# 脑瘫儿童的生长状况及其健康结局

**Richard D. Stevenson, MD,[1] Mark R. Conaway, PhD,[1] Gordon Worley, MD,[2] Virginia A. Stallings, MD[3]**

*[1]University of Virginia, Charlottesville, Virginia; [2]Duke University, Durham, North Carolina; and [3]University of Pennsylvania and Children's Hospital of Philadelphia, Philadelphia, Pennsylvania*

Address correspondence to: Richard D. Stevenson, MD, Division of Neurodevelopmental and Behavioral Pediatrics, UVA Health Children's, 1105 W Main St, Charlottesville, VA 22903. richard.stevenson@uvahealth.org

**本主题已知情况** 2011 年发表的基于加利福尼亚州的脑瘫生长曲线图（修订版体重 - 年龄曲线图）记录低 GWt%-ile 数与死亡风险增加之间的强有力关联。然而，这些生长曲线图尚未被广泛用于临床护理决策。

**本研究补充内容** 本研究验证脑瘫生长曲线图，并将低 GWt%-ile 数与增加的医疗服务利用以及儿童和家庭社会参与度的降低相关联。我们建议将脑瘫生长曲线图纳入电子病历系统，以便于使用。

## 摘 要

**背景与目的** 2011 年发表的基于加利福尼亚州的脑瘫生长曲线图，证明按粗大运动功能分级系统 (GMFCS) 分层的体重百分位 (GWt%-ile) 与死亡率之间存在关联，但其临床应用仍较有限。这项来自北美脑瘫生长项目 (NAGCPP) 的二次分析旨在评估这些图表以及 GWt%-ile 与其他健康指标之间的关系。

**患者与方法** NAGCPP 纳入 197 例男孩和 146 例女孩，年龄 2 ～ 18 岁，GMFCS 级别为 III ～ V 级，患有脑瘫 (CP)，收集体重和肱三头肌皮褶厚度 (TSF)。通过问卷评估医疗服务利用和社会参与情况。GWt%-ile 根据性别和 GMFCS 分层体重曲线图确定。使用先前与 3 年内死亡风险相关的第 20 个 GWt%-ile 临界值，我们评估其与医疗服务利用情况和社会参与的关系，并分析在纳入或不纳入 TSF 及医学合并症时，这种关系是否仍然存在。

**结果** NAGCPP 体重数据与 CP 生长曲线图拟合良好（男孩拟合优度 $P = 0.14$；女孩 $P > 0.25$）。在校正性别及 GMFCS 后，GWt%-ile 低于第 20 百分位的患儿，住院次数增加 5.7 倍 (95% CI：2.2 ～ 14.8，$P < 0.001$)，常规项目缺勤次数增加 3.1 倍 (95% CI：1.3 ～ 7.4，$P < 0.001$)，患儿及其家庭缺勤常规活动的总天数增加 2.8 倍 (95% CI：1.2 ～ 6.5，$P = 0.02$)。TSF（反映脂肪储备）与严重喂养问题均为独立相关于患儿健康状况及社会参与度的相关因素。

**结论** 本研究验证 CP 生长曲线图，并记录 GWt%-ile 与死亡以外的健康和社会参与度指标之间的关联，提示值得在临床决策和研究中考虑 CP 生长曲线图。

## 引 言

脑瘫 (CP) 患儿常存在生长发育迟缓，该表现多与营养不良及多种胃肠道问题相关，如喂养障碍、吞咽困难、胃肠动力异常、胃食管反流等 [1]。生长测量及与参照人群的对比是儿童医疗照护的核心环节 [2]，也是营养状况（尤其是营养不良）评估的关键；但重度 CP 患儿的常规生长测量难度较大，普通人群参照标准用于此类患儿的临床决策并非理想选择。此外，尚未明确与不良健康结局相关的明确界值或营养指标。

临床推荐用于儿童营养不良评估的 2 项营养指标为体质指数 (body mass index，BMI) 和中上臂围

American Academy of Pediatrics
DEDICATED TO THE HEALTH OF ALL CHILDREN™

The article(s) originally appeared in English in the 2026, Volume 157 of Pediatrics, published by the American Academy of Pediatrics (AAP), and are hereby authorized for translation into Chinese by Children's Hospital of Soochow University.

(mid-upper arm circumference，MUAC)[3]。测量这 2 项指标，均需要可靠的测量方法以及适配的参照标准。在 CP 患儿中能够可靠地测量 MUAC，但 BMI 测量受限，这是因为 BMI 依赖准确的身高数据，而大多数 CP 患儿（尤其是重度患儿）无法完成可靠的身高测量。节段性测量指标（如膝高、胫骨长度）测量稳定性较好，结合验证公式可估算身高，但个体估算的结果变异度较大，会放大 BMI 的计算误差。此外，BMI 和 MUAC 均为瘦体重与脂肪量的综合测量指标。大量证据显示，即便营养状况良好的 CP 患儿，其瘦体重水平也显著低于健康儿童且脂肪量更高，并且该差异在不同病情严重度的患儿中均有存在[4-7]。因此，采用普通人群参照标准的 MUAC 或 BMI 评估 CP 患儿营养不良的适用性值得商榷。

2011 年，Brooks 团队发布第 2 版 CP 年龄别体重生长曲线图[8-9]。该曲线图依据性别、经验证的粗大运动功能分级系统 (GMFCS)[10] 判定的功能严重程度及是否接受管饲 (tube feeding，TF) 进行分层绘制。GMFCS Ⅲ ~ Ⅴ级（含管饲与非管饲患儿）体重曲线图的核心特征为：按粗大运动功能分级系统分层的体重百分位 (GWt%-ile) 低于第 20 百分位与后续 3 年死亡风险升高相关 (OR = 1.5)；GMFCS Ⅰ～Ⅱ级患儿 GWt%-ile 低于第 5 百分位，死亡风险同样升高 (OR = 2.2)。

该修订版 CP 生长曲线图[9] 基于 1988—2002 年美国加州发育服务中心 25 545 例 CP 患儿的 102 163 次体重测量数据构建，研究队列累计随访 166 327 人年。CP 生长曲线图研究的 3 年随访期间，共发生 1 496 例死亡，总死亡率为 9 / 1 000 人年[9]。GWt%-ile 低于第 5 百分位 (GMFCS Ⅰ～Ⅱ级）或第 20 百分位 (GMFCS Ⅲ～Ⅴ级、管饲 GMFCS Ⅴ级）的患儿死亡风险显著升高。最低五分位组的超额死亡率随 GMFCS 分级升高逐步上升，管饲 GMFCS Ⅴ级患儿达峰值 26 / 1 000 人年[9]。尽管该修订版曲线图数据充分、临床应用潜力大，但尚未得到广泛普及。多数 CP 相关研究仍采用普通人群标准评估体重增长与生长发育。欧洲儿科胃肠病学、肝病学与营养学会 (ESPGHAN) 2017 年针对重度神经功能损伤患儿（含 CP) 的营养照护指南[1] 中，仅对该曲线图进行综述，但未予推荐，原因是该曲线图反映的生长水平并非理想状态，纳入大量合并影响生长发育疾病（以营养不良为主）的患儿。此外，曲线图验证研究不足，以及数据仅来源于加州临床服务患儿群体，也是导致其应用受限的原因。

北美 CP 儿童生长发育研究 (NAGCPP)[11] 为多中心研究，依据标准化方案[12] 探讨中重度 CP 患儿的生长发育、体格发育、营养状况及健康水平。研究以美国及加拿大中重度 CP 患儿 (GMFCS Ⅲ～Ⅴ级、管饲 GMFCS Ⅴ级）为代表性样本进行招募[12]。NAGCPP 系列研究已发表多篇论文，聚焦生长发育、营养状况和健康及社会参与度指标的关联[11-16]。该研究于 2008 年结束，未完成 CP 生长曲线图在研究人群中的适用性验证。

本研究的目标如下：

1. 基于 NAGCPP 数据二次分析，验证 CP 生长曲线图在美国及加拿大 GMFCS Ⅲ～Ⅴ级 CP 患儿区域性代表性人群中的适用性；
2. 评估 GWt%-ile 与医疗服务使用、日常社会参与受限的关联（而非死亡率），明确其他身体成分指标 (TSF) 是否与健康结局独立相关，进一步探讨生长发育与健康的关联。

本研究的主要假设：NAGCPP 研究患儿数据能够较好地匹配 CP 年龄别体重生长曲线图；GWt%-ile 低于第 20 百分位的患儿更易出现医疗服务使用增加和社会参与度降低等不良健康结局。

## 研究对象与研究场所

NAGCPP 研究共设 6 个研究中心，分别位于美国弗吉尼亚州、北卡罗来纳州、宾夕法尼亚州、纽约

州及加拿大安大略省、不列颠哥伦比亚省。1998—2003 年，研究以各中心周边独立地理区域（人口 > 70 000）为范围招募对象，旨在获取 CP 患儿的区域性代表性样本 [12]。

研究共纳入 196 例男童和 146 例女童，年龄为 2 ～ 18 岁，GMFCS 分级：Ⅲ级（65 例）、Ⅳ级（85 例）、Ⅴ级非管饲（94 例）、Ⅴ级管饲（98 例）。本分析仅采用所有对象首次就诊时的横断面数据。所有研究对象均由监护人签署知情同意书，各参与中心伦理委员会批准原始研究，弗吉尼亚大学伦理委员会批准本次二次分析。

## 方　法

各中心经统一培训的研究协调员收集患儿的体重、MUAC、肱三头肌皮褶厚度（TSF）、身长或基于膝高估算的身高数据 [17-18]，确保测量一致性 [11]。采用标准化问卷 [12] 回顾测量前 4 周内患儿的医疗服务使用情况（卧床天数、住院天数、门诊 / 急诊就诊次数）及社会参与度（患儿及家属缺课 / 缺席日常活动的天数）。同时，通过问卷收集医学合并症，以及功能能力数据 [12,13,15]。

依据患儿的性别、GMFCS 分级和管饲状态，将体重数据绘制于相应的曲线图上，通过目视观察与统计学检验，评估数据与 GMFCS 分层曲线图的拟合度，完成曲线图验证。采用与死亡风险升高相关的第 20 百分位界值 [9]，分析 GWt%-ile 与医疗服务利用、社会参与度等不良健康结局的关联。最后，在校正 GWt%-ile 后，分析 TSF、MUAC 及医学合并症与上述健康结局的额外关联。

### 统计学分析

采用对应 CP 生长曲线图，计算 NAGCPP 研究患儿的 GWt%-ile，通过 $\chi^2$ 拟合优度检验，分析患儿 GWt%-ile 的分布与均匀分布的偏差。采用负二项回归模型评估体重低于第 20 百分位对医疗服务利用及社会参与度指标的影响，校正 GMFCS 分级和性别。在后续分析中加入变量，评估 TSF、MUAC 低于第 20 百分位（采用普通人群参照标准 [19,20]）以及严重喂养问题的额外影响。采用标准双样本置信区间，比较 GWt%-ile <或 ≥第 20 百分位组的人体测量指标。

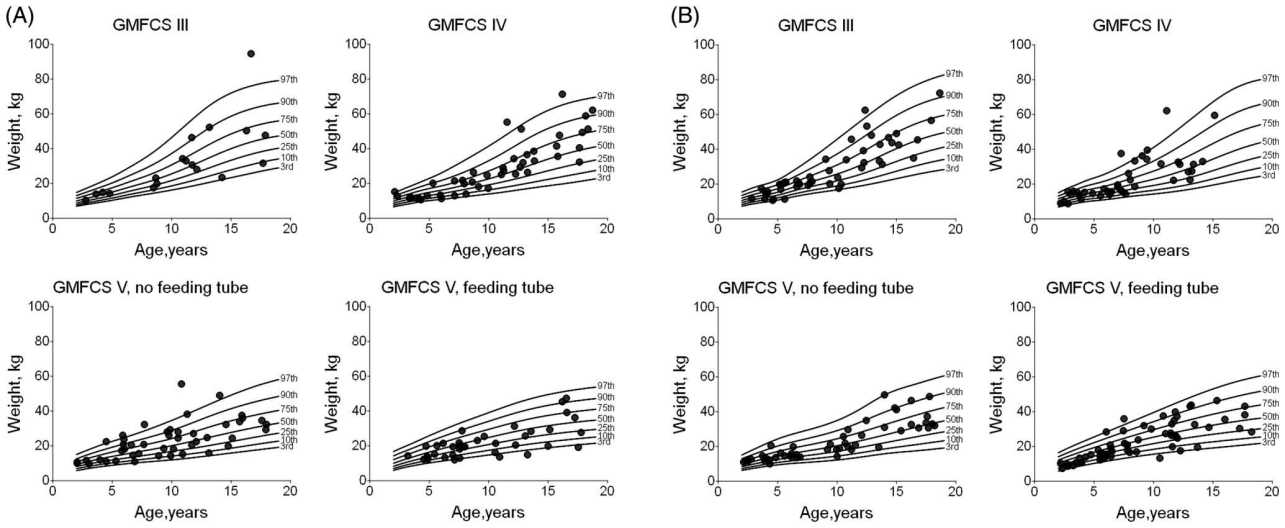



图 1　NAGCPP 女童体重绘制在 GMFCS 分级和喂养方式分层的 CP 生长曲线图上（A）；NAGCPP 男童体重绘制在 GMFCS 分级和喂养方式分层的 CP 生长曲线图上（B）。

CP：脑瘫；GMFCS：粗大运动功能分级系统；NAGCPP：北美脑瘫生长项目。

表 1　拟合优度：北美 CP 生长发育研究中男女童在 CP 生长曲线图上的预期百分比与实际百分比

| 百分位区间 | 预期百分比 (%) | 男童实际百分比 (%) n = 196 | 女童实际百分比 (%) n = 146 |
|---|---|---|---|
| [0,10] | 10 | 7 | 9 |
| (10,25] | 15 | 14 | 13 |
| (25,50] | 25 | 27 | 22 |
| (50,75] | 25 | 26 | 29 |
| (75,90] | 15 | 14 | 13 |
| (90,100] | 10 | 13 | 14 |
| | *P* | 0.42 | 0.46 |

# 结　果

## 研究目的 1

图 1 为 NAGCPP 研究男女童体重原始数据，依据性别、GMFCS 分级和管饲状态绘制相应的 CP 生长曲线图。所有管饲患儿均为 GMFCS Ⅴ级。目视观察显示，除个别异常值外，曲线图可以较好地拟合研究人群。表 1 为拟合优度检验结果，NAGCPP 研究人群各百分位区间的实际分布与预期分布无统计学差异。

## 研究目的 2

图 2 结果显示，体重低于第 20 百分位的患儿，医疗服务利用增加、患儿及其家庭社会参与减少。95% 置信区间分析显示，仅住院天数、患儿常规项目（学业）缺勤天数、患儿及照护者常规项目和活动缺勤总天数的差异有统计学意义，但按年龄、性别、GMFCS 分级和喂养方式进行分层后，体重低于第 20 百分位的患儿的所有医疗服务利用及社会参与度指标均受显著影响。

校正 GMFCS 分级、性别和 GWt%-ile 后，图 3 显示 TSF 低于第 20 百分位、严重喂养问题与医疗资源使用和社会参与度指标之间存在额外关联。校正 GWt%-ile 后，MUAC 未显示额外关联（数据未展示）。TSF 与严重喂养问题均与住院天数、患儿常规项目（学业）缺勤天数、患儿及家庭常规项目均与活动缺勤总天数独立相关；高危组患儿所有的医疗服务利用指标均更高，且社会参与度均更低。

为进一步明确体重低于第 20 百分位亚组的特征，研究分析 NAGCPP 人群所有人体测量学指标 [12]，结果见图 4（详见补充表 1）。校正年龄、性别、GMFCS 分级及喂养方式后，体重低于第 20 百分位患儿的所有测量维度均小于同组 ≥第 20 百分位的患儿：头围更小，线性生长指标（膝高、胫骨长度、上臂长 Z 值）更短，估算身高更矮（身高 Z 值）；瘦体重指标（臂围、小腿围、臂肌面积、MUAC）显著更小；体脂指标（TSF、肩胛下皮褶厚度、臂脂面积、估算体脂率）降低。

此外，表 2 展示校正 GMFCS 分级、喂养方式和性别后，体重低于或高于第 20 百分位患儿的医学合并症与功能能力的差异及相似性（详见补充表 2）。2 组在抗癫痫药物、解痉药物、精神行为类药物使用、骨科手术或骨折史，手部功能、沟通能力、视力、听力及发育迟缓（认知）方面的差异均无统计学意义；但在体重低于第 20 百分位患儿中，24 例 (42.1%) 存在严重喂养问题，高于 ≥第 20 百分位组的 69 例 (24.8%) (*P* = 0.008，详见补充表 3)。严重喂养问题经问卷 [13] 判定，定义为液体与固体食物摄入严重困难（需湿润食物、增稠液体或管饲支持）。同时，GWt%-ile 低于第 20 百分位患儿的吞咽问题、干呕、呕吐发

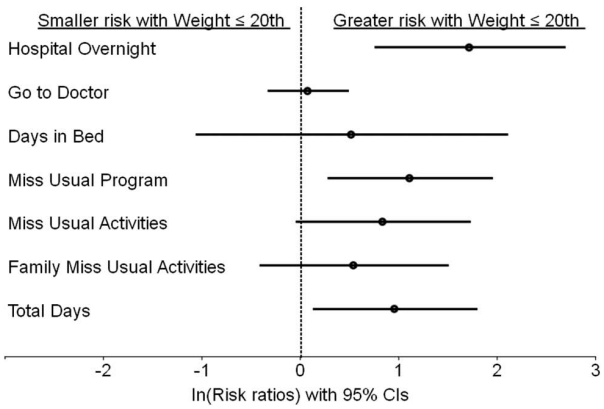



图 2　体重低于第 20 个百分位的儿童与体重高于或等于第 20 个百分位的儿童相比，医疗服务利用增加和社会参与减少的风险比

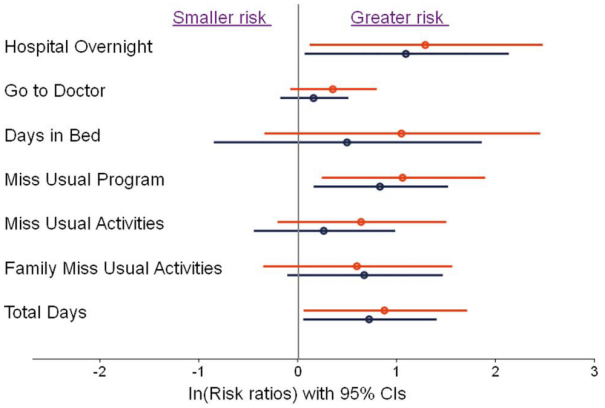



图 3　在控制 CP 生长曲线图 GWt%-ile 后，TSF 低于第 20 个百分位（黑色）或存在严重喂养问题（红色）的儿童与 TSF ≥第 20 个百分位且无严重喂养问题的儿童相比，医疗服务利用增加和社会参与减少的风险比

生率及抗反流或促动力药物使用率均显著更高（表 2、补充表 2）。

## 讨　论

CP 生长曲线图虽具临床应用潜力，但尚未得到广泛推广，原因包括多个方面：最主要的是医疗记录从纸质版转向电子化，导致纸质生长曲线图应用减少；其次，曲线图数据来源于加州人群，其在全美及全球 CP 患儿中的适用性存疑；第三，曲线图基于临床数据构建，测量严谨性不及 NAGCPP 研究 [12,15] 及美国疾病预防控制中心（CDC）、世界卫生组织（WHO）的生长曲线图；最后，该曲线图未获专业学会的正式推荐。然而，该曲线图数据量大，且与死亡率（核心健康结局指标）显著相关，证据强度在儿科领域较为罕见，具备临床参考价值。

NAGCPP 研究为美国国立卫生研究院（NIH）资助的多中心前瞻性观察性研究，采用标准化人体测量方法评估中重度 CP 患儿，测量可靠性与健康儿童研究相当 [11]。值得注意的是，NAGCPP 数据收集时间（1998—2003 年）与 CP 生长曲线图数据收集时间（1988—2002 年）重合。本次 NAGCPP 数据二次分析验证性别及病情严重度匹配的 GMFCS Ⅲ～Ⅴ级、管饲 GMFCS Ⅴ级 CP 生长曲线图的适用性。拟合优度分析与图形可视化结果一致，证实该曲线图适用于北美 CP 患儿。

近期多项研究验证该 CP 生长曲线图的适用性：Viñals-Labañino[21] 纳入 452 例墨西哥患儿，对比美国 CDC 普通人群生长曲线图与 CP 生长曲线图，发现 81% 的患儿的体重位于 CP 曲线图正常区间（第 10 ～ 90 百分位）、11% 为低体重（低于第 10 百分位）；而 CDC 曲线图中仅 45% 患儿为正常体重，47% 为低体重。Araújo 与 Silva[22] 纳入 187 例巴西患儿，其结果相似：CP 曲线图中 86% 患儿为正常体重，10% 为低体重；CDC 曲线图中 46% 为正常体重，51% 为低体重。Wright 等 [23] 纳入英国 596 例 CP 患儿（GMFCS 各级）的体重数据，验证 CP 生长曲线图的适用性，结果发现所有 GMFCS 分级患儿的体重中位数位于 CP 曲线图第 50 ～ 75 百分位；而英国 -WHO 曲线图中患儿体重均低于平均水平，且随 CP 严重度升高而降低，GMFCS Ⅴ级患儿的体重中位数接近第 2 百分位。Ruiz Brunner 等 [24] 开展横断面研究，纳入阿根廷 399 例以及德国 400 例 CP 患儿，对比 WHO 参照标准与 CP 生

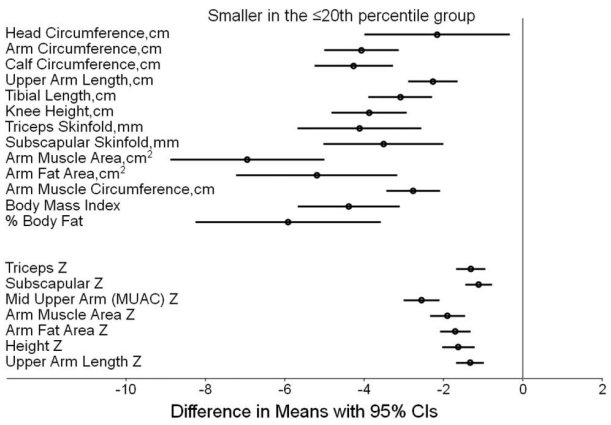



图 4　在 CP 生长图表上体重低于第 20 个百分位的儿童与体重高于第 20 个百分位的儿童相比，各种人体测量指标的平均值差异

MUAC：中上臂围。

表 2　在校正年龄、性别及 GMFCS 后，GWt%-ile ＜ 20 百分位与＞ 20 百分位患儿的特征比较

| 差异项 | 相似项 |
|---|---|
| 各项人体测量学指标均显著更低 | 行走或手部功能 |
| 存在严重喂养问题 | 使用抗癫痫药物 |
| 存在吞咽问题 | 使用解痉药物 |
| 存在干呕症状 | 使用精神行为类药物 |
| 存在呕吐症状 | 骨科手术史或骨折史 |
| 使用胃食管反流 / 胃肠动力药物 | 存在沟通障碍 |
| 上肢使用能力 | 存在视力或听力障碍及（或）发育迟缓 |

长曲线图，结果与英国研究的结果一致：2 组患儿数据均适配 CP 曲线图，且体重高于曲线图的平均水平。上述研究证实，CP 生长曲线图适用于墨西哥、南美及欧洲人群（各研究结论一致），但不同人群的解读细节存在差异。人群间差异值得进一步研究，可能与种族、营养管理方式、社会经济水平以及文化或时代趋势相关。

在 GWt%-ile 与健康关联分析中，体重低于第 20 百分位患儿在测量前 4 周内的医疗服务利用增加，社会参与减少。校正 GMFCS 分级、性别及 GWt%-ile 后，TSF 及严重喂养问题与患儿及家庭医疗资源使用进一步增加、社会参与度进一步降低相关。此外，体重低于第 20 百分位的患儿的所有体格维度均小于≥第 20 百分位的患儿，喂养及胃肠道症状发生率显著更高，这也部分解释了 Brooks 团队报道的死亡风险升高的机制 [9]。我们认为，需重点关注 GWt%-ile 低于第 20 百分位的 CP 患儿。未展示的数据显示，在本研究 57 例体重低于第 20 百分位的患儿中，75% 的 TSF 低于第 20 百分位、89% 的 MUAC 低于第 20 百分位、70% 的 TSF 与 MUAC 均低于第 20 百分位；而≥第 20 百分位组的上述比例分别为 40%、34% 和 23%。建议将 GMFCS Ⅲ～Ⅴ级 CP 患儿体重低于第 20 百分位作为进一步评估营养的界值，评估内容包括 TSF、MUAC、体重增长速率、营养针对性体格检查、胃肠道或喂养问题评估。我们认为，该人群的营养不良诊断应采用多维度评估，而非采用单一的人体测量指标。

本研究的优势：CP 生长曲线图与 NAGCPP 研究数据收集时间重合，消除时代趋势导致的人群差异。研究局限性：本研究的健康与参与度指标基于监护人回顾性报告，而原始 CP 曲线图的健康指标（死亡率）是前瞻性收集的；其次，本研究聚焦 GWt%-ile 与健康结局（含原始研究的死亡率）的关联，仅验证年龄别体重曲线图，未像上述国际研究一样对比 NAGCPP 人群身高与 CP 生长曲线图。然而，上述国际研究未探讨 GWt%-ile 与死亡率及其他结局指标的关联，本研究则证实低 GWt%-ile 与医疗服务利用和社会参与度的关联。

## 结　论

本研究数据验证 CP 年龄别体重生长曲线图的适用性，GWt%-ile 与死亡率、医疗合并症、医疗服务利用和社会参与度的关联，证实该曲线图在临床照护中具备拓展应用价值。研究建议将 CP 生长曲线图纳入电子病历系统，辅助临床医师解读人体测量数据，制定临床决策。GMFCS Ⅲ～Ⅴ级（尤其管饲）CP 患儿若 GWt%-ile 低于第 20 百分位，应转诊接受详细的喂养与营养评估，包括身体成分（如 TSF 和 MUAC）及相关医学合并症（吞咽困难、喂养障碍和胃肠道问题）评估。本研究数据支持进一步开展 CP 儿童及青少年生长发育和营养状况与健康及社会参与度结局的关

联研究。

## 缩略语

BMI：体质指数

CDC：美国疾病预防控制中心

CP：脑瘫

ESPGHAN：欧洲儿科胃肠病学、肝病学和营养学会

GMFCS：粗大运动功能分级系统

GWt%-ile：按粗大运动功能分级系统分层的体重百分位

MUAC：中上臂围

NAGCPP：北美脑瘫生长项目

OR：比值比

TF：管饲

TSF：肱三头肌皮褶厚度

WHO：世界卫生组织

（张何威 译　顾琴 校）

联系人：丁欣 etyxcbzx@suda.edu.cn

## 参考文献


1. Romano C, van Wynckel M, Hulst J, et al. European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition guidelines for the evaluation and treatment of gastrointestinal and nutritional complications in children with neurological impairment. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2017;65(2):242–264. PubMed doi: 10.1097/MPG.0000000000001646
2. Ogden CL, Kuczmarski RJ, Flegal KM, et al. Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts for the United States: improvements to the 1977 National Center for Health Statistics version. Pediatrics. 2002;109(1):45–60. PubMed doi: 10.1542/peds.109.1.45
3. Mehta NM, Corkins MR, Lyman B, et al; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Board of Directors. Defining pediatric malnutrition: a paradigm shift toward etiology-related definitions. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2013;37(4):460–481. PubMed doi: 10.1177/0148607113479972
4. Oftedal S, Davies PS, Boyd RN, et al. Body composition, diet, and physical activity: a longitudinal cohort study in preschoolers with cerebral palsy. Am J Clin Nutr. 2017;105(2):369–378. PubMed doi: 10.3945/ajcn.116.137810
5. Walker JL, Bell KL, Stevenson RD, Weir KA, Boyd RN, Davies PS. Differences in body composition according to functional ability in preschool-aged children with cerebral palsy. Clin Nutr. 2015;34(1):140–145. PubMed doi: 10.1016/j.clnu.2014.02.007
6. van den Berg-Emons RJ, van Baak MA, Westerterp KR. Are skinfold measurements suitable to compare body fat between children with spastic cerebral palsy and healthy controls? Dev Med Child Neurol. 1998;40(5):335–339. PubMed doi: 10.1111/j.14698749.1998.tb15385.x
7. García-Contreras AA, Vásquez-Garibay EM, Romero-Velarde E, Ibarra-Gutierrez AI, Troyo-Sanroman R. Energy expenditure in children with cerebral palsy and moderate/severe malnutrition during nutritional recovery. Nutr Hosp. 2015;31(5):2062–2069. PubMed doi: 10.3005/nh.2015.31.5.8588
8. Day SM, Strauss DJ, Vachon PJ, Rosenbloom L, Shavelle RM, Wu YW. Growth patterns in a population of children and adolescents with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2007;49(3):167–171. PubMed doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00167.x
9. Brooks J, Day S, Shavelle R, Strauss D. Low weight, morbidity, and mortality in children with cerebral palsy: new clinical growth charts. Pediatrics. 2011;128(2):e299–e307. PubMed doi: 10.1542/peds.2010-2801
10. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1997;39(4):214–223. PubMed doi: 10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x
11. Stevenson RD, Conaway M, Chumlea WC, et al; North American Growth in Cerebral Palsy Study. Growth and health in children with moderate-to-severe cerebral palsy. Pediatrics. 2006;118(3):1010–1018. PubMed doi: 10.1542/peds.2006-0298
12. Liptak GS, O'Donnell M, Conaway M, et al. Health status of children with moderate to severe cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2001;43(6):364–370. PubMed doi: 10.1111/j.1469-8749.2001.tb00223.x
13. Fung EB, Samson-Fang L, Stallings VA, et al. Feeding dysfunction is associated with poor growth and health status in children with cerebral palsy. J Am Diet Assoc. 2002;102(3):361–373. PubMed doi: 10.1016/S0002-8223(02)90084-2
14. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl. 2007;109:8–14. PubMed
15. Samson-Fang L, Fung E, Stallings VA, et al. Relationship of nutritional status to health and societal participation in children with cerebral palsy. J Pediatr. 2002;141(5):637–643. PubMed doi: 10.1067/mpd.2002.129888

16. Henderson RC, Lark RK, Gurka MJ, et al. Bone density and metabolism in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. Pediatrics. 2002;110(1):e5. PubMed doi: 10.1542/peds.110.1.e5
17. Chumlea WC, Guo SS, Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. J Am Diet Assoc. 1994;94(12):1385–1391. PubMed doi: 10.1016/0002-8223(94)92540-2
18. Stevenson RD. Use of segmental measures to estimate stature in children with cerebral palsy. Arch Pediatr Adolesc Med. 1995;149(6):658–662. PubMed doi: 10.1001/archpedi.1995.02170190068012
19. Addo OY, Himes JH. Reference curves for triceps and subscapular skinfold thicknesses in US children and adolescents. Am J Clin Nutr. 2010;91(3):635–642. PubMed doi: 10.3945/ajcn.2009.28385
20. Addo OY, Himes JH, Zemel BS. Reference ranges for midupper arm circumference, upper arm muscle area, and upper arm fat area in US children and adolescents aged 1–20 y. Am J Clin Nutr. 2017;105(1):111–120. PubMed doi: 10.3945/ajcn.116.142190
21. Viñals-Labañino CP, Velazquez-Bustamante AE, Vargas-Santiago SI, Arenas-Sordo ML. Usefulness of cerebral palsy curves in Mexican patients: a cross-sectional study. J Child Neurol. 2019;34(6):332–338. PubMed doi: 10.1177/0883073819830560
22. Araújo LA, Silva LR. Anthropometric assessment of patients with cerebral palsy: which curves are more appropriate? J Pediatr (Rio J). 2013;89(3):307–314. PubMed doi: 10.1016/j.jped.2012.11.008
23. Wright CM, Reynolds L, Ingram E, Cole TJ, Brooks J. Validation of US cerebral palsy growth charts using a UK cohort. Dev Med Child Neurol. 2017;59(9):933–938. PubMed doi: 10.1111/dmcn.13495
24. Ruiz Brunner MLM, Cuestas E, von Kries R, et al. Growth patterns in children and adolescents with cerebral palsy from Argentina and Germany. Sci Rep. 2023;13(1):8947. PubMed doi: 10.1038/s41598-023-34634-6

**【英文原件请参阅 *PEDIATRICS 2026;157(4):e2025072504*】**