

综述

运动识别技术在评估早产儿自发性全身运动中的应用

李洪华 单玲 综述 王冰 贾飞勇 审校

(吉林大学第一医院发育行为儿科, 吉林 长春 130021)

[摘要] 早产是导致高危儿神经发育障碍尤其是发展为脑性瘫痪的重要原因, 早期识别可能存在的神经发育损伤对于早期干预、改善早产儿的神经发育结局尤为重要。全身运动(GMs)评估是目前临床用于高危儿神经发育结局尤其是运动发育结局预测的重要工具。运动识别技术运用计算机化的方法, 能有效地对相关肢体运动进行持续追踪和客观定量评估; 研究者正在广泛探索针对脑瘫高危儿自发性全身运动的不同记录和分析方法。该文对GMs评估方法进行总结, 并对通过运动识别技术评估早产儿自发性全身运动的转化研究进行综述。

[中国当代儿科杂志, 2017, 19(12): 1306-1310]

[关键词] 脑性瘫痪; 全身运动评估; 运动识别; 早产儿

Application of movement recognition technology in assessing spontaneous general movements in preterm infants

LI Hong-Hua, SHAN Ling, WANG Bing, JIA Fei-Yong. Department of Developmental and Behavioral Pediatrics, First Hospital of Jilin University, Changchun 130021, China (Li H-H, Email: ttian_2332@163.com)

Abstract: Preterm birth is a major factor which induces neurological and motor impairments, particularly cerebral palsy, in high-risk infants. Early identification of potential neurodevelopmental impairments provides the opportunity to improve neurodevelopmental outcomes in preterm infants through early rehabilitation interventions. Clinically, the general movement assessment is a pivotal tool to predict neurodevelopmental outcomes, especially motor developmental outcomes, in high-risk infants. Movement recognition can continuously capture relevant limb movements and perform objective and quantitative assessment using computerized approaches. Various methods of recording and analyzing spontaneous general movements for infants at a risk of cerebral palsy have been extensively explored. This article summarizes the general movement assessment method and reviews the translational research on using movement recognition technology for the assessment of spontaneous general movements of preterm infants.

[Chin J Contemp Pediatr, 2017, 19(12): 1306-1310]

Key words: Cerebral palsy; General movement assessment; Movement recognition; Preterm infant

目前全球每年约有1500万早产儿出生, 并且早产儿数量逐年增多^[1]。国内早产儿发生率约7.1%, 每年约有180万早产儿出生^[2]。与足月儿比较, 早产儿尤其是小于27周的早产儿遗留严重神经发育障碍的风险明显增高^[3-4]。脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)是常见的严重神经发育障碍。此外, 早产儿发生精神发育迟滞、发育落后、运动协调障碍等疾病的风险也明显增高^[5-7]。目前对高危儿神经发育结局的预测尚缺乏标准化的临床指南, 主要通过病史、神经影像结果、各种形式的神经发

育评估进行综合评判, 但这些方法的预测效度异质性较大^[8]。全身运动(general movements, GMs)评估是奥地利发育神经学家Prechtl教授建立的一种针对新生儿和小婴儿的新型神经运动评估工具, 能敏感地提示特定脑损伤, 并对CP等严重神经发育障碍作出早期预测^[9-10]。

运动识别是通过计算机化的方法对肢体运动进行捕捉和分析, 从而对运动成分进行持续追踪和定量评估。人们正在研究针对高危儿自发性全身运动的记录和分析方法。基于摄像机视频分析

[收稿日期] 2017-09-11; [接受日期] 2017-10-30

[作者简介] 李洪华, 女, 硕士, 主治医师。

和身体佩戴小型运动传感器等方法较为多见^[11-12], 这些方法将肢体运动的动态过程记录为连续的时间序列数据, 然后运用各种机器学习手段对运动数据进行分析 and 分类。本文对 GMs 评估方法进行总结, 并对通过运动识别技术评估早产儿自发性全身运动的转化研究进行综述。

1 GMs 质量评估

1.1 GMs 概述及分类

发育神经研究表明婴儿早期就学会了如何使身体运动并与外界环境接触, 胎儿、早产或足月新生儿以及生后数月小婴儿的自发性全身运动模式具有重要临床意义。Prechtl 等^[9]于上世纪 90 年代首次提出在人类发育早期存在一种自发的全身运动。GMs 是最常见和最复杂的自发性运动模式, 基于 GMs 的评估能对婴儿后期的神经发育结局尤其是运动结局作很好的预测。

正常 GMs 主要包括两大发育历程, 扭动运动阶段和不安运动阶段^[13]。扭动运动主要见于 2 月龄之内, 动作小或者中等幅度, 速度缓慢或中等, 运动轨迹呈现椭圆体, 给人扭动的印象^[14]; 不安运动见于 2~5 月龄, 是一种遍布全身的, 运动加速度可变的各方向小幅度中速运动, 出现的频率可随年龄的增长而改变, 分为连续性不安运动、间歇性不安运动、偶发性不安运动^[14]。当神经系统受损时 GMs 的质量发生改变。扭动运动阶段的异常包括单调性 GMs (poor repertoire GMs, PR), 痉挛-同步性 GMs (cramped-synchronised GMs, CS), 混乱性 GMs (chaotic GMs, Ch); 不安运动阶段的异常包括不安运动缺乏 (absence of fidgety movements, F-) 和异常性不安运动 (abnormal fidgety movements, AF)。其中 CS 是指全身运动僵硬, 失去流畅性, 所有肢体几乎同时收缩和放松。连续一致的 CS 和 F- 可以用来预测痉挛型 CP^[15-16]。

1.2 GMs 评估方法、预测效率及缺点

对 GMs 进行分析评估时, 评估者需采用视觉 Gestalt 知觉, 对已摄录的 GMs 录像进行回放, 首先区分出正常 GMs 和异常 GMs, 如属异常 GMs, 需进一步分类。GMs 已广泛应用于临床高危儿评估, 能对 CP 等严重神经发育障碍作出可靠预测。Burger 等^[17]对 17 篇有关不安运动阶段 GMs 预测

效率的研究进行综述, 显示对矫正年龄 8~20 周婴儿进行不安运动的评估, 对婴儿神经发育结局的预测敏感度可达 92%, 特异度达 82%。Bosanquet 等^[18]研究显示, GMs 对高危儿 CP 预测敏感度为 98%、特异度为 91%, 而颅脑超声对 CP 预测的敏感度为 74%、特异度 92%, 神经学评估的预测敏感度为 88%、特异度为 87%。

GMs 质量评估采用视觉 Gestalt 知觉进行运动模式识别, 对运动模式进行定性分析, 评估者需经过严格培训方可获得评估资格^[19]。而且 GMs 结果需要另外一名有经验的评估者核实。因此 GMs 质量评估的临床应用受到一定限制, 亟需一种更加简便的运动识别技术以早期识别可能遗留神经发育障碍的高危儿。近年来, 为了克服视觉 Gestalt 知觉评估的主观性, 针对全身运动的多种运动识别技术正在被探索和研究。

2 运动识别技术分类及优缺点

2.1 运动识别技术分类

运动识别技术主要分为两大类, 间接传感技术和直接传感技术。基于间接传感技术的设备属集成设备, 是与评估环境融为一体的, 如摄像机视频分析法^[20]、基于三维运动的捕捉系统^[21]及微软体感系统^[22-23]。基于直接传感技术的设备是将硬件直接连接到受试者肢体, 如给予研究对象肢体佩戴加速度传感器或电磁追踪传感器等^[24-25]。两种技术均可将动态运动数据捕捉为时间-序列数据, 但根据传感模式的不同, 这些捕捉数据在时间和空间分辨率存在差异。考虑到新生儿身长、脆弱性等问题, 这些技术在新生儿及小婴儿自发性全身运动评估中的应用仍具有较大挑战。此外这些运动识别技术必须足够敏感和可靠, 以探测出自发性全身运动中细微的变化, 从而为临床诊断提供基础。

2.2 运动识别技术优缺点

运动识别的目的是对运动进行自动检测和分类评估, 以探测异常运动模式。基于间接传感技术和直接传感技术的设备均可对四肢的自发运动进行捕捉。表 1 对间接传感技术和直接传感技术的优缺点进行了总结^[20-25]。

表 1 不同传感技术的优缺点

运动识别技术		优点	缺点
间接传感技术	摄像机视频分析	易理解，空间分辨率高，环境信息丰富，便携，实用性高。	计算分析昂贵，隐私问题、遮挡问题，需要大量磁盘空间，时间分辨率低。
	三维运动捕捉系统	空间分辨率高，深度信息，精准的运动捕捉，可靠性高，时间分辨率高，可进行运动分析（比如力和重量交换）。	设备成本和计算成本昂贵，隐私问题、遮挡问题，磁盘空间需求大，需要大型实验空间，需要动作捕捉标记。
	微软体感系统	高空间分辨率，深度信息，成本低，无需动作捕捉标记。	不适用于 4 岁以下，遮挡问题，时间分辨率低，视野有限。
直接传感技术	可穿戴运动传感器	时间分辨率高，成本低，节能，保护隐私，设备体积小、电池待机时间长、适用性高，可记录睡眠 / 清醒运动模式。	空间分辨率低，偶尔数据缺失（无线传感器），电池寿命有限（无线传感器 / 实时传输），传感器标定困难，舒适性问题，只能捕捉相对运动。
	电磁跟踪系统	时间分辨率高，精准度高，金属兼容性好，没有视线遮挡。	与加速度计相比成本高，计算分析昂贵，实验设置复杂，电磁干扰。

3 运动识别技术在早产儿运动评估中的应用

3.1 基于间接传感技术的运动评估

基于间接传感技术的婴儿运动评估设备主要包括三维运动捕捉系统和摄像机视频分析。高端摄像机可以提供非常精准的三维运动追踪以及较高的时间和空间分辨率，但因其成本高，目前主要用于研究，尚未应用于临床。三维运动捕捉系统需在研究对象四肢安放特定标记物。Meinecke 等^[21]通过三维运动捕捉系统对 15 例健康足月儿和 7 例高危早产儿进行了自发运动分析，对运动轨迹提取了 53 个参数，通过聚类分析筛选出 8 个特征性参数，包括双足运动速度的偏态系数、足间运动加速度的交叉相关性、双足相同运动轨迹的频率及相同运动速度的频率等，基于这些参数建模对健康儿和脑瘫高危儿进行运动模式分类，随访至 2 岁并与临床诊断的 CP 相比较，其预测敏感度为 100%，特异度为 70%。东京大学 Kanemaru 等^[26]也通过类似方法对矫正龄 36~44 周的 124 例早产儿行三维运动捕捉，并提取了四肢平均运动速度、平均运动量及加速度峰值三个特征参数，随访至 3 岁，将发育商水平分为正常组、边缘水平组、运动落后组，结果显示运动落后组的四肢平均运动速度和运动量较正常组明显降低，而加速度峰值明显增高，并发现足月后仍表现为痉挛这一特征的早产儿发展为 CP 的风险很高^[27]。三维摄像机比如微软体感摄像机尽管对婴儿全身运动分析具有很大潜力，但因其追踪系统的计算主要针对 4 岁

以上儿童及成人设计，因此并不适用于小婴儿自发性全身运动评估^[22]。

与三维运动捕捉系统相比，置于三脚架上的普通摄像机及常规的网络摄像头可以对小婴儿的自发运动进行无标记捕捉，成本低，系统设置简单，但因其时间和空间分辨率较低，限制了对运动成分的细节分析。此外，与专业运动捕捉系统相比，无标记捕捉数据不够精确，这将会导致在分析运动模式的细微差别时出现问题，如扭动运动阶段 CS 与 PR 这两种运动模式的区分，CS 是运动僵硬的，四肢和躯干的肌肉几乎同时收缩和放松，而 PR 是整体运动顺序单调，运动的强度、力量、幅度缺乏变化性。连续一致的 CS 型 GMs 可以对痉挛型 CP 作出可靠预测，通过视觉 Gestalt 知觉 CS 较易辨别出来^[15]，但无标记捕捉对这两种异常运动模式的分辨有困难，可导致临床漏诊。挪威研究者 Adde 等^[20]研发了一种先进的视频分析技术系统来定量和定性评估婴儿的自发性全身运动，并开发了全身运动工具箱（general movement toolbox, GMT）软件，对不安运动阶段基于视频分析技术进行了可行性研究。GMT 软件可以对录制视频回放并剪裁出分析所需部分，对运动图像进行计算、过滤，生成运动单位，提取和输出运动图像的定量特征性数据，最后得出运动量平均值、运动量标准差、质心运动标准差、速度标准差、加速度标准差 5 个量化指标对于鉴别正常与异常不安运动具有统计学意义，并且运动量标准差及质心运动的标准差越小，整体运动越具有变化性、

复杂性及流畅性,是正常不安运动的体现;而
不安运动缺乏的婴儿,运动数量形状不规则,质心
运动占据空间大,运动量及质心运动的标准差大。
Adde 等^[28]的进一步研究表明,对9~15周内两段
运动录像进行分析对于鉴别正常与异常不安运动
以及预测CP更准确。Valle 等^[29]通过GMT软件对
75例足月健康婴儿不安运动阶段的两段运动录像
进行分析,结果显示运动量标准差和质心运动标
准差这两个特征参数可以反映正常性不安运动的
运动特征,且可靠性高。Støen 等^[30]的最新研究表
明,GMT对预测正常不安运动的灵敏度为90%、
特异度为80%。Rahmati 等^[31]研究显示,通过视
频分析技术对CP的预测效度与电磁跟踪系统同样
准确。

3.2 基于直接传感技术的运动评估

与间接传感技术相比,可穿戴运动传感器在
临床研究中更为普遍,因其成本低、尺寸小、可
靠性高等优点,更适用于小婴儿的自发性运动评
估^[32]。可穿戴运动传感器目前已应用于临床康复
领域,如步态分析,以研究步态运动学及动力学,
以及对CP患者及慢性病人运动活动监测等^[33-36]。
Vienne 等^[37]研究显示,基于惯性运动传感器的
步态分析系统是通过惯性测试单位对步态量化,
已应用于帕金森病、轻度认知障碍、脑性瘫痪、
小脑萎缩等多种合并步态异常的神经障碍的评估
中,但异质性较大,其实际临床应用受到了限制。
Donath 等^[38]通过基于可移动惯性传感器的步态分
析系统与机械静止跑步机同时采集的22例健康受
试者的步速、步长、步幅、跨步时间等时空步态
参数进行了对照研究,发现该系统除在斜率为0%
的斜坡上步长与斜率为15%斜坡上跨步时间两个
步态参数可靠性低外,余参数两设备均具有良好
的一致性和可靠性。Spasojević 等^[39]采用基于加速
度传感器的无线臂带设备对17例帕金森病患者的
手臂和手部运动进行定量评估,并与16例健康受
试者进行对照,提取了可以反映正常人群手臂及
手部运动模式的7个特征参数,包括肌电信号绝
对值、肌电信号方差和波形变化等,结果显示该
设备可有效评估帕金森病患者的手臂及手部运动。

最近的一些研究也表明可穿戴加速度传感器
与电磁跟踪系统成功地应用于早产儿自发性运动
评估上。Waldmeier 等^[24]运用加速度运动传感器

法对矫正龄40~44周和50~55周龄的22例健康小
婴儿的运动模式进行分析,同时进行GMs质量评
估,通过参数 α 描述两者的相关性,结果表明参
数 α 可敏感地反映自发运动的变化性这一特征,
并可用于评估神经成熟度。Heinze 等^[40]运用微量
加速度计传感器法对19例健康足月儿和4例早产
儿分别于生后1个月、3个月、5个月进行了自发
运动模式分析,同时行GMs评估,提取了双足运
动加速度的偏态系数、足间加速度的交关联、
肢端加速度的最大值、最小值等运动参数,并追
踪随访至2岁,其预测CP的敏感度为100%,特
异度为83%。Karch 等^[25]通过电磁跟踪系统对54
例神经发育障碍高危儿和21例健康新生儿于矫
正龄3个月时行运动模式分析,提取了四肢关节运
动角度这一量化指标以反映正常婴儿运动变化的
变异度,并根据其计算上肢刻板运动分数以对正
常和异常运动模式进行分类,与随访追踪2年后
临床诊断CP的比例相比较,上肢刻板运动分数对
CP预测敏感度为90%,特异度为96%。法国神经
发育学研究者Philippi 等^[41]对49例发育障碍高危
早产儿和18例低危足月儿于矫正足月后3月龄行
电磁追踪,并同时行临床GMs评估,通过运动模
式对比分析,识别出三种与CP高度相关的异常运
动形式:上肢的刻板重复运动,下肢的刻板踢腿
运动,下肢的低幅低速运动,并根据上肢的刻板
重复运动计算手臂刻板运动分数,通过这一指标
建立了CP高风险运动模型,跟踪随访至2岁,其
预测CP的敏感度为90%,特异度为95%,而同期
GMs预测CP的敏感度为100%,特异度为79%。

4 展望

脑发育受多种复杂因素影响,难以采用一种
方法或技术预测早产儿是否遗留神经发育障碍,
神经影像学、神经系统评估、GMs相结合可能提
高神经发育障碍评估的阳性和阴性预测值。运动
识别技术为客观评估新生儿和婴儿的运动质量提
供了可行性,也有助于高危儿早期风险分级,从
而及时早期干预以改善神经发育结局。但上述转
化类研究均属小样本研究,缺乏统一的技术和应
用标准,成本也比较昂贵,实际应用价值有待观察。

[参考文献]

- [1] Howson CP, Kinney MV, McDougall L, et al. Born too soon: preterm birth matters[J]. *Reprod Health*, 2013, 10(Suppl 1): S1.
- [2] Zou L, Wang X, Ruan Y, et al. Preterm birth and neonatal mortality in China in 2011[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2014, 127(3): 243-247.
- [3] Jarjour IT. Neurodevelopmental outcome after extreme prematurity: a review of the literature[J]. *Pediatr Neurol*, 2015, 52(2): 143-152.
- [4] Serenius F, Ewald U, Farooqi A, et al. Neurodevelopmental outcomes among extremely preterm infants 6.5 years after active perinatal care in Sweden[J]. *JAMA Pediatr*, 2016, 170(10): 954-963.
- [5] Poole KL, Schmidt LA, Missiuna C, et al. Motor coordination difficulties in extremely low birth weight survivors across four decades[J]. *J Dev Behav Pediatr*, 2015, 36(7): 521-528.
- [6] 马良, 孟令丹, 郑春辉, 等. 影响婴儿全身运动质量的高危因素[J]. *中国当代儿科杂志*, 2014, 16(9): 887-891.
- [7] Spittle AJ, Orton J. Cerebral palsy and developmental coordination disorder in children born preterm[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2014, 19(2): 84-89.
- [8] Linsell L, Malouf R, Johnson S, et al. Prognostic factors for behavioral problems and psychiatric disorders in children born very preterm or very low birth weight: A systematic review[J]. *J Dev Behav Pediatr*, 2016, 37(1): 88-102.
- [9] Prechtl HF, Einspieler C, Cioni G, et al. An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions[J]. *Lancet*, 1997, 349(9062): 1361-1363.
- [10] Dimitrijević L, Bjelaković B, Čolović H, et al. Assessment of general movements and heart rate variability in prediction of neurodevelopmental outcome in preterm infants[J]. *Early Hum Dev*, 2016, 99: 7-12.
- [11] Zhu Z, Liu T, Li G, et al. Wearable sensor systems for infants[J]. *Sensors (Basel)*, 2015, 15(2): 3721-3749.
- [12] Valle SC, Støen R, Sæther R, et al. Test-retest reliability of computer-based video analysis of general movements in healthy term-born infants[J]. *Early Hum Dev*, 2015, 91(10): 555-558.
- [13] Prechtl HF. State of the art of a new functional assessment of the young nervous system. An early predictor of CP[J]. *Early Hum Dev*, 1997, 50(1): 1-11.
- [14] 李宁, 贾飞勇, 杜琳. 全身运动质量评估: 超早期预测早产儿神经发育结局的可靠工具[J]. *中国当代儿科杂志*, 2013, 15(4): 317-320.
- [15] Yang H, Einspieler C, Shi W, et al. Cerebral palsy in children: movements and postures during early infancy, dependent on preterm vs. full term birth[J]. *Early Hum Dev*, 2012, 88(10): 837-843.
- [16] 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.
- [17] Burger M, Louw QA. The predictive validity of general movements – A systematic review[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2009, 13(5): 408-420.
- [18] Bosanquet M, Copeland L, Ware R, et al. A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2013, 55(5): 418-426.
- [19] Fjortoft T, Einspieler C, Adde L, et al. Inter-observer reliability of the "Assessment of Motor Repertoire--3 to 5 Months" based on video recordings of infants[J]. *Early Hum Dev*, 2009, 85(5): 297-302.
- [20] Adde L, Helbostad JL, Jensenius AR, et al. Early prediction of cerebral palsy by computer-based video analysis of general movements: a feasibility study[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 52(8): 773-778.
- [21] Meinecke L, Breitbach-Faller N, Bartz C, et al. Movement analysis in the early detection of newborns at risk for developing spasticity due to infantile cerebral palsy[J]. *Hum Mov Sci*, 2006, 25(2): 125-144.
- [22] Luna-Oliva L, Ortiz-gutiérrez RM, Cano-de ICR, et al. Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study[J]. *NeuroRehabilitation*, 2013, 33(4): 513-521.
- [23] Chang YJ, Han WY, Tsai YC. A Kinect-based upper limb rehabilitation system to assist people with cerebral palsy[J]. *Res Dev Disabil*, 2013, 34(11): 3654-3659.
- [24] Waldmeier S, Grunt S, Delgado-Eckert E, et al. Correlation properties of spontaneous motor activity in healthy infants: a new computer-assisted method to evaluate neurological maturation[J]. *Exp Brain Res*, 2013, 227(4): 433-446.
- [25] Karch D, Kang KS, Wochner K, et al. Kinematic assessment of stereotypy in spontaneous movements in infants[J]. *Gait Posture*, 2012, 36(2): 307-311.
- [26] Kanemaru N, Watanabe H, Kihara H, et al. Specific characteristics of spontaneous movements in preterm infants at term age are associated with developmental delays at age 3 years[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2013, 55(8): 713-721.
- [27] Kanemaru N, Watanabe H, Kihara H, et al. Jerky spontaneous movements at term age in preterm infants who later developed cerebral palsy[J]. *Early Hum Dev*, 2014, 90(8): 387-392.
- [28] Adde L, Helbostad J, Jensenius AR, et al. Identification of fidgety movements and prediction of CP by the use of computer-based video analysis is more accurate when based on two video recordings[J]. *Physiother Theory Pract*, 2013, 29(6): 469-475.
- [29] Valle SC, Støen R, Sæther R, et al. Test-retest reliability of computer-based video analysis of general movements in healthy term-born infants[J]. *Early Hum Dev*, 2015, 91(10): 555-558.
- [30] Støen R, Songstad NT, Silberg IE, et al. Computer-based video analysis identifies infants with absence of fidgety movements[J]. *Pediatr Res*, 2017, 82(4): 665-670.
- [31] Rahmati H, Aamo OM, Stavadahl O, et al. Video-based early cerebral palsy prediction using motion segmentation[J]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2014, 2014: 3779-3783.
- [32] Iosa M, Picerno P, Paolucci S, et al. Wearable inertial sensors for human movement analysis[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2016, 13(7): 641-659.
- [33] Maetzel W, Domingos J, Srulijes K, et al. Quantitative wearable sensors for objective assessment of Parkinson's disease[J]. *Mov Disord*, 2013, 28(12): 1628-1637.
- [34] Suppa A, Kita A, Leodori G, et al. L-DOPA and freezing of gait in Parkinson's disease: Objective assessment through a wearable wireless system[J]. *Front Neurol*, 2017, 8: 406.

- [35] Foglyano KM, Schnellenberger JR, Kobetic R, et al. Accelerometer-based step initiation control for gait-assist neuroprostheses[J]. J Rehabil Res Dev, 2016, 53(6): 919-932.
- [36] Antunes FN, Pinho AS, Kleiner AF, et al. Different horse's paces during hippotherapy on spatio-temporal parameters of gait in children with bilateral spastic cerebral palsy: A feasibility study[J]. Res Dev Disabil, 2016, 59: 65-72.
- [37] Vienne A, Barrois RP, Buffat S, et al. Inertial sensors to assess gait quality in patients with neurological disorders: A systematic review of technical and analytical challenges[J]. Front Psychol, 2017, 8: 817.
- [38] Donath L, Faude O, Lichtenstein E, et al. Validity and reliability of a portable gait analysis system for measuring spatiotemporal gait characteristics: comparison to an instrumented treadmill[J]. J Neuroeng Rehabil, 2016, 13: 6.
- [39] Spasojević S, Ilić TV, Stojković I, et al. Quantitative assessment of the arm/hand movements in Parkinson's disease using a wireless armband device[J]. Front Neurol, 2017, 8: 388.
- [40] Heinze F, Hesels K, Breitbach-Faller N, et al. Movement analysis by accelerometry of newborns and infants for the early detection of movement disorders due to infantile cerebral palsy[J]. Med Biol Eng Comput, 2010, 48(8):765-772.
- [41] Philippi H, Karch D, Kang KS, et al. Computer-based analysis of general movements reveals stereotypies predicting cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2014, 56(10): 960-967.
- (本文编辑: 俞燕)

· 消息 ·

《实用儿童脑病学》新书介绍

儿童脑损伤和脑病是危害儿童健康成长和人口素质的主要疾病,严重影响儿童社会交往能力、适应能力、注意力和学习能力,甚至导致癫痫、视听障碍、语言障碍、智力障碍、脑性瘫痪、植物状态等神经伤残。

由陈光福教授主编、人民卫生出版社出版的《实用儿童脑病学》,全书共 30 章,139 万字,460 多幅图(部分彩图),涉及儿童神经发育、神经解剖、神经影像学检查、脑功能检查、神经学检查评估、神经保护治疗、神经免疫治疗、神经修复治疗与康复治疗,以及各种儿童脑疾病的病因、发病机制、病理、临床表现、诊断方法与治疗进展等内容。

本书编委为从事儿童神经发育基础、神经影像、神经电生理、神经内科、神经外科、儿童康复和新生儿等专业的专家,专家们历时 2 年精心撰写,反复修改、补充,力求反映本领域近 5 年国内外的最新研究进展、诊治指南和专家共识,以及作者的临床经验与研究成果,并对新的探索性治疗应用前景进行了述评和展望。全书图文并茂、条理清晰、内容丰富、可读性强,是一部具有先进性、科学性和实用性的专业参考书。

有意购买者请联系王波医师,电话:13823108103,邮箱:66286432@qq.com。