

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.10.028

高频超声联合低频超声检查诊断新生儿颅脑病变的临床价值研究*

李 艳 刘 芬 谢 桢 陶 琦 田袁静

(安徽省儿童医院超声科 安徽 合肥 230051)

摘要 目的:探讨高频联合低频超声对新生儿颅脑病变的诊断价值,为新生儿颅脑病变的诊断提供依据。**方法:**选择 2019 年 1 月-2021 年 4 月安徽省儿童医院接诊并疑似出现颅脑病变的新生儿 62 例作为研究对象,所有研究对象均应用高频超声联合低频超声探头对颅脑进行检查,并住院治疗。比较高频超声、低频超声、高频联合低频超声对新生儿颅脑病变的检出率;根据出院诊断结果比较高频超声、低频超声及联合检查与临床诊断符合情况及对颅脑病变的诊断价值。**结果:**高频超声检出颅脑病变 35 例(56.45%),低频超声检出颅脑病变 27 例(43.55%),高频超声联合低频超声检出颅脑病变 53 例(85.48%),高频超声联合低频超声对新生儿颅脑病变的检出率显著高于高频超声、低频超声($P<0.05$);高频超声对新生儿颅脑病变的检出率显著高于低频超声($P<0.05$)。高频联合低频超声对新生儿颅脑疾病诊断与临床诊断总体符合率高于高频超声、低频超声,高频超声对新生儿颅脑疾病诊断与临床诊断总体符合率高于低频超声($P<0.05$)。高频联合低频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断灵敏度、准确度显著高于高频超声、低频超声($P<0.05$),高频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断灵敏度、准确度显著高于低频超声($P<0.05$),三种检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断特异度比较无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**高频联合低频超声检查诊断新生儿不同颅脑病变的灵敏度、准确度均较高,具有一定的临床应用价值。

关键词:高频超声;低频超声;新生儿;颅脑病变;诊断价值

中图分类号:R722;R445.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2022)10-1932-05

Clinical Value Study of High Frequency Ultrasound Combined with Low Frequency Ultrasound in the Diagnosis of Neonatal Craniocerebral Lesions*

LI Yan, LIU Fen, XIE Zhen, TAO Qi, TIAN Yuan-jing

(Department of Ultrasonography, Anhui Provincial Children's Hospital, Hefei, Anhui, 230051, China)

ABSTRACT Objective: To explore the diagnostic value of high frequency combined with low frequency ultrasound in neonatal craniocerebral lesions, so as to provide basis for the diagnosis of neonatal craniocerebral lesions. **Methods:** 62 newborns with suspected craniocerebral lesions who were received in Anhui children's Hospital from January 2019 to April 2021 were selected as the research objects. All subjects were examined with high frequency ultrasound combined with low frequency ultrasound probe and hospitalized. The detection rates of high frequency ultrasound, low frequency ultrasound and high frequency combined with low frequency ultrasound were compared. According to the discharge diagnosis results, the coincidence of high frequency ultrasound, low frequency ultrasound and combined examination with clinical diagnosis and the diagnostic value of craniocerebral lesions were compared. **Results:** Craniocerebral lesions were detected in 35 cases (56.45%) by high frequency ultrasound, craniocerebral lesions were detected in 27 cases (43.55%) by low frequency ultrasound, and craniocerebral lesions were detected in 53 cases (85.48%) by high frequency ultrasound combined with low frequency ultrasound, and the detection rate of neonatal craniocerebral lesions by high frequency ultrasound combined with low frequency ultrasound was significantly higher than that of high frequency ultrasound and low frequency ultrasound ($P<0.05$). The detection rate of neonatal craniocerebral lesions by high frequency ultrasound was significantly higher than that by low frequency ultrasound ($P<0.05$). The overall coincidence rate of diagnosis and clinical diagnosis of neonatal craniocerebral diseases by high frequency combined with low frequency ultrasound was higher than that by high frequency ultrasound and low frequency ultrasound, and the overall coincidence rate of diagnosis and clinical diagnosis by high frequency ultrasound was higher than that by low frequency ultrasound ($P<0.05$). The diagnostic sensitivity and accuracy of high frequency combined with low frequency ultrasound were significantly higher than those of high frequency ultrasound and low frequency ultrasound in different craniocerebral diseases of neonates ($P<0.05$). The diagnostic sensitivity and accuracy of high frequency ultrasound were significantly higher than those of low frequency ultrasound in different craniocerebral diseases of neonates ($P<0.05$). There was no statistical significance in the diagnostic specificity of the three examination methods for different craniocerebral diseases ($P>0.05$). **Conclusion:** High frequency combined with low frequency ultrasound has high sensitivity and accuracy in the diagnosis of different neonatal craniocerebral lesions, which has certain clinical

* 基金项目:安徽省卫生和计划生育委员会妇儿基金项目(BFR018)

作者简介:李艳(1981-),女,本科,主治医师,从事超声医学方向的研究,E-mail: liyan090701@163.com

(收稿日期:2021-10-06 接受日期:2021-10-28)

application value.

Key words: High frequency ultrasound; Low frequency ultrasound; Neonatal; Craniocerebral lesions; Diagnostic value

Chinese Library Classification(CLC): R722; R445.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2022)10-1932-05

前言

颅脑病变是新生儿严重的疾病,可由围产期各种病理因素引起,其致残率、致死率很高,严重影响患儿生存质量^[1,2]。有报道显示,早产是新生儿颅脑病变的危险因素,约有 50%以上的早产儿存在不同程度的颅脑病变^[3]。对于新生儿颅脑病变早期诊断并予以有效的治疗可以促进患儿康复,提升新生儿生存质量。既往,临床上对于新生儿颅脑病变主要通过电子计算机断层扫描(CT)、磁共振(MRI)及超声等影像学诊断技术进行诊断^[4-6]。如今超声凭借其操作简单、无创、无放射性等优点在新生儿颅脑病变的诊断中得到越来越广泛的应用。高频超声、低频超声频率具有较大区别,两者在临床上应用也有一定区别,一般来说,高频超声适合高精度检测,而低频超声适合深距离检测^[7,8]。由于新生儿颅脑病变种类较多、病变部位也有一定差异,因此本研究通过分析高频超声联合低频超声对新生儿颅脑病变的诊断价值,旨在为新生儿颅脑病变的诊断提供依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2019 年 1 月-2021 年 4 月安徽省儿童医院接生并疑似出现颅脑病变的新生儿 62 例作为研究对象,纳入标准:(1)均为单胎妊娠,新生儿出生后 5 min Apgar 评分 5-10 分;(2)存在早产、围生期窒息、低出生体重等危险因素;(3)所有新生儿均进行高频超声联合低频超声检查;(4)新生儿住院资料完整;(5)新生儿监护人对研究知情同意。排除标准:(1)存在颅内先天性畸形或先天性结构异常者;(2)有遗传性、代谢性疾病者;(3)无法完成后续检查者。其中男性 33 例,女性 29 例;胎龄 30~42 周,平均(35.27±1.85)周;早产儿 47 例,足月儿 15 例;出生体重 1740~4800 g,平均(2497.72±93.23)g;自然分娩 36 例,剖宫产 26 例。本研究经安徽省儿童医院伦理委员会同意。

1.2 主要仪器

Mindray Resona7 彩色多普勒超声诊断系统(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司),低频探头为 C11-3u 凸阵探头,频率 2.6~12.8MHz,高频探头为 L14-5wu 线阵探头,频率 4~14MHz。

1.3 检查方法

新生儿平卧位,将耦合剂预热后避开输液贴均匀涂抹至受检新生儿囟门部位,先应用低频探头做不同角度的偏转,对囟窗冠状面、正中矢状面进行扫描,观察新生儿脑中线位置,脑实质回声情况,充分采集新生儿颅脑组织结构的二维超声图像。再使用高频探头在囟窗冠状面、正中矢状面进行扫描,观察脑表面的病变,管膜尾状核头部、丘脑尾状核沟部情况。

1.4 观察指标及评价方法

(1)比较高频超声、低频超声、高频联合低频超声对新生儿颅脑病变的检出率;(2)所有新生儿住院治疗并得出最终临床

诊断结果,比较高频超声、低频超声、高频联合低频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断与临床诊断符合情况;(3)以最终临床诊断结果为金标准计算不同检查方法的灵敏度、特异度和准确度,比较不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病的诊断价值。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 26.0 统计软件进行分析,计数资料以率或比表示,采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 表明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同检查方法对新生儿颅脑病变的检出率比较

62 例新生儿中,高频超声检出颅脑病变 35 例(56.45%),低频超声检出颅脑病变 27 例(43.55%),高频超声联合低频超声检出颅脑病变 53 例(85.48%),高频超声联合低频超声对新生儿颅脑病变的检出率显著高于高频超声、低频超声($\chi^2=6.459, 41.973; P=0.011, 0.000$);高频超声对新生儿颅脑病变的检出率显著高于低频超声($\chi^2=18.658, P=0.000$)。

2.2 62 例新生儿颅脑病变临床诊断结果

经高频联合低频超声检出颅脑病变的 53 例新生儿最终均被临床诊断证实。9 例高频联合低频超声检查阴性且临床可疑新生儿经颅脑 MRI 或颅脑 CT 检查结果为颅内出血 3 例,室管膜下出血或囊肿 5 例,脑室扩张 1 例。所有新生儿住院治疗最终临床诊断结果为:颅内出血 45 例,室管膜下出血或囊肿 23 例,脑室扩张 18 例,早产儿脑 10 例,缺血缺氧性脑病(HIE)7 例,脑室内出血 3 例。

2.3 不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断与临床诊断符合情况比较

高频联合低频超声对新生儿颅脑疾病诊断与临床诊断总体符合率高于高频超声、低频超声($P<0.05$),高频超声对新生儿颅脑疾病诊断与临床诊断总体符合率高于低频超声($P<0.05$);高频联合低频超声对新生儿颅内出血、室管膜下出血或囊肿、脑室扩张、早产儿脑、HIE 与临床诊断符合率高于低频超声($P<0.05$);高频超声对新生儿颅内出血、脑室扩张、早产儿脑、HIE 与临床诊断符合率高于低频超声($P<0.05$),见表 1。

2.4 不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断价值比较

不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病检测结果比较见表 2,以最终临床诊断结果为金标准计算灵敏度、特异度和准确度,结果显示高频超声联合低频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断灵敏度、准确度显著高于高频超声、低频超声($P<0.05$),高频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断灵敏度、准确度显著高于低频超声($P<0.05$),三组对新生儿不同颅脑疾病诊断特异度比较无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

2.5 典型病例影像学资料

新生儿 1,胎龄 33 周,性别男,经临床诊断确诊为早产儿脑,超声影像资料如图 1 A~B 所示。新生儿 2,胎龄 39 周,性别女,经临床诊断确诊为脑室内出血,超声影像资料如图 2 A~B 所示。

表 1 不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断与临床诊断符合情况比较 [n(%)]

Table 1 Comparison of diagnosis and clinical diagnosis of different neonatal craniocerebral lesions by different examination methods [n(%)]

Craniocerebral diseases	Clinical diagnosis	High frequency combined with low frequency ultrasound	High frequency ultrasound	Low frequency ultrasound
Intracranial hemorrhage	45	42(93.33)*	36(80.00)*	21(46.67)
Subependymal hemorrhage or cyst	23	18(78.26)*	16(69.57)	12(52.17)
Ventricular dilatation	18	17(94.44)*	16(88.89)*	10(55.56)
Premature brain	10	10(100.00)*	10(100.00)*	4(40.00)
HIE	7	7(100.00)*	7(100.00)*	3(42.86)
Intraventricular hemorrhage	3	3(100.00)	2(66.67)	1(33.33)
Total	106	97(91.51)*#	87(82.08)*	51(48.11)

Note: * compared with low frequency ultrasound $P<0.05$, # compared with high frequency ultrasound $P<0.05$.

表 2 不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病检测结果比较

Table 2 Comparison of detection results of different neonates craniocerebral diseases in different examination methods

Clinical diagnosis	High frequency combined with low frequency ultrasound		High frequency ultrasound		Low frequency ultrasound	
	Positive	Negative	Positive	Negative	Positive	Negative
Positive	97	0	87	10	51	40
Negative	3	6	3	6	9	6
Total	100	6	90	16	60	46

表 3 不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断价值比较

Table 3 Comparison of diagnostic value of different examination methods for different neonates craniocerebral diseases

Examination methods	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Accuracy(%)
High frequency combined with low frequency ultrasound	100.00(97/97)*#	66.67(6/9)	97.17(103/106)*#
High frequency ultrasound	89.69(87/97)*	66.67(6/9)	87.74(93/106)*
Low frequency ultrasound	56.04(51/91)	40.00(6/15)	53.77(57/106)
χ^2	62.170	1.782	43.261
P	0.000	0.107	0.000

Note: * compared with low frequency ultrasound $P<0.05$, # compared with high frequency ultrasound $P<0.05$.

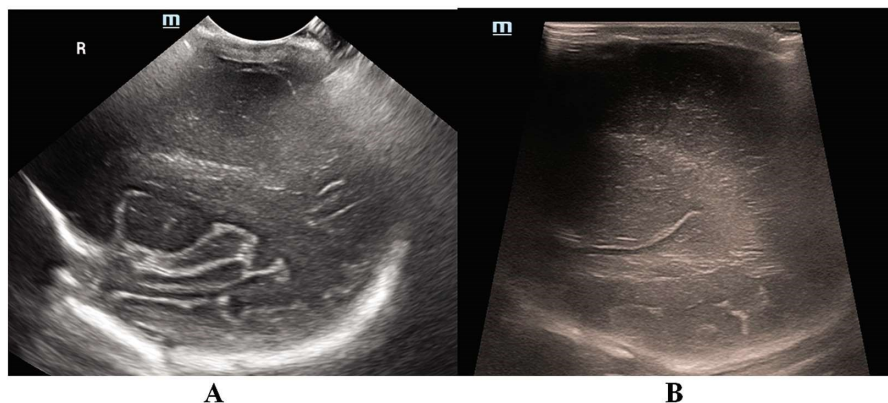


图 1 早产儿脑新生儿超声图像

Fig. 1 Ultrasound images of premature infants and newborns

Note: A: Low frequency ultrasound showed shallow sulcus gyri and poor insular development.

B: High frequency ultrasound showed shallow sulcus gyri and poor development of insula.

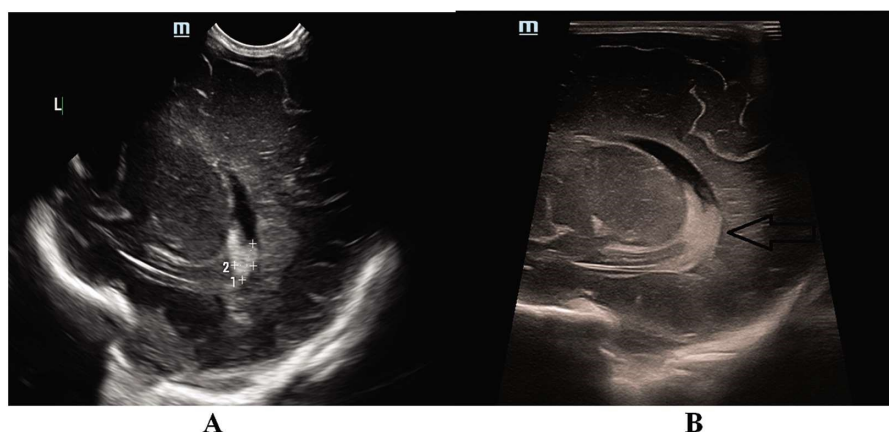


图 2 脑室内出血新生儿超声图像

Fig. 2 Ultrasound image of newborn with intraventricular hemorrhage

Note: A: Low frequency ultrasound showed obvious bleeding in the measurement area.

B: High frequency ultrasound showed obvious bleeding in the measurement area.

3 讨论

新生儿颅脑病变多由早产、新生儿窒息、感染、产伤等不良因素所引起,可造成新生儿残疾或死亡^[9-11]。该病在足月儿和早产儿中均可发生,以早产儿居多。其中脑白质病变、脑实质出血、脑室出血、室管膜下出血等多发生于早产儿^[12,13];而足月儿出现的颅脑病变多因脑血管调节功能受损、脑静脉高压等引起^[14,15]。由于新生儿神经系统发育较快,是神经系统发育的重要时期之一,因此早期对新生儿颅脑病变进行诊断,并给予及时有效的治疗,对于改善新生儿生存质量具有重要的意义^[16]。超声是临床上重要的影像学检查手段,可以准确的显示大脑组织结构、脑血流动力学特征,对判断脑组织病变特征,掌握病变的发展和变化具有重要意义。目前根据超声探头的频率可以将超声分为高频超声和低频超声。高频超声波长较短,频率较高,具有较高的分辨率,可以对浅表器官组织进行精细结构的检查,还可以获得微循环血流信息^[17,18]。低频超声波长较长,频率较低,具有较强的穿透力对深部组织具有较好的检查作用^[19]。

本研究对我院接生并疑似出现颅脑病变的新生儿 62 例进行高频超声联合低频超声检查,结果显示 62 例新生儿中,高频超声检出颅脑病变 35 例(56.45%),低频超声检出颅脑病变 27 例(43.55%),高频超声联合低频超声检出颅脑病变 53 例(85.48%),高频超声联合低频超声对新生儿颅脑病变的检出率显著高于高频超声、低频超声,表明在新生儿颅脑病变诊断中,高频超声联合低频超声的诊断方法可以发挥低频超声和高频超声各自的优势,协同提高新生儿颅脑病变检出率。

本研究结果还显示,低频超声和高频超对不同颅脑病变的诊断价值并不完全一致。本研究 62 例新生儿最终诊断结果为颅内出血 45 例,室管膜下出血或囊肿 23 例,脑室扩张 18 例,早产儿脑 10 例,缺血缺氧性脑病(HIE)7 例,脑室内出血 3 例。但低频超声和高频超对不同颅脑病变的诊断价值并不完全一致,如颅内出血通常发病初期表现为丘脑尾状核沟或尾状核头部出现强回声团^[20],高频超声可以准确的作出诊断,如出血量较多低频超声也可准确作出诊断,但出血量较少低频超声往往无法捕捉到强回声信号,易出现漏诊。尤其是对于室管膜下

血/囊肿或脑室出血,分辨率较低,应用低频超声容易出现漏诊^[21]。但是对于新生儿脑白质出血,高频超声检测也会出现漏诊,主要由于脑白质这部分区域是神经纤维聚集的地方,多位于大脑浅表部位^[22]。因此应用高频超声波长较短、较高的分辨率的特点,可以对脑白质进行精细结构的检查,准确的判断脑白质病变。而低频超声由于频率较低,对位于脑白质的颅脑出血早期或微小脑白质病变的检出率较低,容易出现漏诊,两者结合则有助于提高诊断准确率^[23]。HIE 是新生儿常见的颅脑疾病,其主要病理改变是颅内血流动力学改变和脑细胞死亡^[24,25]。在超声下 HIE 主要表现为脑实质的弥漫型增强,脑室变窄或脑室模糊不清等^[26]。但低频超声对于 HIE 容易出现漏诊。本研究中低频超声在诊断 HIE 方面不占有优势。分析其原因主要是低频超声对早期 HIE 往往无法捕捉到强回声信号,出现漏诊^[27]。

本研究还对不同检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断价值比较,结果显示高频联合低频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断灵敏度、准确度显著高于高频超声、低频超声,高频超声对新生儿不同颅脑疾病诊断灵敏度、准确度显著高于低频超声。其原因主要是高频超声对浅表器官组织进行精细结构的检查^[28]。低频超声具有较强的穿透力对深部组织具有较好的检查作用。而新生儿颅脑病变多位于浅表,因此早期病变信号往往不易被低频超声捕捉^[29,30]。而两者结合则可以发挥各自优势,提高诊断效果。三种检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断特异度比较无统计学意义,这可能与本研究中选择研究对象为接诊并疑似出现颅脑病变的新生儿,并非是筛查,阴性病例数较少,降低了特异度的统计学分析效果。三种检查方法对新生儿不同颅脑疾病诊断特异度的比较仍有待于后续大规模数据的统计分析。

综上所述,高频超声可以对浅表器官组织进行精细结构的检查,还可以获得微循环血流信息。低频超声具有较强的穿透力对深部组织具有较好的检查作用。在新生儿颅脑病变诊断中,低频超声和高频超声均可以发挥各自的优势,两者联合应用可提高新生儿颅脑病变的诊断准确率。

参考文献(References)

- [1] Saigal G, Ezuddin NS, Vega G. Neurologic Emergencies in Pediatric Patients Including Accidental and Nonaccidental Trauma [J].

- Neuroimaging Clin N Am, 2018, 28(3): 453-470
- [2] Guven S, Yazar A, Yakut K, et al. Postmortem cesarean: report of our successful neonatal outcomes after severe trauma during pregnancy and review of the literature[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2012, 25(7): 1102-1104
- [3] 周珠影, 周毓青, 崔爱平. 426 例新生儿颅脑超声检查结果分析[J]. 中国医学影像技术, 2018, 34(s1): 1-4
- [4] 邹家基. 多排 CT 低剂量不同扫描方法在新生儿颅脑检查中的应用及准确性分析[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(22): 15-17
- [5] 俞秋雨, 方开峰, 韩路, 等. 颅脑超声与 MRI 检查应用于新生儿颅内出血诊断中的临床价值初探 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(9): 11-13
- [6] Choudhary AK, Servaes S, Slovis TL, et al. Consensus statement on abusive head trauma in infants and young children[J]. Pediatr Radiol, 2018, 48(8): 1048-1065
- [7] De La Cruz MS, Buchanan EM. Uterine Fibroids: Diagnosis and Treatment[J]. Am Fam Physician, 2017, 95(2): 100-107
- [8] Zharov VP, Menyayev YA, Kabisov RK, et al. Study on the Design and Application of Combining Low-Frequency Ultrasound with Laser Radiation in Surgery and Therapy[J]. Crit Rev Biomed Eng, 2017, 45(1-6): 153-170
- [9] 黄捷婷, 孔祥永. 超早产儿颅脑病变相关因素分析 [J]. 中华儿科杂志, 2016, 54(1): 23-27
- [10] Couture A, Veyrac C, Baud C, et al. Advanced cranial ultrasound: transfontanellar Doppler imaging in neonates[J]. Eur Radiol, 2001, 11(12): 2399-2410
- [11] 吴东平, 林振浪. 116 例早产儿脑损伤的临床特点及危险因素分析 [J]. 中国妇幼保健, 2018, 33(17): 3922-3924
- [12] 刘哲峰, 芦钺, 郑义, 等. 新生儿脑白质病变的影像研究进展[J]. 中国医学装备, 2018, 15(1): 131-133
- [13] 郭小芳, 张霞, 张丽范, 等. 高危新生儿室管膜下出血 / 脑室内出血发生率及产科危险因素的分析 [J]. 国际医药卫生导报, 2007, 13(5): 13-18
- [14] 邓雪琰, 黄飞燕, 陆笑非, 等. 足月缺氧缺血性脑病患儿磁共振扩散张量成像各向异性分数的动态变化及其诊断价值分析[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(3): 545-548, 528
- [15] 贾忠桃, 吴凤霞, 曹雅静, 等. 238 例正常足月新生儿颅脑超声表现的总结[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(9): 115-117
- [16] 尹海军, 红华, 郎瑞. 超声诊断新生儿颅脑疾病的回顾性分析[J]. 生物医学工程与临床, 2018, 22(1): 53-57
- [17] Izzetti R, Vitali S, Aringhieri G, et al. Ultra-High Frequency Ultrasound, A Promising Diagnostic Technique: Review of the Literature and Single-Center Experience [J]. Can Assoc Radiol J, 2021, 72(3): 418-431
- [18] Olyae M, Rad FS, Elahifar MA, et al. High-frequency and noncontact low-frequency ultrasound therapy for venous leg ulcer treatment: a randomized, controlled study [J]. Ostomy Wound Manage, 2013, 59(8): 14-20
- [19] 王佳慧, 袁二伟. 低频联合高频超声对小儿肠套叠的诊断效果研究[J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(5): 906-909
- [20] 万斌, 肖锐, 杨先群, 等. 超声和 CT 在诊断新生儿颅内出血中的价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(7): 4-6, 13
- [21] 张炯, 赵琳, 李艳红, 等. IL-6、NES 以及新生儿颅脑超声对早期诊断早产儿脑白质损伤的应用价值[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(3): 115-120
- [22] Varsha R, Desai SN, Mudakanagoudar MS, et al. Comparison between caudal epidural and ultrasound-guided ilioinguinal-iliohypogastric block with bupivacaine and dexmedetomidine for postoperative analgesia following pediatric inguinal hernia surgeries: A prospective randomized, double-blind study [J]. J Anaesthesiol Clin Pharmacol, 2021, 37(3): 389-394
- [23] Wu YW, Goodman AM, Chang T, et al. Placental pathology and neonatal brain MRI in a randomized trial of erythropoietin for hypoxic-ischemic encephalopathy [J]. Pediatr Res, 2020, 87(5): 879-884
- [24] Bano S, Chaudhary V, Garga UC. Neonatal Hypoxic-ischemic Encephalopathy: A Radiological Review[J]. J Pediatr Neurosci, 2017, 12(1): 1-6
- [25] 王慧, 王立金, 汪思应. 氧自由基在新生儿缺氧缺血性脑病中的变化[J]. 中国基层医药, 2005, 12(3): 284-285
- [26] Wang Q, Lv H, Lu L, et al. Neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy: emerging therapeutic strategies based on pathophysiologic phases of the injury[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2019, 32(21): 3685-3692
- [27] Walas W, Wilińska M, Bekiesińska-Figatowska M, et al. Methods for assessing the severity of perinatal asphyxia and early prognostic tools in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy treated with therapeutic hypothermia[J]. Adv Clin Exp Med, 2020, 29(8): 1011-1016
- [28] 芦钺, 郑义, 胡媛, 等. 高低频超声与磁共振成像诊断新生儿颅脑疾病的对比研究[J]. 中国医学装备, 2017, 14(2): 50-52, 53
- [29] Fumagalli M, Parodi A, Ramenghi L, et al. Ultrasound of acquired posterior fossa abnormalities in the newborn[J]. Pediatr Res, 2020, 87(Suppl 1): 25-36
- [30] 元幼女. 超声联合应用对新生儿颅脑疾病诊断价值分析 [J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(3): 511-514