

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.06.036

全身运动质量评估联合颅脑超声对脑损伤高危儿运动发育结局的预测价值*

刘训洲 李会君 万雪媛 徐 艳 王 军[△]

(徐州医科大学附属医院新生儿科 江苏 徐州 221000)

摘要 目的:研究全身运动(GMs)质量评估和颅脑超声(CUS)在脑损伤高危儿运动发育结局中的预测价值。**方法:**选取2019年10月至2021年6月入住徐州医科大学附属医院新生儿重症监护室(NICU)具有脑损伤高危因素的早产儿605例,建立随访档案。入院24h、3d、7d内各做一次CUS检查,异常者每周复查1次直至出院,记录最异常结果。矫正胎龄36~40周行扭动运动GMs质量评估,矫正3~6月龄行不安运动GMs质量评估。矫正12月龄通过Gesell发育量表和小儿脑瘫诊断分型标准明确运动发育结局,分析GMs质量评估、CUS对不良运动发育结局和脑瘫的预测效率。**结果:**最终获得完整随访资料的脑损伤高危儿为536例,随访至12月龄的运动发育结局为运动发育正常424例,运动发育迟缓105例,脑瘫7例。扭动运动GMs质量评估对运动发育结局预测的敏感性为56.25%、特异性为82.78%;不安运动GMs质量评估对运动发育结局预测的敏感性为73.21%、特异性为98.82%;CUS对运动发育结局预测的敏感性为54.46%、特异性为94.34%。扭动运动GMs质量评估联合CUS对运动发育结局预测的敏感性为81.25%、特异性为81.13%;不安运动GMs质量评估联合CUS对运动发育结局预测的敏感性为84.82%、特异性为96.46%。GMs质量评估和CUS对脑瘫预测的敏感性和阴性预测值均为100.00%;联合应用GMs质量评估和CUS可明显提高对不良运动结局的敏感性及阳性预测值。**结论:**CUS对脑损伤高危儿的不良运动发育结局尤其是脑瘫具有良好的预测价值,GMs质量评估联合CUS可明显提升对脑损伤高危儿不良运动发育结局的早期预测价值。

关键词:全身运动质量评估;颅脑超声;运动发育结局;预测价值;脑损伤;高危儿

中图分类号:R651.1 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2023)06-1179-06

Predictive Value of General Movements Quality Assessment Combined with Craniocerebral Ultrasound for Exercise Development Outcome of Children at High-Risk of Brain Injury*

LIU Xun-zhou, LI Hui-jun, WAN Xue-yuan, XU Yan, WANG Jun[△]

(Department of Neonatology, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China)

ABSTRACT Objective: To study the predictive value of General movements (GMs) quality assessment and craniocerebral ultrasound (CUS) for exercise development outcome of children at high-risk of brain injury. **Methods:** 605 premature infants with high-risk factors for brain injury who were admitted to the Neonatal Intensive Care Unit (NICU) of Xuzhou Medical University Affiliated Hospital from October 2019 to June 2021 were selected, and follow-up records were established. CUS examination was performed within 24 h, 3 d and 7 d after admission. Abnormal patients were re-examined once a week until discharge, and the most abnormal results were recorded. GMs quality assessment was performed during the writhing movement stage at 36 to 40 weeks of gestational age, and GMs quality assessment during the restless exercise stage at 3 to 6 months of age. exercise development outcome was determined by Gesell Developmental Scale and diagnostic classification criteria for cerebral palsy in children at 12 months of age. The predictive validity of GMs quality assessment and CUS in predicting adverse exercise development outcome and cerebral palsy were analyzed. **Results:** Complete follow-up data were obtained in 536 high-risk children with brain injury, and the results of exercise development were 424 cases of normal exercise development, 105 cases of exercise development retardation, and 7 cases of cerebral palsy at 12 months of age. The sensitivity, specificity of GMs quality assessment of twisting exercise was 56.25%, the specificity was 82.78%. The sensitivity of restless exercise GMs quality assessment was 73.21%, the specificity was 98.82%. CUS had a sensitivity of 54.46%, specificity of 94.34% in predicting the outcome of exercise development. The sensitivity of twisting GMs quality assessment combined with CUS was 81.25%, the specificity was 81.13%. The sensitivity of restless exercise GMs quality assessment combined with CUS was 84.82%, the specificity was 96.46%. The sensitivity and negative predictive value of GMs quality assessment and CUS for predicting cerebral palsy were both 100.00%. The combination of GMs quality assessment and CUS can significantly improve the sensitivity and positive

* 基金项目:江苏省妇幼健康科研项目(F201743)

作者简介:刘训洲(1994-),男,硕士,住院医师,从事新生儿疾病诊治方向的研究,E-mail: LXZ2022GL@163.com

[△] 通讯作者:王军(1966-),男,硕士,主任医师,从事新生儿疾病诊治方向的研究,E-mail: 664586331@qq.com

(收稿日期:2022-08-21 接受日期:2022-09-17)

predictive value of adverse exercise outcome. **Conclusion:** CUS has good predictive value for adverse exercise development outcome of high-risk infants with brain injury, especially cerebral palsy. GMs quality assessment combined with CUS can significantly improve the early predictive value for adverse exercise development outcome of high risk infants with brain injury.

Key words: General movements quality assessment; Craniocerebral ultrasound; Exercise development outcome; Predictive value; Brain injury; High-risk infants

Chinese Library Classification(CLC): R651.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2023)06-1179-06

前言

据流行病学调查显示,我国每年有 1200 多万新生儿出生,其中早产儿发生率约 6.7%~7.3%,早产是导致婴幼儿发病与死亡的最重要因素^[1]。早产儿脑损伤是指由于宫内、宫外的各种病理因素导致的不同程度脑缺血性、出血性损害,严重者可发生多种远期神经系统后遗症^[2,3]。据国内多中心临床流行病学报道,约 27%的早产儿可发生各种类型脑损伤,其中脑室周围出血、脑室内出血的总体发生率约为 23.5%,缺血性脑室周围白质软化的发生率约为 2.6%,出血性脑损伤约占早产儿脑损伤的 65%^[4,5]。早产儿脑损伤可损坏神经系统,迟缓神经运动发育,甚至可导致脑性瘫痪,严重影响患儿健康。脑损伤高危儿是指在胎儿期、分娩时、新生儿期遭遇各种有害因素打击的新生儿,其发生功能障碍或发育落后的风险显著高于正常新生儿^[6-8]。全身运动(GMs)质量评估被广泛用于 6 月龄内婴儿神经发育结局的评估,通过录像法观察婴儿的全身运动可有效地预测运动发育结局^[9]。研究证实,痉挛-同步性 GMs 和不安运动缺乏 GMs 对于痉挛型和运动障碍型脑瘫有确切的评估价值^[10]。颅脑超声(CUS)检查具备无创、便捷、高性价比、可床旁应用的优势,已成为早产儿脑损伤诊断和评估预后的首选方法^[11,12]。近年来,超声在脑性瘫痪、神经运动发育迟缓等方面的预测价值已得到国外研究证实。国内目前主要运用 CUS 进行早产儿颅脑损伤的早期筛查,尚无运用 CUS 评估运动发育结局的研究。鉴于此,本次研究通过探讨 GMs 质量评估联合 CUS 检查在脑损伤高危儿运动发育结局早期预测中的价值,为高危儿的早期干预提供可靠依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2019 年 10 月至 2021 年 6 月入住徐州医科大学附属医院新生儿重症监护室(NICU)具有脑损伤高危因素的 605 例早产儿为研究对象,并建立高危儿随访档案。纳入标准:①胎龄<37 周;②存在新生儿脑损伤高危因素,包括以下情况之一:(a)宫内并发症,包括胎盘问题、宫内感染、宫内窘迫等;(b)心血管并发症,包括先天性心脏病变、动脉导管未闭、大脑自动调节障碍等;(c)肺并发症,包括持续性肺动脉高压、支气管肺发育不良、呼吸衰竭等;(d)孕母高危因素,包括孕期并发症、血栓、异常分娩史、羊水栓塞、不良嗜好、合并症等;(e)血液系统并发症,包括中重度贫血、凝血异常、红细胞增多症等;③经过正规治疗,临床资料完整。排除标准:①患有严重先天性心脏病、遗传代谢性疾病、先天畸形、恶性肿瘤、严重感染者;②无法完成 GMs 质量评估者;③死亡、放弃治疗者;④随访不规律或

中途退出者;⑤随访至矫正 12 月龄有明确的结局。本研究经本院医学伦理委员会审核通过(编号:XYFY2019-KL255-01)。

1.2 方法

1.2.1 GMs 质量评估 矫正胎龄 36~40 周行扭动运动 GMs 质量评估,矫正 3~6 月龄行不安运动 GMs 质量评估。采用录像评估法,早产儿处于仰卧位,意识清醒,暴露四肢,拍摄早产儿活动 20~30 分钟,确保拍摄到早产儿整个身体运动,拍摄时避免周围环境干扰和家属逗引。由 2 名获得欧洲 GM Trust 培训课程合格证书的专业人员参与评估^[7],于扭动运动阶段和不安运动阶段至少各记录 1 次 GMs 质量评估结果。

1.2.2 CUS 检查 采用美国飞利浦公司 CX50 彩超多普勒超声(探头型号: C8-5),所有早产儿均于入院后 24 h、3 d 和 7 d 各做一次 CUS 检查,住院期间每周复查 1 次直至出院。由超声科医师通过 PACS 系统审核超声图像并记录最异常结果。异常超声表现:脑水肿、室管膜-脑室内出血、脑室周围白质损伤、脑梗死等。

1.2.3 运动发育结局评估 依据 Gesell 发育量表^[13]和以下标准判断早产儿 12 月龄时的运动发育结局。运动发育正常:研究对象在 12 月龄时,Gesell 发育量表评估 DQ 值>75;运动发育迟缓:研究对象在 12 月龄时,Gesell 发育量表评估 DQ 值≤75。

脑瘫:根据小儿脑瘫诊断分型标准^[14],研究对象在 12 月龄时,经临床神经学检查确定为脑瘫。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计软件分析数据。统计研究对象的 GMs 质量评估结果、CUS 结果及运动发育结局,计算两种检查方法对高危儿运动发育结局的预测效率;敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值。符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采取独立样本或校正 t 检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位数间距)表示,采用秩和检验法;计数资料采用百分比(%)表示,组间比较采用卡方检验,若出现总频数<40 或理论频数<5 则采用 Fisher 精确概率法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

本研究共纳入 605 例早产儿,其中死亡 7 例、放弃治疗 12 例,失访 50 例,失访率为 8.26%,最终获得完整随访资料的早产儿有 536 例。随访至 12 月龄获得运动发育结局:运动发育正常 424 例(79.10%),运动发育迟缓 105 例(19.59%),脑瘫 7 例(1.31%)。将运动发育迟缓和脑瘫早产儿归为运动发育异常组,运动发育正常早产儿归为运动发育正常组。两组的性别、1 分

钟 Apgar 评分、5 分钟 Apgar 评分、剖宫产比例、孕期并发症比较无差异 ($P < 0.05$), 如表 1 所示。
较无差异 ($P > 0.05$), 两组胎龄、出生体重、胎龄分布比较有差

表 1 运动发育正常组与运动发育异常组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between normal exercise development group and abnormal exercise development group

Items	Normal exercise development group(n=424)	Abnormal exercise development group(n=112)	$\chi^2/t/H$	P
Gender [male(n, %)]	240(56.60)	66(58.93)	0.195	0.658
Gestational age [$\bar{x} \pm s$, weeks]	31.65 $\pm$ 2.15	29.06 $\pm$ 1.85	11.658	<0.001
<28 weeks(n, %)	11(2.59)	12(10.71)	27.572	<0.001
28~<32 weeks(n, %)	149(35.14)	53(47.32)		
32~<34 weeks (n, %)	155(36.56)	36(32.14)		
≥ 34 weeks (n, %)	109(25.71)	11(9.82)		
Birth weight(g)	1580.25 $\pm$ 168.75	1124.75 $\pm$ 259.72	69.467	<0.001
1min Apgar score [$M(P_{25} \sim P_{75})$, scores]	5.0(4.0~6.0)	4.0(4.0~5.0)	2.797	0.050
5min Apgar score [$M(P_{25} \sim P_{75})$, scores]	6.0(5.0~7.0)	6.0(5.0~7.0)	2.297	0.220
Cesarean section[n(%)]	337(79.48)	97(86.61)	2.920	0.087
Pregnancy complications[n(%)]	345(81.37)	95(84.82)	0.719	0.397

2.2 扭动运动 GMs 质量评估结果及对运动发育结局的预测效度

136 例早产儿的扭动运动 GMs 质量评估结果为 PR 或 CS, 其中运动发育结局为 73 例运动发育正常, 56 例运动发育迟缓, 7 例脑瘫; 400 例早产儿的扭动运动 GMs 质量评估结果为正常 GMs, 其运动发育结局为 351 例运动发育正常, 49 例运

动发育迟缓。扭动运动 GMs 质量评估对运动发育结局预测的敏感性为 56.25%、阳性预测值为 46.32%、特异性为 82.78%、阴性预测值为 87.75%。扭动运动 GMs 质量评估与运动发育结局的关系见表 2, 预测效度见表 7。

表 2 扭动运动 GMs 质量评估结果与运动发育结局的关系

Table 2 The relationship between the GMs quality assessment results of twisting exercise and the exercise development outcome

GMs quality assessment results	Exercise development outcome			Total
	exercise development retardation	Cerebral palsy	Normal exercise development	
PR+CS	56	7	73	136
N	49	0	351	400
Total	105	7	424	536

Note: PR: monotonicity GMs; CS: spasm synchronous GMs; N: normal GMs.

2.3 不安运动 GMs 质量评估结果及对运动发育结局的预测效度

87 例早产儿的不安运动 GMs 质量评估结果为不安运动缺乏, 其运动发育结局为 5 例运动发育正常, 75 例运动发育迟缓, 7 例脑瘫; 449 例早产儿的不安运动 GMs 质量评估结果为 NF, 其运动发育结局为 419 例运动发育正常, 30 例运动发育迟缓。不安运动 GMs 质量评估对运动发育结局预测的敏感性为 73.21%、阳性预测值为 94.25%、特异性为 98.82%、阴性预测值为 93.32%。不安运动 GMs 质量评估结果与运动发育结局的关系见表 3, 预测效度见表 7。

2.4 CUS 检查结果及对运动发育结局的预测效度

85 例早产儿 CUS 结果异常, 其运动发育结局为 24 例运动发育正常, 54 例运动发育迟缓, 7 例脑瘫; 451 例早产儿的 CUS 结果正常, 其运动发育结局为 400 例运动发育正常, 51 例运动发育迟缓。CUS 对运动发育结局预测的敏感性为 54.46%、阳性预测值为 71.76%、特异性为 94.34%和阴性预测值为 88.69%。CUS 检查结果与运动发育结局的关系见表 4, 预测效度见表 7。

2.5 扭动运动 GMs 质量评估联合 CUS 的评估结果对运动发育结局的预测效度

GMs 异常、CUS 异常者 50 例; GMs 异常、CUS 正常者 86 例; GMs 正常、CUS 异常者 35 例; GMs 正常、CUS 正常 365 例。扭动运动 GMs 质量评估联合 CUS 对运动发育结局预测的

表 3 不安运动 GMs 质量评估结果与运动发育结局的关系

Table 3 The relationship between GMs quality assessment results of restless exercise and exercise development outcomes

GMs quality assessment results	Exercise development outcome			Total
	Exercise development retardation	Cerebral palsy	Normal exercise development	
F-	75	7	5	87
NF	30	0	419	449
Total	105	7	424	536

Note: F -: lack of restless exercise. NF: normal restless exercise.

表 4 CUS 检查结果与运动发育结局的关系

Table 4 Relationship between CUS examination results and exercise development outcome

CUS inspection results	Exercise development outcome			Total
	Exercise development retardation	Cerebral palsy	Normal exercise development	
CUS-	54	7	24	85
CUS+	51	0	400	451
Total	105	7	424	536

Note: CUS-: CUS abnormal. CUS+: normal CUS.

敏感性为 81.25%、阳性预测值为 53.22%、特异性为 81.13%、阴性预测值为 94.24%。扭动运动 GMs 质量评估联合 CUS 的评估结果与运动发育结局的关系见表 5, 预测效度见表 7。

表 5 扭动运动 GMs 质量评估联合 CUS 的评估结果与运动发育结局的关系

Table 5 The relationship between the evaluation results of GMs quality evaluation combined with CUS and the outcome of motor development

Joint inspection	Motor development outcome			Total
	Developmental retardation	Cerebral palsy	Normal	
(PR+CS)+CUS-	37	7	6	50
(PR+CS)+CUS+	19	0	67	86
N+CUS-	28	0	7	35
N+CUS+	21	0	344	365
Total	105	7	424	536

Note: PR: monotonicity GMs; CS: spastic synchronous GMs; N: Normal GMs; CUS-: CUS exception; CUS+: normal CUS.

2.6 不安运动 GMs 质量评估联合 CUS 对运动发育结局的预测效度

GMs 异常、CUS 异常者 62 例;GMs 异常、CUS 正常者 25 例;GMs 正常、CUS 异常者 23 例;GMs 正常、CUS 正常者 426 例。不安运动 GMs 质量评估联合 CUS 对运动发育结局预测的敏感性为 84.82%、阳性预测值为 86.36%、特异性为 96.46%、阴性预测值为 96.01%。不安运动 GMs 质量评估联合 CUS 评估结果与运动发育结局的关系见表 6, 预测效度见表 7。

2.7 GMs 质量评估、CUS 单独应用与联合应用对脑瘫的预测效度

扭动运动 GMs 质量评估对脑瘫预测的敏感性为 100.00%、阳性预测值为 5.15%、特异性为 75.61%、阴性预测值为 100.00%; 不安运动 GMs 质量评估对脑瘫预测的敏感性为 100.00%、阳性预测值为 8.05%、特异性为 84.88%、阴性预测值为 100.00%。CUS 对脑瘫预测的敏感性为 100.00%、阳性预测

值为 8.24%、特异性为 85.26%、阴性预测值为 100.00%。扭动运动 GMs 质量评估联合 CUS 对脑瘫预测的敏感性为 100.00%、阳性预测值为 14.00%、特异性为 91.87%、阴性预测值为 100.00%; 不安运动 GMs 质量评估联合 CUS 对脑瘫预测的敏感性为 100%、阳性预测值为 11.29%、特异性为 89.60%、阴性预测值为 100%。见表 8。

3 讨论

据 WHO 最新数据显示,全球每年约有 1500 万婴儿早产,中国早产儿绝对数量位居全球第二^[15]。早产儿,尤其是极早产儿、超早产儿的大脑不成熟,易受围生期多种有害因素影响而发生脑损伤并遗留神经系统后遗症^[16]。高危儿神经发育结局需从运动功能、认知功能、神经感觉、行为问题等方面综合评估^[17]。国内常通过神经影像学(头颅 MRI、CUS)、发育评估量表、脑电生理学(振幅整合 EEG、脑干听觉诱发电位 BAEP)等

表 6 不安运动 GMs 质量评估联合 CUS 评估结果与运动发育结局的关系

Table 6 The relationship between the results of GMs quality assessment combined with CUS assessment of restless sports and the outcome of sports development

Joint inspection	Motor development outcome			Total
	Developmental retardation	Cerebral palsy	Normal	
(F-)+CUS-	54	7	1	62
(F-)+CUS+	21	0	4	25
(NF)+CUS-	13	0	10	23
(NF)+CUS+	17	0	409	426
Total	105	7	424	536

Note: F-: lack of restless movement; NF: normal restless movement; CUS-: CUS exception; CUS+: normal CUS.

表 7 不同检测方法对运动发育结局的预测效度

Table 7 Predictive validity of different detection methods on sports development outcome

Inspection method	(Slow+Cerebral palsy)		Susceptibility(%)	Normal		Specificity (%)	Positive estimate(%)	negative estimate(%)
	+(a)	-(c)		+(b)	-(d)			
Quality evaluation of twisting movement GMs	63	49	56.25	73	351	82.78	46.32	87.75
Quality assessment of restless movement GMs	82	30	73.21	5	419	98.82	94.25	93.32
CUS	61	51	54.46	24	400	94.34	71.76	88.69
Quality evaluation of twisting movement GMs+CUS	91	21	81.25	80	344	81.13	53.22	94.24
Quality assessment of restless movement GMs+CUS	95	17	84.82	15	409	96.46	86.36	96.01

表 8 不同检测方法对脑瘫的预测效度

Table 8 Predictive validity of different detection methods for cerebral palsy

Inspection method	Cerebral palsy		Susceptibility (%)	Non cerebral palsy		Specificity(%)	Positive estimate(%)	Negative estimate(%)
	+(a)	-(c)		+(b)	-(d)			
Quality evaluation of twisting movement GMs	7	0	100.00	129	400	75.61	5.15	100.00
Quality assessment of restless movement GMs	7	0	100.00	80	449	84.88	8.05	100.00
CUS	7	0	100.00	78	451	85.26	8.24	100.00
Quality evaluation of twisting movement GMs+CUS	7	0	100.00	43	486	91.87	14.00	100.00
Quality assessment of restless movement GMs+CUS	7	0	100.00	55	474	89.60	11.29	100.00

系列方法对早产儿进行发育评估^[18]。

GMs 质量评估起源自上世纪欧洲,由奥地利神经发育学家 Heinz Prechtl 教授创立,是一种通过观察 0 至 6 月龄内婴儿自发运动以评估其神经发育结局的方法^[19]。GMs 质量评估能够早期识别出脑性瘫痪、个体轻微神经缺陷、认知障碍或自闭症谱系障碍风险增加的婴儿,具有非侵入性、高成本效益和高可靠性的特点。CS、F- 对痉挛性脑瘫的预测价值特别高,PR 的预

测性较低且不明确。早产儿在足月前异常的 GMs 与皮质灰质异常、深部灰质异常及脑半球距离增宽有关,足月时异常的 GMs 与全脑异常有关,说明 GMs 异常可作为早产儿脑发育异常的早期标志^[20,21]。我国 GMs 质量评估由复旦大学附属儿科医院杨红教授于 2004 年引进,已被广泛用于评估伴有神经发育残疾高危因素婴儿的远期运动发育结局^[22]。本研究结果发现扭动运动 GMs 质量评估对运动发育结局预测的敏感性为

56.25%、阳性预测值为 46.32%、特异性为 82.78%、阴性预测值为 87.75%；不安运动 GMs 质量评估对运动发育结局预测的敏感性为 73.21%、阳性预测值为 94.25%、特异性为 98.82%、阴性预测值为 93.32%，提示不安运动 GMs 质量评估对运动发育结局的预测价值优于扭动运动 GMs 质量评估，本次研究的预测效度与国内部分研究结果相似^[23,24]。

GMs 质量评估反映了神经系统功能的完整性，而 CUS 反映了神经系统结构上的完整性。超声对脑室周围 - 脑室内出血、囊性脑白质损伤十分敏感，不同部位损伤对多种类型的脑瘫均有良好的预测价值^[25,26]。国外一项大型多中心研究发现^[27]，III 或 IV 级脑室内出血 (PVH-IVH) 在单瘫患儿中占 27.3%，偏瘫患儿中占 66.7%，双瘫患儿中占 35.2%，三瘫患儿中占 58.8%，四肢瘫患儿中占 48.1%，低张力脑瘫患儿中占 39.3%。新生儿脑室扩张或回声增强是脑瘫尤其是四肢瘫发生的预测因素^[28]。本研究结果显示：CUS 对运动发育结局预测敏感性为 54.46%、阳性预测值为 71.76%、特异性为 94.34% 和阴性预测值为 88.69%，预测效度接近 GMs 质量评估；扭动运动 GMs 质量评估联合 CUS 对运动发育结局预测的敏感性为 81.25%、阳性预测值为 53.22%、特异性为 81.13%、阴性预测值为 94.24%；不安运动 GMs 质量评估联合 CUS 对运动发育结局预测的敏感性为 84.82%、阳性预测值为 86.36%、特异性为 96.46%、阴性预测值为 96.01%。GMs 质量评估和 CUS 对脑瘫预测的敏感性和阴性预测值均为 100.00%，提示 GMs 质量评估尤其是不安运动 GMs 联合 CUS 可明显提高对高危儿不良结局的敏感性及阳性预测值，这对指导高危儿的早期康复具有重要价值。

脑损伤高危儿生后早期病情危重，多需长时间呼吸辅助通气，部分患儿需行制动处理，种种情况限制了 GMs 质量评估在生后早期的运用，而 CUS 则不受影响，反而能获得稳定的超声成像，可弥补 GMs 评估应用的局限^[29]。CUS 检测结果异常的早产儿可于住院期间行新生儿期支持性干预，包括视力刺激、听力刺激、抚触、平衡功能训练、运动训练等。研究显示，院内早期干预可有效促进早产儿的神经发育，降低不良神经运动发育结局的风险^[30]。

综上所述，GMs 质量评估和 CUS 对于脑损伤高危儿的不良运动发育结局尤其是脑瘫均有较强的预测价值，且不安运动 GMs 质量评估的预测价值优于扭动运动，联合应用 GMs 质量评估和 CUS 检查可提升对脑损伤高危儿的不良运动结局的早期预测。

参考文献 (References)

- [1] Chen C, Zhang JW, Xia HW, et al. Preterm Birth in China Between 2015 and 2016[J]. *Am J Public Health*, 2019, 109(11): 1597-1604
- [2] 卜祥芳, 万乃君. 早产儿脑损伤的类型及高危因素 [J]. *临床与病理杂志*, 2022, 42(10): 2391-2397
- [3] 王静, 李树敏, 刘海枝, 等. 胎盘组织学绒毛膜羊膜炎与未足月胎膜早破后早产儿脑损伤关系[J]. *现代生物医学进展*, 2021, 21(2): 374-377
- [4] 江苏省新生儿脑损伤规范化诊疗研究协作组. 江苏省早产儿脑损伤多中心临床流行病学调查[J]. *临床儿科杂志*, 2019, 37(1): 6-10
- [5] 张健, 刘光辉, 赵钰玮, 等. 安徽省住院早产儿脑损伤多中心流行病学调查[J]. *中国当代儿科杂志*, 2019, 21(2): 114-119
- [6] Seki D, Mayer M, Hausmann B, et al. Aberrant gut-microbiota-

- immune-brain axis development in premature neonates with brain damage[J]. *Cell Host Microbe*, 2021, 29(10): 1558-1572.e6
- [7] Lea CL, Smith-Collins A, Luyt K. Protecting the premature brain: current evidence-based strategies for minimising perinatal brain injury in preterm infants[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2017, 102(2): F176-F182
- [8] Ophelders DRMG, Gussenhoven R, Klein L, et al. Preterm Brain Injury, Antenatal Triggers, and Therapeutics: Timing Is Key[J]. *Cells*, 2020, 9(8): 1871
- [9] 王华倩, 姚宝珍. 早产儿神经发育特点及临床诊疗进展 [J]. *中国儿童保健杂志*, 2021, 29(8): 877-880
- [10] 林星谷, 林小苗, 邹林霞, 等. 全身运动质量评估预测不同孕周早产高危儿神经发育结局的效度比较 [J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(6): 683-688
- [11] 姚文, 郑慧, 刘云. 颅脑超声在新生儿脑室周围 - 脑室内出血中的应用[J]. *安徽医科大学学报*, 2022, 57(11): 1835-1838
- [12] 李娟娟, 韩若凌, 高洁宁. 彩色多普勒颅脑超声对新生儿脑病的早期诊断价值[J]. *河北医科大学学报*, 2018, 39(4): 444-449
- [13] 金春华, 李瑞莉, 张丽丽, 等. 《中国儿童发育量表》修订及效度研究[J]. *中国儿童保健杂志*, 2014, 22(12): 1242-1246
- [14] 唐久来, 秦炯, 邹丽萍, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015): 第一部分[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(7): 747-754
- [15] Walani SR. Global burden of preterm birth[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2020, 150(1): 31-33
- [16] Zhu D, Wang M, Feng F, et al. Correlation between clinical features and total maturation score by magnetic resonance imaging in very low birth weight premature infants with brain injury [J]. *Ann Palliat Med*, 2021, 10(2): 2089-2097
- [17] Clarke G, Aatsinki A, O'Mahony SM. Brain development in premature infants: A bug in the programming system? [J]. *Cell Host Microbe*, 2021, 29(10): 1477-1479
- [18] 周江英, 邓旦, 张溢. 中枢神经系统感染新生儿颅脑超声结果分析 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2018, 28(2): 287-290
- [19] Aizawa CYP, Einspieler C, Genovesi FF, et al. The general movement checklist: A guide to the assessment of general movements during preterm and term age[J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2021, 97(4): 445-452
- [20] 张元铭, 杨盛泉, 艾莉莉. 全身运动质量评估量表对早产脑损伤高危儿神经发育结局的预测价值[J]. *安徽医学*, 2019, 40(3): 241-244
- [21] 毛旭洁, 赵益伟, 阮旦青, 等. 全身运动质量评估在脑损伤高危新生儿脑发育随访中的应用[J]. *浙江临床医学*, 2022, 24(1): 72-74
- [22] 汪军, 何敏斯, 杨红, 等. 不安运动阶段全身运动评估对足月小样儿运动发育结局的预测价值 [J]. *中国儿童保健杂志*, 2018, 26(11): 1180-1184
- [23] 李云, 张越, 黄俊, 等. 非脑瘫早产儿早期全身运动质量评估结果与神经认知发育情况的关联性研究 [J]. *中国儿童保健杂志*, 2019, 27(2): 138-141
- [24] 陈楠, 温晓红, 黄金华, 等. 全身运动质量评估对窒息新生儿 24 月龄时不良结局的预测价值 [J]. *中国当代儿科杂志*, 2015, 17(12): 1322-1326
- [25] Bidonde J, Busch AJ, van der Spuy I, et al. Whole body vibration exercise training for fibromyalgia [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 9(9): CD011755

- Survey 1.0[J]. Health Econ, 1993, 2(3): 217-227
- [11] 周建伟, 李绍平, 潘奕欣, 等. 股骨近端防旋髓内钉内固定治疗股骨粗隆间骨折的疗效及术后隐性失血的影响因素分析[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(6): 1165-1168, 1159
- [12] Lee H, Lee SH. Analysis of Home-Based Rehabilitation Awareness, Needs and Preferred Components of Elderly Patients with Hip Fracture Surgery in South Korea [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(14): 7632
- [13] Wu JQ, Mao LB, Wu J. Efficacy of balance training for hip fracture patients: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 83
- [14] Hulsbæk S, Bandholm T, Ban I, et al. Feasibility and preliminary effect of anabolic steroids in addition to strength training and nutritional supplement in rehabilitation of patients with hip fracture: a randomized controlled pilot trial (HIP-SAP1 trial)[J]. BMC Geriatr, 2021, 21(1): 323
- [15] Chen XK, Xiong J, Liu YJ, et al. A rare complication of pelvic perforation by an excessive medial slide of the helical blade after treatment of an intertrochanteric fracture with proximal femoral nail anti-rotation: A case report and literature review[J]. Chin J Traumatol, 2022, 25(2): 118-121
- [16] Chen X, Yang W, Wang X. Balance training can enhance hip fracture patients' independence in activities of daily living: A meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(16): e19641
- [17] Yashkov AV, Borinsky SY, Shelykmanova MV, et al. Comprehensive rehabilitation of patients with osteoporosis after hip arthroplasty [J]. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult, 2021, 98(6. Vyp. 2): 31-37
- [18] 许新旋, 杨龙飞, 蒋苏, 等. 渐进性抗阻运动训练在老年股骨粗隆间骨折内固定术后患者中的应用效果[J]. 中国医药导报, 2021, 18(9): 99-103
- [19] 王锐, 朱航佳, 李万浪, 等. 抗阻运动联合渐进性放松训练在老年原发性高血压患者中的效果 [J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(7): 1652-1654
- [20] 王刚, 刘宏建, 李振伟, 等. 股骨粗隆间骨折老年患者 PFNA 内固定术后渐进性抗阻运动训练的康复效果[J]. 郑州大学学报(医学版), 2019, 54(4): 615-618
- [21] 周宝柱, 刘道阔, 张鹏, 等. 马骨续筋胶囊联合可调背伸外固定支具治疗胸腰椎压缩性骨折临床评价 [J]. 中国药业, 2021, 30(22): 104-107
- [22] 刘洋, 李雪, 胡博懿, 等. 骨折治疗结合下肢可调负重支具辅助功能锻炼对高龄不稳定性股骨粗隆间术后的疗效研究[J]. 川北医学院学报, 2020, 35(1): 57-60
- [23] 赵忠胜, 林斌, 付长龙, 等. 下肢可调负重支具在股骨粗隆间骨折术后康复中的应用[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(5): 1932-1937
- [24] 谷跃进, 孟宪忠. 鼓励性功能活动联合下肢可调负重支具在股骨粗隆间骨折患者中的康复效果及对肢体功能影响的研究[J]. 中国药物与临床, 2021, 21(24): 3980-3983
- [25] 程明, 吴杨玲, 付瑞莲, 等. 下肢可调式负重支具在股骨粗隆间骨折术后康复中的应用对 Harris 评分的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2020, 17(4): 152-155
- [26] 黄砖枝, 陈志达, 宋超, 等. 新型下肢可调负重康复支具在股骨近端防旋髓内钉术后康复中的临床疗效 [J]. 中国骨伤, 2020, 33(4): 306-311
- [27] 赵有礼, 王玉峰, 王辉. 下肢可调负重支具对股骨粗隆间骨折患者骨折愈合及髋关节功能的影响 [J]. 中华养生保健, 2020, 38(7): 50-52
- [28] 李鹏, 崔新会, 王晓放. 股骨粗隆间骨折患者术后康复中下肢可调负重支具的应用[J]. 云南医药, 2021, 42(3): 228-229

(上接第 1184 页)

- [26] Costello JT, Baker PR, Minett GM, et al. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 2015(9): CD010789
- [27] Vohr BR, Wright LL, Poole WK, et al. Neurodevelopmental outcomes of extremely low birth weight infants <32 weeks' gestation between 1993 and 1998[J]. Pediatrics, 2005, 116(3): 635-643
- [28] 孙越. 胎儿侧脑室扩张妊娠中晚期转归与预后的相关性研究[D]. 山东: 青岛大学, 2008
- [29] 孙兴红, 董杨, 高晶. 脑损伤高危儿早期干预治疗方法与体会[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2013, 16(10): 104-105
- [30] 李菲, 丁宁, 原新慧, 等. 早期干预对早产儿神经心理发育的影响[J]. 医学综述, 2020, 26(11): 2256-2260