

· 临床研究 ·

Hammersmith 婴儿神经学检查在高危儿粗大运动发育随访中的应用研究

田巍巍^{1,2} 朱敏¹ 张跃¹ 汤健¹ 赵晓科¹ 李红英¹

¹南京医科大学附属儿童医院康复科,南京 210008; ²南京市秦淮区妇幼保健所儿童保健科,南京 210002

通信作者:朱敏,Email:1553526445@qq.com

【摘要】 目的 探讨 Hammersmith 婴儿神经学检查(HINE)对高危儿粗大运动发育结局的预测效度。**方法** 选取在矫正 3、6、9、12 月龄均完成 HINE 和 Gesell 发育诊断量表(GDS)评估的高危儿 207 例,根据矫正 12 月龄时其粗大运动发育结局将其分为发育正常组和发育迟缓组,以 2 组患儿各随访月龄 HINE 总分差异确定区分效度;计算各随访月龄 HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商的 Spearman 系数(r_s),并分析二者的同时效度;通过受试者工作特征曲线(ROC)确定各随访月龄 HINE 预测矫正 12 月龄时粗大运动发育迟缓的总分临界值,计算曲线下面积(AUC)、敏感度、特异度以评价其预测效度。**结果** 各随访月龄粗大运动发育迟缓组 HINE 总分均低于发育正常组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.001$)。HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商的同时效度在矫正 6 月龄时最高,9、12 月龄时次之,3 月龄时相对最低(r_s 值分别为 0.751、0.681、0.680、0.549, $P<0.001$)。HINE 预测矫正 12 月龄时粗大运动发育迟缓的总分临界值分别为 60、67、71、71 分;AUC 分别为 0.884、0.924、0.897、0.905;敏感度分别为 0.932、0.886、0.773、0.659;特异度分别为 0.712、0.841、0.822、0.920($P<0.001$)。**结论** HINE 对高危儿出生后第 1 年粗大运动发育迟缓具有良好的预测价值;其总分临界值可作为高危儿神经运动发育结局的辅助诊断参考。

【关键词】 高危儿; Hammersmith 婴儿神经学检查; Gesell 发育诊断量表; 粗大运动; 预测效度
基金项目:国家自然科学基金青年基金(81401864);江苏省科教强卫青年人才(QNRC2016089);江苏省妇幼保健协会科研项目(FYX201907);南京市卫健委一般性课题(YKK19108)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.09.007

The Hammersmith Infant Neurological Examination for following-up the gross motor development of high-risk infants

Tian Weiwei^{1,2}, Zhu Min¹, Zhang Yue¹, Tang Jian¹, Zhao Xiaoke¹, Li Hongying¹

¹Department of Rehabilitation, Children's Hospital of Nanjing, Nanjing 21008, China; ²Department of Child Health Care, Qinhuai Maternal and Child Health Care Institution of Nanjing, Nanjing 210002, China

Corresponding author: Zhu Min, Email: 1553526445@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the ability of the Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) to predict the gross motor development of high-risk infants. **Methods** A total of 207 high-risk infants were assessed with the HINE and the Gesell Developmental Schedule (GDS) at the ages of 3, 6, 9 and 12 months. They were then divided into a normal development group and a delayed group according to their gross motor development at 12 months old. The validity of the HINE's discrimination was quantified retrospectively as the difference in the total HINE score at each follow-up month between the two groups. Spearman coefficients relating the total HINE score with the gross motor development quotient from the GDS were calculated at each follow-up month. The HINE's total score threshold for predicting gross motor retardation at 12 months was determined from a receiver operating characteristics curve, and the predictive validity, sensitivity and specificity were evaluated by calculating the area under the curve. **Results** At each time point the average total HINE score of the delayed group was significantly lower than the normal group's average. The correlation between the HINE total scores and the GDS gross motor development quotients was strongest at 6 months old, and weakest at 3 months. The threshold total HINE score for predicting gross motor retardation at 12 months old was 60 at 3 months, 67 at 6 months, and then 71. The instrument's sensitivity and specificity were very good at all four time points. **Conclusion** The HINE can usefully predict gross motor retardation in the first year of life for high-risk infants. The critical value of the total score can be used as an auxiliary diagnostic reference for neuro-motor development in such infants.

【Key words】 High-risk infants; Hammersmith Infant Neurological Examination; Gesell developmental

schedule; Gross movement; Predictive validity

Funding: The Youth Fund of the National Natural Science Foundation of China (81401864); Young Talents for Strengthening Health through Science and Education in Jiangsu Province (QNRC2016089); a Scientific Research Project of the Jiangsu Maternal and Child Health Care Association (FYX201907); a Project of Nanjing's Municipal Health Commission (YKK19108)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.09.007

高危儿是指在胎儿期、分娩时、新生儿期受到各种高危因素的影响,已发生或可能发生危重疾病的新生儿,占活产婴儿的 60%~70%,因受各种高危因素的影响容易出现脑损伤而导致继发性、随时间而改变的神经发育障碍^[1-3]。随着医疗技术发展,脑瘫在早产儿中的发病率正在下降,但早产儿运动功能障碍仍普遍存在^[4-5]。1 岁以内的婴儿其神经可塑性及干预机会最佳,随着时间推移干预难度越来越大,故早期识别高危儿运动发育异常并及时干预对于阻止运动缺陷进展、防止继发性损伤及提高患儿独立性至关重要^[6-7]。临床医生需要可靠的行为生物指标来早期识别高危儿神经发育异常,以免过度医疗或干预不足造成不良结局^[8-9]。选择准确、便捷的神经学筛查工具有助于诊断病情、加强医患对疾病的理解、监测疾病进展、判断干预效果及预后,具有重要临床意义^[10]。

Hammersmith 婴儿神经系统检查 (Hammersmith infant neurological examination, HINE) 是一种标准化神经发育评估量表,已有学者建议将其作为预测脑瘫或其他非典型发育结局的工具^[11-12]。HINE 适用于矫正 2~24 月龄患儿,检查过程无需专门工具、操作相对简单、快捷,即使主试者经验不足也具有较好的信度,国内、外研究均显示 HINE 总分评估者间信度、评估者内信度均较高^[10,13]。HINE 在预测早产儿(胎龄<32 周)群体发生严重运动障碍方面具有较高的敏感度及特异性,但在预测轻微运动障碍方面的能力有限^[8]。目前 HINE 已广泛应用于脑瘫高危儿及脑瘫患儿随访,并公布了患儿不同神经发育结局的总分临界值^[13-14],但关于 HINE 预测高危儿运动发育结局方面的研究鲜见报道。由于粗大运动功能可在早期反映机体神经发育状况^[15],本研究拟以 Gesell 发育诊断量表(Gesell developmental schedule, GDS)为标准,探讨 HINE 在纵向监测高危儿粗大运动发育结局方面的预测效度。

对象与方法

一、研究对象

选取 2019 年 1 月至 2021 年 6 月期间在南京市儿童医院康复科就诊的 250 例高危儿作为研究对象,在矫正 3、6、9、12 月龄时均完成 HINE 及 GDS 随访评估的患儿共有 207 例,失访 43 例。入选患儿均存在产前、产时或产后各种高危因素(如孕母高龄、辅助生

殖、感染、早产、低出生体重、窒息或颅内出血等),患儿家长对本研究知晓同意并能积极配合定期随访评估。患儿排除标准包括:合并有严重器质性疾病;患有能导致运动发育障碍的遗传或代谢性疾病;有严重认知障碍、视听障碍或其他严重疾病,不能配合完成评估等。本研究经南京市儿童医院伦理学委员会审批(202208157-1)。

二、评估方法

上述患儿于矫正 3、6、9、12 月龄时分别由经专业培训的同一位治疗师对其进行 HINE 和 GDS 评估,另一位治疗师则负责记录、计算结果,且评估期间两人互不交流。评估过程要求环境适宜、婴儿身心配合;如入选患儿当天不能同时完成评估,则需在 1 周内由同一位评估人员尽快完成剩余评估,最终评估结果由一位副主任医师审核确定。

1. HINE 评估:采用由 Haataja 等在 1999 年制订、由李明等翻译的中文版本^[16-17],评估内容包括神经学检查、运动发育及行为状态三个部分。本研究以 HINE 神经学检查为基础,包含了颅神经功能(共 5 项)、姿势(共 6 项)、运动(共 2 项)、肌张力(共 8 项)、反射和反应(共 5 项)共 26 项筛查项目,每项均采用 4 级评分法(0~3 分)单独计分,总分为 0~78 分。各矫正月龄患儿最优得分如下:12 月龄患儿 ≥ 73 分,9 月龄患儿 ≥ 73 分,6 月龄患儿 ≥ 70 分,3 月龄患儿 ≥ 67 分。

2. GDS 评估:采用北京市儿童保健所主持完成的中文标准化修订版本,其评测内容包括适应性、粗大运动、精细运动、语言、个人-社交共 5 个能区;粗大运动发育商 $=100 \times (\text{发育年龄} / \text{实际年龄})$,75~55 分为轻度异常,54~40 分为中度异常,39~25 分为重度异常,<25 分为极重度异常^[18]。

三、矫正 12 月龄时粗大运动发育结局的诊断标准

矫正 12 月龄时患儿粗大运动发育结局包括:①粗大运动发育迟缓——患儿 GDS 粗大运动发育商 ≤ 75 分;②粗大运动发育正常——患儿 GDS 粗大运动发育商 > 75 分且临床诊断排除脑瘫^[19]。

四、统计学方法

采用 SPSS 26.0 和 GraphPad Prism 8.0 版软件进行统计分析,非正态分布的计量资料用中位数 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用 Mann-Whitney U 非参数检验;计算 Spearman 系数(r_s),用于定量分析各矫正月龄 HINE

表 1 不同运动发育结局患儿各矫正月龄 HINE 总分比较(分)

发育结局	例数	矫正 3 月龄		矫正 6 月龄		矫正 9 月龄		矫正 12 月龄	
		M(P ₂₅ ,P ₇₅)	分值范围	M(P ₂₅ ,P ₇₅)	分值范围	M(P ₂₅ ,P ₇₅)	分值范围	M(P ₂₅ ,P ₇₅)	分值范围
正常	163	62(60,65)	47~69	71(69,73)	60~76	74(72,75)	66~78	74(73,75)	67~78
迟缓	44	50(28,59)	14~66	61(39,66)	22~71	67(50,71)	27~74	70(53,72)	32~74
Z 值		-7.844		-8.650		-8.126		-8.317	
P 值		0.000		0.000		0.000		0.000	

总分与 GDS 粗大运动发育商的相关性,以评价二者的同时效度(r_s 界定范围: >0.80 为高度相关, $0.61\sim0.80$ 为相关性较高, $0.41\sim0.60$ 为中度相关, ≤0.40 为相关性较低)^[20];通过受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC) 确定各矫正月龄患儿 HINE 的总分临界值,并计算曲线下面积(area under curve, AUC)、敏感度、特异度及各指标 95% 置信区间(confidence interval, CI)以评价其预测效度^[13], $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、入选患儿特征及矫正 12 月龄时粗大运动发育结局分析

207 例入选患儿中男 121 例,女 86 例;出生胎龄介于 26.4~41.3 周,中位数为 38.7 周;出生体重介于 880~5400 g,中位数为 3100 g。高危因素包括早产 55 例、低出生体重 28 例、足月小样儿 5 例、颅内出血 9 例、新生儿败血症 2 例、新生儿高胆红素血症 19 例(含胆红素脑病 1 例)、出生窒息 14 例、辅助生殖 5 例、新生儿肺炎 7 例、孕母高龄(初产 >35 岁,经产 >40 岁)32 例、母孕期异常妊娠史(含孕期糖尿病、高血压、甲状腺减低症、癫痫发作)54 例,存在同一人有多种高危因素的情况。根据矫正 12 月龄时 GDS 粗大运动发育商及分级标准,入选患儿中粗大运动发育迟缓共 44 例,其中轻度 30 例、中度 10 例、重度 4 例、极重度 0 例。

二、不同运动发育结局患儿各矫正月龄 HINE 总分分析

根据矫正 12 月龄时粗大运动发育结局将入选患儿分为发育正常组(GDS 粗大运动发育商 >75 分)及发育迟缓组(GDS 粗大运动发育商 ≤75 分),如表 1 所示从矫正 3 月龄开始 2 组患儿 HINE 总分均逐渐增加,但从矫正 9 月龄开始增加幅度变小。至矫正 12 月龄时发育正常组 HINE 总分达最优得分 73 分的高危儿占 75%,而发育迟缓组达到最优得分的高危儿不足 25%。各矫正月龄发育正常组 HINE 总分中位数分别为 62、71、74、74 分,发育迟缓组分别为 50、61、67、70 分;经统计学比较,发现发育迟缓组各矫正月龄 HINE 总分均显著低于发育正常组水平,组间差异均具有统

计学意义(Z 值分别为 -7.844 、 -8.650 、 -8.126 和 -8.317 ,均 $P<0.001$)。

三、各矫正月龄 HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商的同时效度分析

如表 2 所示入选患儿各矫正月龄 HINE 总分中位数分别为 61、70、73、73 分,矫正 3 月龄 HINE 总分达最优得分 67 分的比例不足 25%,矫正 6、9、12 月龄达最优得分 70、73、73 分的比例均为 50%;患儿 GDS 粗大运动发育商中位数分别为 84、90、88、83 分。在矫正 3 月龄时 HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商具有中度相关性($r_s=0.549$ 、 $P<0.001$);在矫正 6、9、12 月龄时 HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商具有较高相关性($r_s=0.751$ 、 0.681 、 0.680 , $P<0.001$)。

表 2 各矫正月龄 HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商的相关性分析

矫正年龄	HINE 总分 M(P ₂₅ ,P ₇₅)	GDS 粗大 运动发育商 M(P ₂₅ ,P ₇₅)	Spearman 相关系数 (r_s)	P 值
矫正 3 月龄	61(59,64)	84(69,96)	0.549	0.000
矫正 6 月龄	70(66,72)	90(80,95)	0.751	0.000
矫正 9 月龄	73(71,75)	88(80,95)	0.681	0.000
矫正 12 月龄	73(72,75)	83(77,92)	0.680	0.000

四、各矫正月龄 HINE 总分对高危儿粗大运动发育结局的预测效度分析

如图 1、表 3 显示,矫正 3、6、9、12 月龄 HINE 总分预测 12 月龄时粗大运动发育迟缓的总分临界值分别为 60、67、71、71 分;各月龄 AUC 分别为 0.884、0.924、0.897、0.905;敏感度分别为 0.932、0.886、0.773、0.659;特异度分别为 0.712、0.841、0.822、0.920,均 $P<0.001$ 。

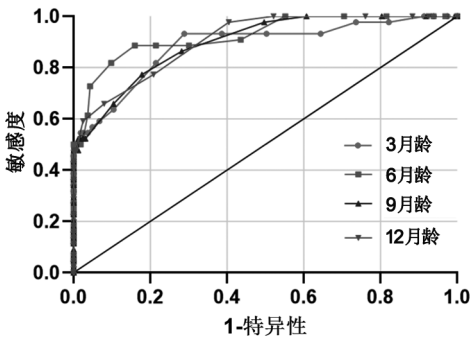


图 1 各矫正月龄 HINE 总分预测粗大运动发育迟缓的 ROC 曲线图

表 3 各矫正月龄 HINE 总分预测粗大运动发育迟缓的临界值分析

矫正年龄	临界值	AUC(95%CI)	敏感度(95%CI)	特异度(95%CI)	P 值
矫正 3 月龄	60	0.884(0.823-0.946)	0.932(0.818-0.977)	0.712(0.638-0.776)	0.000
矫正 6 月龄	67	0.924(0.877-0.970)	0.886(0.760-0.951)	0.841(0.777-0.889)	0.000
矫正 9 月龄	71	0.897(0.847-0.946)	0.773(0.630-0.872)	0.822(0.756-0.873)	0.000
矫正 12 月龄	71	0.905(0.859-0.951)	0.659(0.511-0.781)	0.920(0.868-0.953)	0.000

讨 论

HINE 是一种简单、可量化评分的神经学检查方法,1 岁以内脑瘫患儿的 HINE 总分与其粗大运动功能高度相关^[21]。本研究将 207 例高危儿粗大运动发育数据纳入分析,结果显示矫正 12 月龄时粗大运动发育迟缓组 HINE 总分在矫正 3、6、9、12 月龄时均低于发育正常组水平,表明 HINE 对高危儿粗大运动发育异常具有早期识别功能。出生后第 1 年期间,高危儿运动功能呈进行性增长,使得 HINE 总分从矫正 3 月龄时开始逐渐增加;但至矫正 9 月龄后变化很小,这可能与有严重运动发育障碍的高危儿在 9 月龄后因暂时无法完成一些复杂的活动(如独站),其神经运动发育可能会延迟或停止有关^[21],而发育正常的儿童在矫正 9 月龄时基本已达到 HINE 各项目最优得分要求。此外本研究入选患儿在矫正 3 月龄时 HINE 总分达最优得分 67 分的比例不足 25%,而在矫正 6、9、12 月龄时达最优得分 70、73、73 分的比例均为 50%,这可能是由于围生期的高危因素能在不同程度上影响高危儿生命早期的神经运动发育,但随着月龄增长,高危儿大脑可塑性及代偿能力逐渐增强,通过接受外界良性刺激能逐步优化神经发育结局^[22],以致矫正 3 月龄时 HINE 总分偏低患儿较多,而矫正 6、9、12 月龄达最优得分患儿占比普遍上升,可见早期识别高危儿异常、及时干预的重要性。

精准的早期识别有赖于定期的动态监测及监测质量。GDS 是制订发育量表的校标之一,也是诊断 0~6 岁儿童发育迟缓及智力残疾的重要依据,因此本研究以 GDS 为对照标准。本研究各矫正月龄 HINE 和 GDS 粗大运动发育商的同时效度在矫正 6 月龄时最高,矫正 9、12 月龄时次之,矫正 3 月龄时相对最低。可能原因包括以下方面:HINE 需矫正早产儿胎龄后才能应用,并从颅神经功能、姿势、运动、肌张力、反射和反应等方面判断神经运动能力发育情况,评估项目较多^[23];而 GDS 应用时无需矫正胎龄,且月龄越小患者运动测试项目越少,敏感度相对较低;此外 3 月龄婴儿对于 HINE 中的坐姿及防御反应等尚未建立,故年龄越小得分越低;而 GDS 对于不同月

龄患儿的评估项目不同,但得分评判标准大致相同,以致矫正 3 月龄时二者同时效度相对最低。随着高危儿中早产群体的追赶生长及功能完善,逐渐弥补了胎龄差异,以致矫正 6 月龄时二者同时效度较好。另外本研究仅将 HINE 第一部分神经系统检查纳入分析,一些未患肌张力异常的轻度发育迟缓高危儿随着月龄渐长得分已达“天花板”,而该患儿却无法完成对应月龄 GDS 中与正常儿童运动发育里程碑相关的测试项目;同时儿童自主意识渐强,其配合筛查程度也会对结果产生影响,故矫正 9、12 月龄时二者的同时效度随之降低。HINE 总分与 GDS 粗大运动发育商在矫正 3 月龄时呈中度相关性,在矫正 6、9、12 月龄时相关性较高,表明 HINE 总分能作为连续变量动态监测 1 岁以内高危儿粗大运动功能发育情况。

Romeo 等^[24]研究表明在矫正 3~12 月龄早产儿群体中使用特定的 HINE 总分临界值预测 2 岁时认知障碍具有良好的敏感度及特异度;Hay 等^[25]应用 HINE 早期识别偏瘫的临界值敏感度、特异度达 91.8% 和 100%。本研究通过分析 ROC 曲线为不同月龄高危儿提供预测矫正 12 月龄时粗大运动发育迟缓的 HINE 总分临界值,发现其 AUC、敏感度及特异度均较理想,证明 HINE 具有良好的预测效度;并且矫正 3 月龄时敏感度最高、特异度最低,矫正 12 月龄时敏感度最低、特异度最高,矫正 6 月龄时 AUC 最大,敏感度、特异度均相对较高,故矫正 6 月龄时 HINE 临界值预测效度最高。

综上所述,HINE 可广泛应用于评估具有神经发育障碍风险因素的高危儿,而不仅仅是脑瘫高危儿或脑瘫患儿;HINE 对高危儿出生后第 1 年粗大运动发育迟缓具有良好的预测价值,其总分临界值可作为高危儿神经运动发育结局的辅助诊断参考。需要指出的是,本研究还存在诸多不足,如 HINE 及 GDS 评估操作均由同一人在同一时段完成,可能会因主观印象造成结果偏差;发育异常样本量偏少;随访时间较短;仅对 1 岁时的运动发育结局进行预测等。后续将开展大样本随访研究,并将 HINE 分项条目及第二、三部分纳入更长远的高危儿神经发育随访中。

参 考 文 献

- [1] Mimia K, Akrami F, Jodeiry B, et al. Clinical outcomes of high-risk infant follow-up program in a tertiary care centre[J]. Iran J Nurs Midwifery Res, 2017, 22(6): 476-480. DOI: 10.4103/ijnmr. IJNMR-62-16.
- [2] Pai VV, Kan P, Bennett M, et al. Improved referral of very low birth-weight infants to high-risk infant follow-up in California[J]. J Pediatr, 2020, 216: 101-108. DOI: 10.1016/j.jpeds.2019.08.050.
- [3] Tosi LL, Maher N, Moore DW, et al. Adults with cerebral palsy: a workshop to define the challenges of treating and preventing secondary musculoskeletal and neuromuscular complications in this rapidly growing population[J]. Dev Med Child Neurol, 2009, 51(S4): 2-11. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2009.03462.x.
- [4] Sellier E, Platt MJ, Andersen GL, et al. Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003[J]. Dev Med Child Neurol, 2016, 58(1): 85-92. DOI: 10.1111/dm-cn.12865.
- [5] Spittle AJ, Cameron K, Doyle LW, et al. Motor impairment trends in extremely preterm children: 1991-2005[J]. Pediatrics, 2018, 141(4): e20173410. DOI: 10.1542/peds.2017-3410.
- [6] Ulrich BD. Opportunities for early intervention based on theory, basic neuroscience, and clinical science[J]. Phys Ther, 2010, 90(12): 1868-1880. DOI: 10.2522/ptj.20100040.
- [7] Harpster K, Merhar S, Priyanka Illapani VS, et al. Associations between early structural magnetic resonance imaging, Hammersmith infant neurological examination, and general movements assessment in infants born very preterm[J]. J Pediatr, 2021, 232: 80-86. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.12.056.
- [8] Caesar R, Colditz PB, Cioni G, et al. Clinical tools used in young infants born very preterm to predict motor and cognitive delay(not cerebral palsy): a systematic review[J]. Dev Med Child Neurol, 2021, 63(4): 387-395. DOI: 10.1111/dm-cn.14730.
- [9] 中国医师协会儿科医师分会儿童保健学组. NICU 出院高危儿 0~3 岁生长发育随访管理技术的专家共识[J]. 中国儿童保健杂志, 2021, 29(8): 809-814. DOI: 10.11852/zgetbjzz2020-2035.
- [10] Maitre NL, Chorna O, Romeo DM, et al. Implementation of the Hammersmith infant neurological examination in a high-risk infant follow-up program[J]. Pediatr Neurol, 2016, 65: 31-38. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2016.09.010.
- [11] Hadders-Algra M, Tacke U, Pietz J, et al. Reliability and predictive validity of the standardized infant neurodevelopmental assessment neurological scale[J]. Dev Med Child Neurol, 2019, 61(6): 654-660. DOI: 10.1111/dm-cn.14045.
- [12] Hadders-Algra M, Tacke U, Pietz J, et al. Standardized infant neurodevelopmental assessment developmental and socio-emotional scales: reliability and predictive value in an at-risk population[J]. Dev Med Child Neurol, 2020, 62(7): 845-853. DOI: 10.1111/dm-cn.14423.
- [13] 刘振寰, 金炳旭, 刘陈, 等. 中文版 Hammersmith 婴儿神经学检查量表的信度和效度[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(3): 273-276. DOI: 10.11852/zgetbjzz2019-0856.
- [14] Romeo DM, Ricci D, Brogna C, et al. Use of the Hammersmith infant neurological examination in infants with cerebral palsy: a critical review of the literature[J]. Dev Med Child Neurol, 2016, 58(3): 240-245. DOI: 10.1111/dm-cn.12876.
- [15] Fleuren KMW, Smit LS, Stijnen T, et al. New reference values for the Alberta infant motor scale need to be established[J]. Acta Paediatr, 2007, 96(3): 424-427. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2007.00111.x.
- [16] Haataja L, Mercuri E, Regev R, et al. Optimality score for the neurologic examination of the infant at 12 and 18 months of age[J]. J Pediatr, 1999, 135(1): 153-161. DOI: 10.1016/s0022-3476(99)70016-8.
- [17] Dubowitz LM, Dubowitz V, Mercuri E, 著. 李明, 主译. 早产与足月新生儿神经学评估[M]. 2 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2016: 144-151.
- [18] 杨玉凤. 儿童发育行为心理评定量表[M]. 1 版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 108-111.
- [19] 卞珊珊, 李海欣, 王淮燕. Alberta 婴儿运动量表在高危儿随访中的应用研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(12): 1309-1312. DOI: 10.11852/zgetbjzz2020-1073.
- [20] 王慧, 李海峰, 王江平, 等. Alberta 婴儿运动量表在脑损伤高危儿康复随访中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(2): 115-117. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.02.008.
- [21] Romeo DM, Cioni M, Scoto M, et al. Neuromotor development in infants with cerebral palsy investigated by the Hammersmith infant neurological examination during the first year of age[J]. Eur J Paediatr Neurol, 2008, 12(1): 24-31. DOI: 10.1016/j.ejpn.2007.05.006.
- [22] Mills IS, Doyle LW, Cheong JL, et al. Rates of early intervention services in children born extremely preterm/extremely low birthweight[J]. J Paediatr Child Health, 2018, 54(1): 74-79. DOI: 10.1111/jpc.13668.
- [23] Chatziioannidis I, Kryiakidou M, Exadaktylou S, et al. Neurological outcome at 6 and 12 months corrected age in hospitalised late preterm infants-a prospective study[J]. Eur J Pediatric Neurol, 2018, 22(4): 602-609. DOI: 10.1016/j.ejpn.2018.02.013.
- [24] Romeo DM, Cowan FM, Haataja L, et al. Hammersmith infant neurological examination for infants born preterm: predicting outcomes other than cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2021, 63(8): 939-946. DOI: 10.1111/dm-cn.14768.
- [25] Hay K, Nelin M, Carey H, et al. Hammersmith infant neurological examination asymmetry score distinguishes hemiplegic cerebral palsy from typical development[J]. Pediatr Neurol, 2018, 87: 70-74. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2018.07.002.

(修回日期: 2022-06-22)

(本文编辑: 易 浩)