

新生儿脑发育神经学评估方法

宁宁¹ 综述 郭佑民² 杨健² 审核

(1. 西安交通大学医学院第二附属医院核医学科, 陕西 西安 710004;

2. 西安交通大学医学院第一附属医院影像科, 陕西 西安 710061)

[中图分类号] R722 [文献标识码] A [文章编号] 1008-8830(2011)01-0072-05

脑发育是婴儿机体发育的重要组成部分。胎儿期、围产期、新生儿期乃至以后的数年中,各种内外环境的改变和高危因素都可能对发育中的脑造成威胁,而脑发育异常亦可最终导致多种临床疾病。在新生儿期对脑的发育状况做出评价,将对脑发育异常的临床诊断、预后评估及早期干预起到重要作用^[1]。近年来,多种新生儿脑发育评价方法已被应用于临床,主要包括各种影像学技术评估;脑电图、视觉及体感诱发电位等神经生理学评估及各种形式的神经学评估。其中,神经学评估以其易于操作、经济、实用等优点正逐步在临床工作中推广。按评估内容的侧重点不同,可将神经学评估分为神经行为学评估及神经运动评估。神经行为学评估侧重于检查反射、诱发运动及对外界环境刺激的反应等,而后者则主要侧重于观察全身性自发运动及简单诱发运动。新生儿期进行脑发育神经学评估可达到以下目的:①鉴别作用:在定期的发育筛查中,鉴别功能障碍和典型发育期状态,从而发现存在神经系统发育异常的高危儿,以期达到早期干预,改善预后的作用;②预测作用:依据当前检查结果预测未来可能出现的脑功能障碍;③评估作用:评估不同生长阶段新生儿能力的变化^[2],以期达到对医学干预及康复治疗效果的评价。目前临床已有多种针对新生儿开发的神经行为学评估量表,而某些为婴儿开发的神经运动评估方法亦可用于新生儿期脑发育评价。在此,本文将对适用于新生儿期的脑发育神经学评估方法加以综述。

1 新生儿神经行为学评估方法

1.1 Amiel-Tison 神经学评估方法

Amiel-Tison 神经学评估方法(Amiel-Tison neu-

rological assessment, ATNA)于1968年由Amiel-Tison等人提出,2002年更新^[3]。主要用于对足月儿及矫正胎龄满40周的早产儿行神经系统成熟度评估及随访观察。ATNA主要检测涵盖新生儿适应能力、被动肌张力、主动肌张力、原始反射和全身神经状态等共35项指标,每项检查按缺如或明显异常、轻微异常或正常分别评为0、1或2分,总分 ≥ 35 分为正常范围。检查者不需特殊资格认证,通过相关书籍及示范光碟即可掌握,操作时可根据新生儿状态灵活选择检查顺序,每次检查时间约2~8 min。

目前认为,ATNA具有鉴别及评估作用,且有较高的评判间信度(0.81)^[4]。此外近期研究表明,ATNA还具有较好的神经发育预测价值,例如Paro-Panjan等^[5]发现,脑损伤高危新生儿中,ATNA可预测远期12~15月时神经学检查和发育评价结果;对随访中以超声、EEG、脑功能监测异常的检出灵敏度分别为0.97、0.89和0.88,但特异度较低(0.45),并与其他神经学评估方法具有较好的预测同时效度(0.87)。Murray等^[6]的研究表明,在缺血缺氧性脑病高危儿中,新生儿期ATNA评分与远期24月时神经系统发育情况具有相关性($r=0.46$, $P<0.001$),提示其可用于预测缺血缺氧性脑病患儿远期预后。

1.2 新生儿行为评估量表

新生儿行为评估量表(neonatal behavioral assessment scale, NBAS)于1973年,由Brazelton等编写,1995年更新至第3版^[7]。该量表是一种具有严格实施准则的标准研究工具,可用于评估环境因素对新生儿早期神经行为的影响,足月及早产儿均适用。该量表包括习惯化、定向反应、运动能力、状态改变、调节状态、自主调节和反射共7大组检查项目,每项按9等评分,前6组分数越高提示行为学反应越好,而反射组的高分提示异常改变。检查者需

[收稿日期]2010-04-18;[修回日期]2010-06-16

[基金项目]国家自然科学基金(No.30970797)。

[作者简介]宁宁,女,博士研究生,主治医师。

经过波士顿儿童医院培训并取得资格证方可进行评价。每次检查时间约30~40 min。

NBAS 主要起鉴别及评估作用,可用于新生儿神经行为能力的评估,从而识别神经发育迟缓^[8],还可用于对颅脑病变(例如囊性脑室白质软化症、脑室内出血)、窒息、认知障碍、染色体畸变、其他发育疾病(例如先天性多发关节挛缩等)的新生儿进行行为学评价,及干预后效果的动态评估^[9]。此外 NBAS 还具有一定预测价值,Ohgi 等^[10]的研究结果表明,新生儿期 NBAS 中运动评分、状态调节、互动能力的减弱是儿童期行为学异常的危险因素,故该量表可以帮助临床医师确定新生儿是否具有未来行为学异常的风险。

1.3 Dubowitz 神经学检查

Dubowitz 神经学检查(Dubowitz neurologic examination)于1981年由Dubowitz等提出,1999年更新^[11]。适用于足月儿及早产儿新生儿期的神经行为学发育筛查。主要检测新生儿肌张力、肌张力征、反射、运动、异常表现及行为等6类共34项。设计者还依照低危足月儿分值分布情况划定了正常参考值以专供临床研究之用。2008年,Ricci等^[12]又报道了早产儿评分特点及分值分布情况。检查者不需特殊资格认证,可参照图例和操作表格自学后进行检查,即使在无经验的操作者其评判间信度也可高达96%^[13]。该检查每次耗时10~15 min。推荐在新生儿两次哺乳间状态最佳时进行2~3次重复评价。

Dubowitz 神经学检查主要起鉴别作用,既往研究证实,该方法评分异常与新生儿缺氧缺血性脑病、脑室内出血、脑室周围白质软化症及新生儿神经肌肉功能障碍等疾病相关^[13],并与MRI检出的脑结构异常具有很好的相关性,可用于判断脑结构异常的严重性。此外,Dubowitz 神经学检查还具有预测作用,Ricci等^[12]应用该方法对157例低危早产儿进行了行为学评估,并跟踪随访2年,发现运动能力正常的低危早产儿其屈肌张力和控制头部能力较足月儿弱,但视觉追踪能力较强;超声提示脑损伤的早产儿该检查量表中20个项目与前者有明显差异,且这些婴儿的预后较差。我国吴家国等^[14]对216例窒息新生儿进行评分,并随访至3岁,结果提示该评分对新生儿窒息严重程度及预后判断具有十分重要的价值。

1.4 鲍氏新生儿20项行为神经测查法

鲍氏新生儿20项行为神经测查法(neonatal behavioral neurological assessment, NBNA)于20世纪80年代后期,由我国学者鲍秀兰等根据 Brazelton 和

Amiel-Tison 的方法,结合自己经验创立,适用于足月新生儿及矫正胎龄满40周的早产儿。1990年依据中国12城市新生儿分值分布情况确定了正常评分范围。检查包括行为能力(6项)、被动肌张力(4项)、主动肌张力(4项)、原始反射(3项)、一般估价(3项)共5个部分。每项评分为3个分度,即0分、1分和2分,满分为40分,35分以下为异常。若含附加方法,看红球和人脸有各5个分度(0分、1分、2分、3分和4分)^[15]。测查人员经2周学习可掌握可靠的测查方法,每次检查约耗时10 min。

关于 NBNA 复测信度、评判间信度及其与其他神经行为学检查方法之间的同时效度目前未见报道。在我国 NBNA 现已广泛应用于足月儿窒息、高胆红素血症、小于胎龄儿等的行为神经监测与评价。此外 NBNA 还具有一定预测作用,Bao 等^[16]发现在足月窒息儿中 NBNA 预测远期(1~2年)神经行为学异常的敏感性和特异性均超过80%,并可用于缺血缺氧性脑病患儿的预后评价。近年来,该评分还被用于判断多种高危因素对新生儿脑发育的影响以及干预效果的随访^[17]。

1.5 新生儿重症监护病房网络神经行为量表

新生儿重症监护病房网络神经行为量表(NICU network neurobehavioral scale, NNNS)作为产妇生活方式多中心研究的一部分,于2004年为国立儿童健康和人类发展学会(NICHHD)NICU研究网络制定,旨在提供一个针对新生儿的全面神经行为学检查方法,目前主要用于评估产前药物暴露对新生儿预后影响^[18]。NNNS 检查包括3部分:①经典的神经学项目:评估主动和被动肌张力和原始反射以及反映中枢神经系统的完整性;②行为学项目:包括状态、感官和互动反应;③药物负荷/戒断项目:尤其适用于高危儿。评分时,首先对每项检查逐个评分,然后就新生儿在检查中的行为学表现进行20项相关综合评估,最后就51项反应发育异常的行为学表现及体征进行打分,各项分值相加算出原始评分后,根据标准化量表查得标准化评分。检查者需要经专门机构进行认证方能实施评估,目前在美国、欧洲、南美、东南亚均设有培训机构。一般检查需30 min,评分需15 min左右。

NNNS 主要起鉴别及评估作用,其主要应用包括为住院婴儿制定出院计划,出院后指导确定早期干预方式;长期的目标在于提供标准化正常值,并在出院前和出院后短时间内评估高危儿的神经行为学发育情况,以及评估和管理危重儿护理和药物暴露

儿^[19]。此外新近研究证实,新生儿 NNNS 评分除与药物暴露相关外,还与实际胎龄、出生体重、头颅 B 超、神经及脑部疾病相关,并可预测远期(4.5 岁时)阅读能力、智商(IQ)水平^[20],提示其亦具有一定预后预测价值。

1.6 Einstein 新生儿神经行为评价量表

Einstein 新生儿神经行为评价量表(Einstein neonatal neurobehavioral assessment scale, ENNAS)于 1977 年由阿尔伯特爱因斯坦大学的研究者提出,主要用于描述和评估新生儿神经行为学特征,该量表侧重于观察新生儿自发运动和由感觉刺激引发的运动和反应,是一种标准化量表^[21]。足月儿及早产儿均适用,一般在矫正胎龄 37~42 周左右进行检查。ENNAS 包括 20 项测试项目及 4 项描述性项目,操作者通过观察新生儿仰卧位、俯卧位的自发运动情况及对抗重力的姿势控制能力、检查新生儿肌张力及原始反射引发情况,应用专用顺序量表评分。描述性项目的评分通过检查过程中新生儿的表现(如自发运动等)综合评分,最后将总分相加,按照量表给与的参考截断值评判为正常或异常。该方法不需

认证,操作时可根据新生儿状态灵活选择检查顺序,每次检查约耗时 20~30 min。

ENNAS 具有较高的评判间信度(>0.97),但由于新生儿的神经行为学表现的不稳定性,易受多种因素影响,因此其复测信度较低。现有研究表明,ENNAS 具有鉴别、评估及预测作用,可用于鉴别高危新生儿,并在评估新生儿当前发育状态和跟踪观察随时间变化新生儿的改变具有很好的作用,具有很好的阴性预测值,但由于其假阳性率较高使其具有一定局限性,且目前研究表明其评分结果对治疗并无指导作用^[21]。Majnemer 等^[22]在对 78 例高危新生儿进行了长达 5 年的随访中发现,ENNAS 评分对将来认知能力具有良好的阴性预测值,并较脑干听觉诱发电位具有更高的灵敏度,但其灵敏度和特异度均弱于躯体感觉诱发电位,该研究小组还发现,其对将来神经学能力的长期预测有效性(9 年)弱于躯体感觉诱发电位,并具有假阳性率过高的缺点,提示其具有预测远期预后价值。

各评价方法简介见表 1。

表 1 新生儿神经行为学评估方法简介

方法	主要作用	适用年龄	检查时间(min)	培训	评价项目
ATNA	判断预后	胎龄 40 周	2~8	无需培训	352 项
NBAS	鉴别和评估有无神经行为学异常、判断预后	0~2 月	30~40	需培训并取得资格认证	46 项,7 类
Dubowitz	鉴别有无神经行为学异常、判断预后	0~1 月	10~15	无需培训	34 项,6 类
NBNA	鉴别和评估有无神经行为学异常、判断预后	0~1 月	10	需 2 周培训	20 项,5 类
NNNS	鉴别和评估高危儿有无神经行为学异常、判断预后	0~胎龄 48 周	30	需培训并取得资格认证	115 项
ENNAS	鉴别高危儿、评估神经行为能力随年龄的变化、判断预后	0~1 月	20~30	无需培训	24 项

2 新生儿运动评价方法

2.1 全身运动质量评估

全身运动质量评估(general movements assessment, GMsA)由 Prechtl 等人设计,2004 年更新^[23]。是一种主要通过观察、记录婴儿在不受任何外界刺激条件下的自发运动情况,以期早期发现早产儿及高危足月儿发育异常的评价方法。

该方法适用于早产至 4 月龄婴儿。行操作时要求自生后第 3 天起,在早产期至产后 20 周内的 3 个不同时间点进行 3 次检查^[24],检查时婴儿取仰卧

位,评价人员拍摄下其清醒、休息时的状态,足月前运动情况描述为正常或异常,异常包括运动能力降低、动作细小和混乱等,该方法一般耗时 10~30 min。实施者需通过 GMs Trust 认证,方能进行评估,近年来,我国复旦大学附属儿科医院成立了 GMsA 中国培训基地,经培训班考试合格后可获得欧洲 GM TRUST 颁发的合格证书,该方法已在我国应用且逐步推广^[25]。

GMsA 主要起鉴别、评估及预后预测作用。在临床上,GMsA 现已运用于脑室周白质软化、颅内出血、缺氧缺血性脑病、慢性肺病、呼吸暂停、脑发育畸形、脊柱裂、Rett 综合征、宫内生长迟缓、

糖尿病母亲婴儿和唐氏综合征等疾病的神经学评估^[25]。该方法具有较高的评判间信度(92%~97%)及复测信度^[26],且与神经学检查的有效性具有较高同时效度,Spittle等^[27]发现,早产儿GMsA与MRI检出的脑白质异常有显著相关,提示GMsA的异常可能反映脑白质的损伤。目前认为GMsA具有较好的预测作用,尤其对脑瘫的早期预测具有明显优势,其敏感性和特异性均高于普通神经学检查,且其特异性甚至高于B超^[25]。Adde等^[28]报道,GMsA在预测脑瘫中灵敏度和特异度可达100%和98%。此外Burger等^[29]及Kodric等^[30]均发现GMsA在预测新生儿未来(1~2.5岁)神经系统发育情况中具有较高灵敏度(100%~80%)及特异度(100%~78%)。

2.2 婴儿运动能力检查

婴儿运动能力检查(test of infant motor performance, TIMP)于1995年由Campbell等建立,2005年更新^[21]。主要用于评估矫正胎龄32周至4月婴儿的自发运动、姿势控制、功能性活动能力。TIMP检测13项“自发反应”项目及29项“引出”项目。自发反应项目以“存在”及“缺如”来评价,而“引出”项目主要检查头在声、光刺激下的定向能力,身体调整、远端肢体控制及肢体对抗重力的控制能力。检查顺序可根据婴儿状态做灵活调整,旨在获得最优检查结果。每项检查按程度从0至4~7分划分为不成熟至成熟、微小至完全反应,由检测者根据检测结果评分。将所有得分相加得到总分,最后通过总分划分为正常、低于正常、远低于正常。实施检查者应为具有婴儿操作技能的专业人员,可通过北美相关培训认证组织培训取得资格,或购买测试工具箱,通过DVD自学。该检查一般耗时20~30 min。

TIMP主要具有鉴别、评估作用,该方法具有较高的评判间信度及复测信度,并与其他行为学量表具有较好的同时效度,但目前该量表正常参考值范围是根据美国婴儿设定,目前并无亚裔人群正常参考值报道^[21]。Snider等^[31]的研究表明,出生胎龄

<32周的早产儿,在其矫正胎龄足月后行TIMP评估,可预测其12个月时运动及功能学预后,提示TIMP亦具有预测价值。

2.3 Alberta 婴儿运动量表

Alberta 婴儿运动量表(alberta infant motor scale, AIMS)于1994年由Piper等基于神经发育理论和运动发育的动态观察建立,旨在通过观察自发运动鉴别婴儿早期运动发育迟缓,从而指导早期干预,其主要适用于0~18个月的足月儿^[21]。AIMS观察并记录婴儿俯卧位(21项)、仰卧位(9项)、坐位(12项)和站位(16项)自发运动情况,每个项目描述了运动能力的3方面表现:承重、姿势和抗重力运动^[32]。每项按出现(1分)、缺如(0分)评分,评估时检查者同时记录发育最成熟及最不成熟项目。将各个项目分数相加得到原始分总和,最后通过标准化量表查询得到受测婴儿年龄相对应的百分位数范围。百分位越低说明运动发育越不成熟。该方法不需认证,实施者可通过自学相关书籍掌握。检查一般耗时15~30 min。

AIMS主要具有鉴别及评估作用,并具有较高的评判间信度(>0.96)及复测信度(0.89~0.99),且结果与TIMP等量表具有较好的同时效度^[21]。而新生儿期AMIS评估的预测价值尚未见报道。目前AIMS正常参考值依据加拿大2200名婴儿建立,荷兰科学家Darrach等^[33]在对本国100例0~12月婴儿的研究中发现,75%婴儿的AIMS值在加拿大新生儿第50个百分位以下,提示该方法的正常参考值可能具有地区差异,而Jeng等^[34]及Syrengelas等^[35]的研究表明,台湾地区及希腊婴儿AIMS分值分布均与现有正常参考值具有较高的一致性,提示AIMS可用于亚裔人群。

研究表明,早产儿各年龄阶段AIMS值均低于正常参考值,且即使矫正胎龄后,这种差异依然存在,提示早产儿运动发育与正常儿具有差异,因此AIMS不能直接应用于早产儿,而应加以适当校正。

各评价方法简介见表2。

表2 新生儿神经运动评估方法简介

方法	主要作用	适用年龄	检查时间(min)	培训	评价项目
GMsA	鉴别有无运动发育异常、预测脑瘫	0~4月 矫正胎龄32周	10~30	需培训并取得资格认证	录像法或直接法
TIMP	评估运动能力随年龄的变化	~4月	20~30	需培训并取得资格认证	42项
AIMS	评估神经发育,鉴别有无运动发育异常	0~18月	15~30	无需培训	58项,4类

综上所述,上述各项新生儿神经学评估方法各有特点及侧重,仅使用一类或者一种评价方法很难进行新生儿行为学能力的全面评估。因此,需要根据对新生儿脑发育评价目的来选择不同的评价方法,以满足所需的诊断、鉴别诊断、判断预后或评估等不同要求。鉴于目前所提出的神经学评估方法均具有其适用范围和局限性,在临床或科研工作中应该结合临床表现、影像学检查、脑功能学检查等方法进行综合评价,从而达到更为客观的评价效果。

【参 考 文 献】

[1] 周丛乐. 新生儿脑发育评价的意义与方法[J]. 临床儿科杂志, 2008,(03):161-164.

[2] Spittle AJ, Doyle LW, Boyd RN. A systematic review of the clinimetric properties of neuromotor assessments for preterm infants during the first year of life[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2008, 50(4):254-266.

[3] Amiel-Tison C. Update of the Amiel-Tison neurologic assessment for the term neonate or at 40 weeks corrected age[J]. *Pediatr Neurol*, 2002, 27(3): 196-212.

[4] Simard MN, Lambert J, Lachance C, Audibert F, Gosselin J. Interexaminer reliability of Amiel-Tison neurological assessments[J]. *Pediatr Neurol*, 2009, 41(5): 347-352.

[5] Paro-Panjan D, Neubauer D, Kodric J, Bratanic B. Amiel-Tison Neurological Assessment at term age: clinical application, correlation with other methods, and outcome at 12 to 15 months[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2005, 47(1): 19-26.

[6] Murray DM, Bala P, O'Connor CM, Ryan CA, Connolly S, Boylan GB. The predictive value of early neurological examination in neonatal hypoxic-ischaemic encephalopathy and neurodevelopmental outcome at 24 months[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 52(2): e55-59.

[7] Brazelton TB. Neonatal Behavioral Assessment Scale[M]. 3rd ed. London:MacKeith Press,1995.

[8] Figueras F, Oros D, Cruz-Martinez R, Padilla N, Hernandez-Andrade E, Botet F, et al. Neurobehavior in term, small-for-gestational age infants with normal placental function[J]. *Pediatrics*, 2009,124(5): e934-941.

[9] Lowman LB, Stone LL, Cole JG. Using developmental assessments in the NICU to empower families[J]. *Neonatal Netw*, 2006, 25(3): 177-186.

[10] Ohgi S, Takahashi T, Nugent JK, Arisawa K, Akiyama T. Neonatal behavioral characteristics and later behavioral problems[J]. *Clin Pediatr (Phila)*, 2003, 42(8): 679-686.

[11] Dubowitz L, Mercuri E, Dubowitz V. An optimality score for the neurologic examination of the term newborn[J]. *J Pediatr*, 1998, 133(3): 406-416.

[12] Ricci D, Romeo DM, Haataja L, van HIC, Cesarini L, Maunu J, et al. Neurological examination of preterm infants at term equivalent age[J]. *Early Hum Dev*, 2008, 84(11): 751-761.

[13] Dubowitz L, Ricciw D, Mercuri E. The Dubowitz neurological examination of the full-term newborn[J]. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 2005,11(1): 52-60.

[14] 吴家山,孙景春. Dubowitz 评分评价新生儿窒息预后的价值[J]. 山东医药, 2006,(22):32-33.

[15] 鲍秀兰. 新生儿行为能力和测查方法[J]. 实用诊断与治疗杂志, 2003,(06):441-443.

[16] Bao XL, Yu RJ, Li ZS. 20-item neonatal behavioral neurological

assessment used in predicting prognosis of asphyxiated newborn [J]. *Chin Med J (Engl)*, 1993,106(3): 211-215.

[17] Li Y, Xu X, Wu K, Chen G, Liu J, Chen S, et al. Monitoring of lead load and its effect on neonatal behavioral neurological assessment scores in Guiyu, an electronic waste recycling town in China [J]. *J Environ Monit*, 2008,10(10):1233-1238.

[18] Lester BM, Tronick EZ, Brazelton TB. The Neonatal Intensive Care Unit Network Neurobehavioral Scale procedures[J]. *Pediatrics*, 2004,113(3 Pt 2):641-667.

[19] Lester BM, Tronick EZ. History and description of the Neonatal Intensive Care Unit Network Neurobehavioral Scale[J]. *Pediatrics*, 2004,113(3 Pt 2): 634-640.

[20] Liu J, Bann C, Lester B, Tronick E, Das A, Lagasse L, et al. Neonatal neurobehavior predicts medical and behavioral outcome [J]. *Pediatrics*, 2010,125(1):e90-98.

[21] Majnemer A, Snider L. A comparison of developmental assessments of the newborn and young infant[J]. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 2005,11(1):68-73.

[22] Majnemer A, Rosenblatt B. Prediction of outcome at school age in neonatal intensive care unit graduates using neonatal neurologic tools[J]. *J Child Neurol*, 2000, 15(10): 645-651.

[23] Einspieler C, Prechtl HF, Bos A, Ferrari F, Cioni G. Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants (incl. DVD)[M]. London:MacKeith Press, 2004.

[24] Valentin T, Uhl K, Einspieler C. The effectiveness of training in Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements[J]. *Early Hum Dev*, 2005,81(7):623-627.

[25] 杨红,邵肖梅. 全身运动质量评估[J]. 中国循证儿科杂志, 2007,2(2):138-143.

[26] Santos RS, Araujo AP, Porto MA. Early diagnosis of abnormal development of preterm newborns; assessment instruments[J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2008,84(4):289-299.

[27] Spittle AJ, Brown NC, Doyle LW, Boyd RN, Hunt RW, Bear M, et al. Quality of general movements is related to white matter pathology in very preterm infants [J]. *Pediatrics*, 2008,121(5): e1184-1189.

[28] Adde L, Rygg M, Lossius K, Oberg GK, Stoen R. General movement assessment: predicting cerebral palsy in clinical practise[J]. *Early Hum Dev*, 2007,83(1):13-18.

[29] Burger M, Louw QA. The predictive validity of general movements - a systematic review[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2009,13(5): 408-420.

[30] Kodric J, Sustersic B, Paro-Panjan D. Assessment of general movements and 2.5 year developmental outcomes; pilot results in a diverse preterm group[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2010,14(2):131-137.

[31] Snider L, Majnemer A, Mazer B, Campbell S, Bos AF. Prediction of motor and functional outcomes in infants born preterm assessed at term[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2009,21(1):2-11.

[32] Liao PJ, Campbell SK. Examination of the item structure of the Alberta infant motor scale[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2004,16(1): 31-38.

[33] Darrah J, Redfern L, Maguire TO, Beaulne AP, Watt J. Intra-individual stability of rate of gross motor development in full-term infants[J]. *Early Hum Dev*, 1998,52(2):169-179.

[34] Jeng SF, Yau KI, Chen LC, Hsiao SF. Alberta infant motor scale: reliability and validity when used on preterm infants in Taiwan[J]. *Phys Ther*, 2000,80(2):168-178.

[35] Syrengelas D, Siahianidou T, Kourlaba G, Kleisiouni P, Bakoula C, Chrousos GP. Standardization of the Alberta infant motor scale in full-term Greek infants: preliminary results [J]. *Early Hum Dev*, 2010,86(4):245-249.

(本文编辑:邓芳明)