evaluate the diagnosis performance of the two modalities. **Results:** Among the 45 confirmed cases of CAA, 2 cases (4.44%) were high anal atresia, 37 cases (82.22%) were medial atresia, 6 cases (13.33%) were low atresia, according to the surgery results. Using the results of surgery results as the gold standard, the accuracy rate of MRI in the diagnosis of CAA was 97.78%, the sensitivity was 97.44%, the specificity was 100.00%, the positive predictive value was 100.00%, and the negative predictive value was 85.71%, which are significantly higher than those of ultrasound (77.78%, 84.62%, 33.33%, 89.19%, 25.00%) ($P < 0.05$). MRI diagnosis Kappa value is 0.829, the consistency intensity is high ($P < 0.05$). Ultrasound diagnosis Kappa value is 0.413, the consistency intensity is general ($P < 0.05$). The area under ROC curve (AUC) of MRI diagnosis 0.917 (95% CI 0.856~0.991), and the differences were statistically significant when compare with the ultrasound diagnosis 0.719 (95% CI 0.601~0.829). **Conclusion:** MRI has higher clinical application value compare with ultrasound in CAA diagnosis and has certain predictive value for the type of CAA.

Keywords

MRI, Ultrasound, Congenital Anal Atresia, Diagnosis

Copyright © 2024 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

先天性肛门闭锁是小儿最常见的消化道畸形，多于新生儿出生后即被发现。肛门闭锁的患儿如未及时接受治疗，生存期不超过两周，临床上肛门闭锁的患儿主要采用手术治疗，而其临床类型对手术方式的选择起决定性作用，因此如何提高术前检查诊断准确率对临床治疗显得十分重要[1]。

近年来，随着高场强磁共振使用及快速扫描技术的应用，MRI 已越来越多地用于小儿先天性肛门闭锁的评估，并能够提供其盆底解剖及功能信息[2]。MRI 无电离辐射及创伤，与 X 线对比不受体位、出生后时限的影响，可以多角度、多层面成像，并且无骨性伪影。此外，MRI 不但可以弥补 X 线检查的局限，为临床医师提供全面准确的解剖信息，还可以检出其他合并畸形(泌尿生殖系统畸形)。但由于检查时间较长，需患儿镇静配合、临床认识不足等原因，MRI 检查仍有待推广[3]。目前国内外关于超声诊断小儿先天性肛门闭锁的报道较多，关于对 MRI 与超声诊断小儿先天性肛门闭锁的应用对比分析文章国内尚未见类似的研究报道。

基于以上所述，本研究的主要目的是探讨 MRI 与超声在小儿先天性肛门闭锁诊断中的应用价值，通过比较分析小儿先天性肛门闭锁的 MRI 与超声的诊断特征及诊断结果准确率，以期能够为临床术前准备及手术方式的选择提供可靠依据。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

选取 45 例于 2015 年 1 月~2022 年 1 月在潍坊市妇幼保健院就诊并经手术证实的先天性肛门闭锁的新生儿为研究对象。所有新生儿均在术前 24 h 同时行磁共振及超声检查。患儿纳入标准如下：1) 出生后日龄 < 28 天；2) 依据患儿体征(外观看不到肛门在何位置)及临床表现(有呕吐、腹胀、无胎粪排出等胃肠梗阻临床症状等)确诊为先天性肛门闭锁；3) 具有齐全的病历资料。患儿排除标准如下：1) 有 MR 检查禁忌证；2) 有手术禁忌证；3) 有脏器畸形；4) 依从性较差。

45 例患儿中，男 27 例，女 18 例；年龄 1 d~19 d，平均(3.91 ± 1.74) d。患儿临床表现如下：22 例(48.89%)出生后哭闹不安且无胎粪排出；9 例(20.00%)出现呕吐和腹胀；7 例(15.56%)存在尿道或阴道流液；5 例(11.11%)肛门区出现细小瘘口并有流液；2 例(4.44%)阴囊肿大。

2.2. 方法

所有患儿均分别行超声检查与 MRI 检查。

超声检查：采用 PHILIPSG4、IU22 等彩色多普勒超声诊断仪对所有患儿行盆腔、骶尾部超声检查。超声检查过程中，将探头频率调整至 1~5 MHz 范围内；辅助患儿呈平卧截石位或俯卧屈膝位，将探头准确地放置于患儿会阴部，行多方位扫查操作。对于存在高位畸形的患儿，采用平卧位经腹探查的方式进行检查。

MRI 检查：采用 GESignaHDxt1.5T 超导型磁共振对所有患儿行盆腔、骶尾部 MRI 检查。为避免患儿乱动影响检查结果，在患儿行 MRI 检查前且在家属知情同意的前提下，给予其 30 mg/kg 的 10%水合氯醛口服，以辅助镇静，确保检查的顺利进行，保证检查结果的准确性。同时，为了便于在检查过程中识别患儿，使用鱼肝油或湿棉球标记患儿肛门窝处。MRI 检查使用 GE1.5TSignaHDxt 超导型扫描仪，采用 8 通道相控阵头线圈或膝关节硬线圈，对患儿盆腔、骶尾部进行扫描，实现矢状位 T2WI、T2WI 压脂、LAVA-flex，以及横断位 T1WI、T2WI 和 DWI 成像。FSE 序列，T1WI：TR500~600 ms，TE8~20 ms；T2WI：TR2500~3000 ms，TE80~110 ms；LAVA-flex：TR7.7 ms，TE2.1 ms；矩阵 256 × 256，层厚 2~4 mm。

上述超声与 MRI 检查均由两名中级以上职称医师进行诊断，并相互不知情。

2.3. 观察指标

1) 以手术结果为金标准，比较超声和 MRI 对新生儿先天性肛门闭锁的敏感性和特异性。依据 1984 年国际分类法和手术结果将患儿分成高位、中位、低位肛门闭锁三型。以 PC 线(耻骨直肠肌环)作为参照，直肠盲端在 PC 线下为低位闭锁，在 PC 线周围为中位闭锁，在 PC 线上为高位闭锁[4]。以中、高位肛门闭锁为阳性，低位肛门闭锁为阴性，计算超声和 MRI 诊断新生儿先天性肛门闭锁的效能。

2) 通过计算 Kappa 值，对超声和 MRI 在诊断新生儿先天性肛门闭锁上的结果进行比较，并分析其与手术结果的一致性，以评估不同诊断方法的准确性和可靠性。

3) 绘制 ROC 曲线并计算曲线下面积(AUC)，量化评估超声与 MRI 两种检查方法对于新生儿先天性肛门闭锁不同分型的诊断效能。

2.4. 统计学分析

采用 SPSS26.0 统计软件对研究数据进行处理与分析。对于计量资料的呈现，采用 n (%)的形式进行描述。在比较不同组间的数据时，采用了 χ^2 检验方法。为了评估数据的一致性，采用了 Kappa 法进行分析。根据 Kappa 值的范围，判断数据的一致性程度：当 Kappa 值小于 0.4 时，表示一致性不高；当 Kappa

值在 0.4 至 0.75 之间时, 表示一致性一般; 当 Kappa 值达到或超过 0.75 时, 表示一致性良好。

绘制受试者工作曲线(ROC), 观察曲线下面积(AUC)的大小, 以此来评估超声与 MRI 在新生儿先天性肛门闭锁不同分型中的诊断价值。根据 AUC 值的不同范围, 判断诊断价值的高低: 当 AUC 值在 0.5 及以下时, 表示无诊断价值; 当 AUC 值在 0.5 至 0.7 之间时, 表示诊断价值较低; 当 AUC 值在 0.7 至 0.9 之间时, 表示诊断价值较好; 当 AUC 值超过 0.9 时, 表示诊断价值很高。

以 P 值 < 0.05 作为判断差异是否具有统计学意义的标准。

3. 结果

3.1. 患儿手术诊断结果

经手术证实, 45 例患儿中, 高位肛门闭锁 2 例(4.44%)、中位肛门闭锁 37 例(82.22%)、低位肛门闭锁 6 例(13.33%)。

3.2. 超声检查结果与手术诊断结果比较

以手术结果为金标准, 超声诊断新生儿肛门闭锁分型的准确率为 77.78% (35/45)、灵敏度 84.62% (33/39)、特异度为 33.33% (2/6)、阳性预测值为 89.19% (33/37), 阴性预测值为 25.00% (2/8)。数据如表 1 所示。

Table 1. Comparison of ultrasonic examination results and surgical diagnosis results

表 1. 超声检查结果与手术诊断结果比较表

超声检查	手术诊断		合计
	中、高位肛门闭锁	低位肛门闭锁	
中、高位肛门闭锁	33	4	37
低位肛门闭锁	6	2	8
合计	39	6	45

3.3. MRI 检查结果与手术诊断结果比较

以手术结果为金标准, MRI 诊断新生儿肛门闭锁分型的准确率为 97.78% (44/45)、灵敏度为 97.44% (38/39)、特异度为 100.00% (6/6)、阳性预测值为 100.00% (38/38), 阴性预测值为 85.71% (6/7)。数据如表 2 所示。

Table 2. Comparison of MRI examination results and surgical diagnosis results

表 2. MRI 检查结果与手术诊断结果比较表

MRI 检查	手术诊断		合计
	中、高位肛门闭锁	低位肛门闭锁	
中、高位肛门闭锁	38	0	38
低位肛门闭锁	1	6	7
合计	39	6	45

3.4. 超声与 MRI 检查价值比较

MRI 诊断新生儿肛门闭锁的效能优于超声($P < 0.05$)。数据如表 3 所示。

Table 3. Comparison of ultrasound and MRI examination value (%)**表 3.** 超声与 MRI 检查价值比较表(%)

检查方法	准确率	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
MRI	97.78	97.44	100.00	100.00	85.71
超声	77.78	84.62	33.33	89.19	25.00
χ^2	15.396	24.185	78.395	17.763	85.590
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

3.5. 一致性检验

Kappa 一致性度量结果显示, 在对新生儿先天性肛门闭锁不同分型的诊断上, MRI 诊断结果与手术结果有较好一致性(Kappa = 0.829, P < 0.05); 超声诊断结果与手术结果的一致性一般(Kappa = 0.413, P < 0.05)。数据如表 4、表 5 所示。

Table 4. Kappa Consistency scale between MRI diagnosis results and surgical results**表 4.** MRI 诊断结果与手术结果 Kappa 一致性度量表

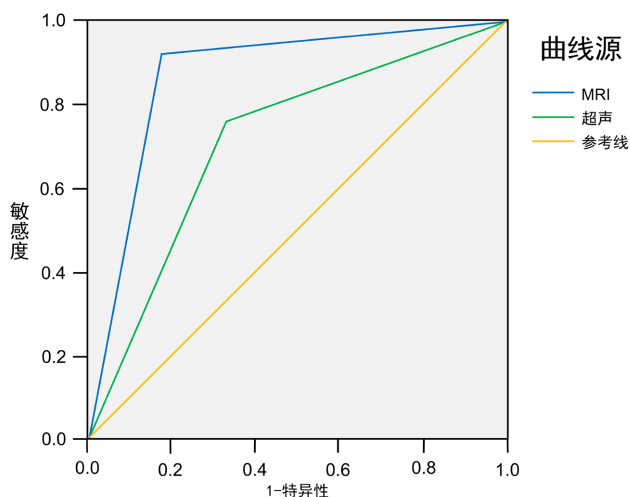
Kappa 值	渐进标准误差	Z 值	P 值
0.829	0.088	6.130	0.000

Table 5. Kappa consistency scale between ultrasound diagnosis results and surgical results**表 5.** 超声诊断结果与手术结果 Kappa 一致性度量表

Kappa 值	渐进标准误差	Z 值	P 值
0.413	0.211	2.107	0.035

3.6. MRI 与超声 ROC 曲线面积比较

ROC 曲线(见图 1)显示, 在诊断新生儿先天性肛门闭锁不同分型时, MRI 的 AUC 为 0.917 (95% CI: 0.856~0.991), 超声的 AUC 分为 0.719 (95% CI: 0.601~0.829)。

**Figure 1.** ROC curve area comparison of MRI and ultrasound in the diagnosis of neonatal congenital anal atresia**图 1.** MRI 与超声诊断新生儿先天性肛门闭锁分型的 ROC 曲线面积比较图

3.7. 典型病例分析

图 2、图 3 为同一患儿，矢状位 T2WI 序列见图 2，矢状位 LAVA-flex 序列水像见图 3。图 2 箭头所指为标记肛门窝处的鱼肝油。MRI 显示直肠及乙状结肠肠管明显扩张，肠管最宽处约 2.9 cm，直肠盲端距肛门皮肤约 1.0 cm，影像诊断低位肛门闭锁。

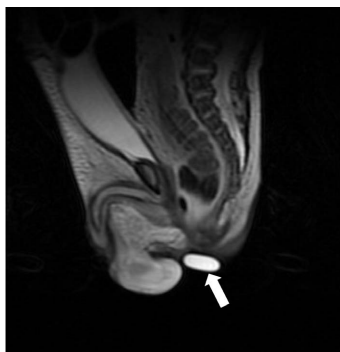


Figure 2. Sagittal T2WI sequence diagram

图 2. 矢状位 T2WI 序列图

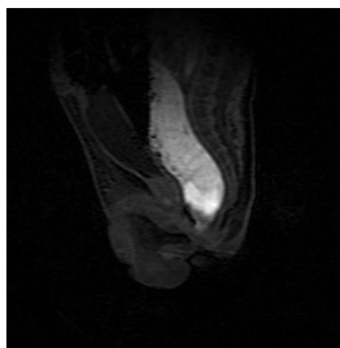


Figure 3. Water image of sagittal LAVA flex sequence

图 3. 矢状位 LAVA-flex 序列水像图

图 4、图 5 为同一患儿，矢状位 T2WI 序列见图 4，矢状位 LAVA-flex 序列水像见图 5。MRI 显示直肠及乙状结肠肠管明显扩张，肠管最宽处约 3.4 cm，内见液平，直肠远端可见与向前下方走行的瘻道相通(箭头所指)，瘻道长约 4.0 cm，直肠末端距肛门皮肤约 2.9 cm。影像诊断中位肛门闭锁并瘻道形成。

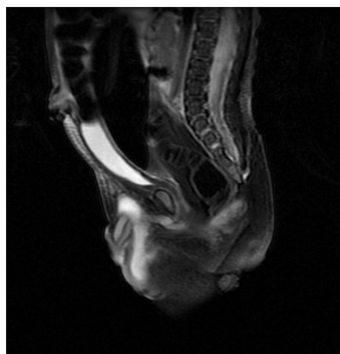


Figure 4. Sagittal T2WI sequence diagram

图 4. 矢状位 T2WI 序列图

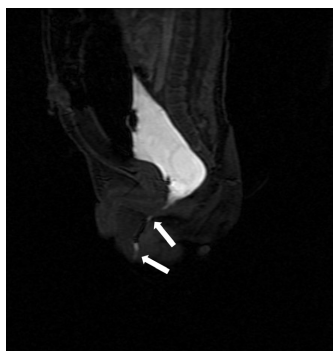


Figure 5. Water image of sagittal LAVA flex sequence

图 5. 矢状位 LAVA-flex 序列水像图

4. 讨论

先天性肛门闭锁是一种较为常见的先天性消化道畸形，其发病与遗传、环境等多重因素密切相关。该病症具有较高的发病率，可对患儿的健康和生活方式造成严重影响[5]。

目前研究认为，先天性肛门闭锁与早期的胚胎发育有关，在此阶段胎儿的肛门和直肠是连为一体的，并经由直肠和膀胱连接共同构成泄殖腔。在胚胎发育 7 周时，胚胎的中胚层开始下移，使直肠从尿道中脱离。随着时间的推移，直肠逐渐扩展到会阴，尿道和阴道。在胚胎 9 周时，直肠仍在向下伸展，附着骨盆膜及肛管，并与原来的肛门相连，最后发展成直肠肛门。如果在这个过程中，因为某些原因，无法将骨盆隔膜或者肛门隔膜直接穿过，就会引起先天性肛门闭锁[6]。通过仔细观察可以观察到先天性肛门闭锁存在的多种临床症状，包括肛门位置不正常、肛门缺失；肛门在形状上可能正常，但由于直径太小，无法和直肠形成连通，进而导致排便困难等，以上均为先天性肛门闭锁的标志性症状。例如：当新生儿出生后在 24 小时之内没有成功排放胎粪，并且在哺乳时出现了腹部扩张、呕吐和持续的不安等体征，这时就需考虑是否有先天性肛门直肠闭锁的可能性。

先天性肛门直肠闭锁可能导致完全性低位肠梗阻，若未能及时发现并进行治疗，患儿在 6~7 d 内便可能面临生命危险[7]。因此，早期诊断和治疗对于挽救患儿生命、改善其预后具有至关重要的意义。目前，外科手术是临床治疗新生儿先天性肛门闭锁的主要手段。为使手术的效果最优化，就必须通过科学、有效的检查方法，准确判断患儿肛门闭锁部位的高低，再进一步根据闭锁位置的差异，对中、高位和低位肛门闭锁采用相应的外科手术措施。通常情况下，对小儿低位肛门闭锁，多数患儿仅有表皮未完全发育，故可采用局麻，同时在骶部会阴处施行肛门成形术，通过切开肛门，即可实现治愈效果[8]。但对于中、高位闭锁的患儿，则需要先行横结肠或乙状结肠造口术。待患儿恢复 2 至 3 个月后，再进行骶腹会阴肛门成形术。术后，为确保肛门功能正常，还需给予扩肛治疗。由此可见，对患儿肛门闭锁类型正确判断十分重要。

传统上，临床多采用 X 线、超声等对患儿肛门闭锁类型进行判断。其中，倒立位 X 线片检查是临床传统的使用检查方法，但其对于患儿接受检查的时间有着相当严格的要求，在患儿出生后的 12 h 内，检查过程中气体将难以准确到达患儿直肠盲端，容易导致漏诊；而在患儿出生后的 24 h 后，患儿直肠盲端产生的胎便也将给检查结果带来误差，从而影响疾病的诊断准确性。因此，为保证检查的准确性与有效性，检查时间需控制在患儿出生后的 12~24 h 内。超声可根据需要对肛门直肠及周围结构行任意切面扫描，但由于检查时诊断医生的加压程度不同，容易造成超声测量的偏差，从而导致临床手术方式的选择错误。

鉴于上述传统影像学检查方式存在的不足，当前越来越多的学者建议采用 MRI 对小儿先天性肛门闭

锁的类型进行诊断[9]。此外, MRI 具有极高的准确性, 不仅可以清楚地显示出肛门闭锁的平面位置、类型以及可能的瘻道; 并可对盆底横纹肌复合体的发育状况、与远端直肠的关系进行精细刻画[10]。通过多角度测量, MRI 还能够从多个方面综合评价儿童的肛门括约肌发育状况, 为骶尾椎、骶髓、泌尿、生殖等多种类型的瘻管及发育异常提供准确的影像学依据[11]。因此, MRI 为现阶段是唯一一种可以同时检测出这些复杂异常的成像手段。

本次研究结果支持上述结论, 本次研究数据显示, MRI 对于新生儿先天性肛门闭锁不同分型的诊断结果与手术结果之间有着良好的一致性, 诊断准确性、灵敏度、特异性以及阳性预测值、阴性预测值均显著高于超声诊断($P < 0.05$)。同时, ROC 曲线分析结果亦显示, MRI 诊断新生儿先天性肛门闭锁不同分型的 AUC 为 0.917, 高于超声诊断的 0.719。由此表明, 相较于超声诊断, MRI 能够更加准确地识别新生儿先天性肛门闭锁类型, 诊断效能与诊断价值更高, 可为患儿进一步手术治疗提供可靠依据, 与徐守军等学者研究结果一致[2]。

同时需要指出的是, 尽管在本次研究中 MRI 诊断新生儿先天性肛门闭锁表现出了显著优势, 但其在临床应用实践中也存在一定的局限, 主要包括以下两点: 首先, 患儿在检查过程中需保持较长时间的静止, 同时费用相对较高; 其次, P-P 间距的测量主要依赖于诊断医师的判断, 具有一定的主观性。本次研究中, 1 例患儿 MRI 检查结果与手术结果存在偏差(中位肛门闭锁诊断为低位肛门闭锁)便是由于检查过程中患儿未能够充分静止有关, 使得检查数据与图像表现出现了一定的误差, 影响了医师对于患儿病情的判断。鉴于此, 在对新生儿行 MRI 检查时, 若其不能够安静放松, 必要时可适当使用镇静剂辅助检查进行; 同时, 为避免检测结果的主观性, 可采用多次测量的方式。

综上所述, 与超声相比, MRI 诊断小儿先天性肛门闭锁有着更高的准确性、特异性、灵敏度, 与手术结果的一致性佳, 可有效分辨患儿肛门闭锁类型, 为其进一步手术方式的选择提供参考, 值得在临床进一步推广应用。

基金项目

潍坊市卫生健康委员会科研项目(WFWSJK-2022-094)。

参考文献

- [1] 沈明强, 洪志华, 袁小建, 等. 新生儿先天性消化道畸形 137 例临床特点分析[J]. 现代实用医学, 2022, 34(5): 635-637.
- [2] 徐守军, 干芸根, 向葵, 等. MRI 在小儿先天性肛门闭锁术后排便障碍中的应用[J]. 放射学实践, 2022, 37(10): 1289-1293.
- [3] 杜秀明, 冷忠诚, 荆彦平, 等. 磁共振成像在小儿先天性肛门闭锁的诊断价值[J]. 实用医学影像杂志, 2019, 20(6): 571-573.
- [4] 杨复宾, 盛茂, 汪健, 等. 先天性肛门直肠畸形磁共振成像临床应用探讨[J]. 中华儿科杂志, 2014, 52(1): 41-45.
- [5] O'Neill, B.R., Gallegos, D., Herron, A., Palmer, C., Stence, N.V., Hankinson, T.C., et al. (2017) Use of Magnetic Resonance Imaging to Detect Occult Spinal Dysraphism in Infants. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, **19**, 217-226. <https://doi.org/10.3171/2016.8.peds16128>
- [6] Stafrace, S., Lobo, L., Augdal, T.A., Avni, F.E., Bruno, C., Damasio, M.B., et al. (2022) Imaging of Anorectal Malformations: Where Are We Now? Abdominal Imaging Task Force of the European Society of Paediatric Radiology. *Pediatric Radiology*, **52**, 1802-1809. <https://doi.org/10.1007/s00247-022-05395-7>
- [7] 王伟建, 马天星. 先天性肛门直肠闭锁 133 例手术治疗分析[J]. 中国临床实用医学, 2010, 4(12): 131-132.
- [8] Taccone, A., Martucciello, G., Dodero, P., Delliacqua, A., Marzoli, A., Salomone, G., et al. (1992) New Concepts in Preoperative Imaging of Anorectal Malformation. *Pediatric Radiology*, **22**, 196-199. <https://doi.org/10.1007/bf02012494>
- [9] Rohanizadegan, M., Tracy, S., Galarreta, C.I., Poorvu, T., Buchmiller, T.L., Bird, L.M., et al. (2020) Genetic Diagnoses and Associated Anomalies in Fetuses Prenatally Diagnosed with Esophageal Atresia. *American Journal of Medical Genetics Part A*, **182**, 1890-1895. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.61639>

-
- [10] 仲晶晶, 严慧, 姜辉. 瘻道造影联合 X 射线在新生儿先天性肛门闭锁诊断中的应用价值研究[J]. 中国医学装备, 2020, 17(2): 78-80.
- [11] 赵颖, 华妙强, 张琳霞. MRI 在先天性肛门闭锁患儿术前定位中的诊断价值[J]. 医疗装备, 2016, 29(17): 12.