

# 脑性瘫痪儿童合并骨折

刘少山, 宿玉玺\*

重庆医科大学附属儿童医院骨科, 重庆

收稿日期: 2024年4月15日; 录用日期: 2024年5月11日; 发布日期: 2024年5月15日

## 摘要

脑瘫患儿常合并肌肉骨骼缺陷等问题, 骨折的发病率较高, 将进一步影响患儿生活质量。本文从脑瘫患儿骨骼脆性增加、受伤风险增加两方面角度阐述骨折发生的原因, 以期为临床工作提供帮助。

## 关键词

脑性瘫痪, 儿童, 骨折, 骨密度降低, 治疗

# Cerebral Palsy Children with Fractures

Shaoshan Liu, Yuxi Su\*

Department of Orthopedics, Children's Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Apr. 15<sup>th</sup>, 2024; accepted: May 11<sup>th</sup>, 2024; published: May 15<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Children with cerebral palsy are often complicated with musculoskeletal defects, and the incidence of fractures is high, which will further affect the quality of life of children. This article elaborates on the causes of fracture in children with cerebral palsy from two aspects: increased bone fragility and increased risk of injury, in order to provide help for clinical work.

## Keywords

Cerebral Palsy, Children, Fractures, Decreased Bone Mineral Density, Treatment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

\*通讯作者。

文章引用: 刘少山, 宿玉玺. 脑性瘫痪儿童合并骨折[J]. 临床医学进展, 2024, 14(5): 865-870.

DOI: 10.12677/acm.2024.1451501

## 1. 引言

脑性瘫痪(Cerebral Palsy, CP)是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群, 这种症候群是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致[1]。国外每 1000 个活产儿中就有 2 到 3 人患有脑瘫[2]。在我国 1~6 岁的儿童中, 脑瘫的发病率为 2.48% [3]。脑瘫患儿的肌肉和骨骼存在发育不良和功能缺陷等问题[4]。骨质疏松在脑瘫患儿中很常见, 80%~90%的脑瘫患儿存在骨密度下降[2]。骨骼脆性增加以及受伤风险增加导致脑瘫患儿骨折的风险增加。骨折可导致愈合不良、感染、死亡率增加等并发症[5], 影响患儿生命质量及家庭生活质量。在我国对于脑瘫患儿骨折问题的关注似乎不高, 现对脑瘫患儿骨折的相关问题进行阐述。

## 2. 脑瘫患儿骨折的流行病学特征

研究报告脑瘫儿童每年的骨折发生率  $\leq 4\%$ , 这与无脑瘫儿童的骨折发生率相似[5] [6] [7]。与正常儿童相比, 脑瘫患儿的骨折分布有所不同。既往的研究提示脑瘫患儿以下肢骨折为主[8], 但近期的大型研究发现, 脑瘫儿童上肢骨折的发病率(50.23%)高于下肢骨折的发生率(38.76) [6]。但在脑瘫患儿中, 随着 GMFCS 水平的升高, 下肢骨折的发生率逐渐上升, 特别是股骨骨折[7]。发生于脊柱和骨盆的骨折较少, 可能与该部位骨密度下降幅度较小有关[6]。男性脑瘫患儿骨折的发生率要高于女性脑瘫患儿, 这可能于青春期激素和活动状态有关[7]。

## 3. 脑瘫儿童骨折的原因

既往文献对脑瘫患儿骨折的原因进行了丰富的讨论, 虽然所得出的结论有所争议, 但大多数证据表明脑瘫患儿骨折与骨密度降低、GMFCS 水平、癫痫及抗癫痫治疗等有关[6] [7] [8]。各种因素相互作用, 使得脑瘫患儿处于骨折的高风险中。本文从脑瘫患儿骨骼脆性增加、受伤风险增加两方面进行阐述。

### 3.1. 骨骼脆性增加

由于脑性瘫痪患儿中枢性运动和姿势发育障碍, 导致其骨骼发育存在缺陷。同时这类患儿的合并症也可导致骨密度降低, 如吞咽困难及难以表达饥饿所导致的营养不良, 合并癫痫时使用抗癫痫药物对骨骼的影响等。这些因素导致脑性瘫痪儿童的骨骼脆性增加, 在对抗创伤时容易发生骨折, 即使受到轻微创伤。

#### 3.1.1. 骨骼发育缺陷

研究表明, 脑瘫患儿的肌肉和骨骼均严重发育不全和薄弱, 即使是能走动的轻度脑瘫患儿也不例外。然而, 肌肉体积小、活动能力差可能是 CP 患儿骨骼发育不良的主要原因。同时肌肉的脂肪和胶原浸润程度高、非典型肌肉激活和肌肉痉挛等因素可能使肌骨关系复杂化。与正常发育的儿童相比, 严重脑瘫儿童的骨干、皮质和髓腔要薄 27~43%, 股骨中段的体积要小 51%~55%。轻度脑瘫儿童的骨干薄 15%, 皮质薄 15%~30%, 中骨皮质体积小 30%。脑瘫患儿除了存在骨大小和皮质骨结构缺陷外, 骨小梁结构也存在相当大的缺陷。与正常发育儿童的骨骼相比, 他们的骨小梁更少更薄。股骨干骺端, 骨小梁体积比整体骨小梁体积小 30%, 骨小梁减少 20%, 骨小梁变薄 12%。同时, 离干骺端越远这种减少越严重。脑瘫患儿股骨远端骨小梁微结构缺失, 这与该部位脆性骨折的高发生率一致[4]。

骨髓中脂肪浓度高可能导致 CP 患儿骨强度低和骨脆性增加[9] [10]。Whitney 等人[9]发现与正常发育的儿童相比, 无论是在重度还轻度脑瘫患儿中, 骨髓中都存在较多脂肪浸润。骨髓脂肪与骨骼结构和成分呈负相关[10]。

脑性瘫痪患儿中生长激素 - 胰岛素样生长因子(Growth Hormone-Insulin-like Growth Factor-1, GH-IGF)轴的受损可导致该类患儿骨骼生长发育异常。生长激素(Growth Hormone, GH)及其代谢产物胰岛

素样生长因子-1 (Insulin-Like Growth Factor-1, IGF-1)在骨重建的调节中具有重要作用; IGF-1 介导了 GH 对骨骼代谢的大部分作用, 通过调节成骨细胞的分化功能来增加骨形成[11]。GH-IGF-1 轴分泌的异常与骨代谢的改变相关。Devesa 等[12]在测定 46 名脑瘫儿童血浆生长激素的水平时发现, 70%的脑瘫儿童缺乏生长激素。Ali 等人[13]发现脑瘫患儿中骨量减可能与 IGF-1 水平降低有关。后续 Ali 等人[14]通过对脑瘫患儿进行 18 个月的生长激素治疗, 发现生长激素可以显著改善骨密度。

### 3.1.2. 骨密度降低

维生素 D 可促进钙和磷的吸收, 对于正常的骨骼系统发育和矿化至关重要, 维生素 D 缺乏是导致 CP 患儿骨密度降低的重要原因之一[15] [16]。脑瘫儿童常合并喂养困难, 吞咽困难、口唇和舌控制受损、牙齿问题、吸收不良综合征导致的喂养问题可能导致生长迟缓和骨骼发育受损[15], 这使得脑瘫患儿维生素 D 的摄取减少。约有 50%的脑瘫患儿患有癫痫[17]。研究发现长期使用抗癫痫药物(Antiepileptic Drug, AED)可影响骨的正常代谢, 导致骨密度降低, 增加骨折风险[18]。AED 对骨的作用机制, 一是酶诱导型 AED 加速维生素 D 的代谢, 降低 25 羟化维生素 D 和 1.25 羟化维生素 D 水平, 另一种机制是非酶诱导型 AED 可能导致低钙血症, 刺激甲状旁腺素释放, 以牺牲骨钙水平来恢复血钙水平[19]。除抗癫痫药物外, 常用于治疗 CP 患儿胃食管返流症的质子泵抑制剂也会因剥夺机体维生素 D 而对骨骼健康产生不良影响, 包括钙和镁的吸收减少[20]。脑瘫患儿因活动受限, 似乎他们暴露于阳光之下的机会要比健康儿童少。人体 90%以上的维生素 D 需求是通过阳光照射来满足的[21]。阳光暴露不足被认为是导致脑瘫儿童维生素 D 缺乏的最常见因素之一[22]。

吞咽困难和难以表达的饥饿等问题是导致脑瘫儿童营养不良的重要原因[23]。最新研究发现脑瘫患儿合并营养不良的发病率为 40% [24]。营养不良在导致生长发育迟缓的同时, 还会导致肌肉萎缩。肌肉分泌的相关因子参与骨骼的调控, 影响骨骼的生长、发育、发展, 肌肉质量是决定骨强度的重要因素[25]。脑瘫患儿肌肉发育缺陷和营养不良导致的肌肉萎缩, 使得该类患儿骨骼脆性增加。

脑瘫患儿坐、卧时间较正常儿童较长, 特别是严重的不能行走的患儿, 导致脑瘫患儿在日常生活中缺乏负重。骨骼暴露于生长所需要的负荷时间减少, 且疾病和手术造成的长期制动进一步加剧了这一问题[26], 这可能导致骨密度降低, 而已既往文献已经发现物理治疗可以改善该类患儿的骨密度[27]。

既往发生的骨折, 在治疗中由于长时间的固定可导致骨量丢失, 增加后续骨折的风险[27]。

## 3.2. 受伤风险增加

### 3.2.1. 运动、平衡障碍

脑瘫患者的粗大运动功能通常采用粗大运动功能分级系统(Gross Motor Function Classification System, GMFCS)进行分级, 可以评估不同领域的粗大运动功能, 包括移动、姿势和平衡, 1~3 级的患者具有不同程度的行走能力, 而 4 或 5 级的患者则需要使用轮椅进行移动[28] [29]。可以行走的脑瘫儿童由于运动技能和平衡能力受损, 跌倒风险可能增加[6]。

虽然 GMFCS 4~5 级患者活动范围减少, 他们受伤的机会明显减少, 但是该类患儿获得合并症几率增加, 导致骨密度下降明显[17], 常常发生不明原因的骨折。

诊断为癫痫的脑性瘫痪患儿骨折发生率(13.9%)明显高于无癫痫诊断的患儿[6]。除抗癫痫药物的影响外, 癫痫发作时可使患儿跌倒、与周围物体发生碰撞而导致骨折[30]。癫痫时患儿肌肉痉挛、强直收缩, 脆弱的骨骼在强大的作用力下也可发生断裂[31]。

### 3.2.2. 康复训练、护理中的失误

脑性瘫痪患儿为了改善运动功能需要定期行康复治疗。康复训练时发生的骨折其主要原因为脑瘫儿

童不配合、抵抗运动训练、运动师手法不正确。以及家长的不专业和粗心等[32]。脑瘫患儿除了在运动方面的疾病, 患儿还可能患认知功能受损、智力障碍会阻碍等神经精神异常的疾病。他们不能很好地配合运动师的治疗。在治疗时, 患儿因无法正确的表达自己的感受, 运动师无法即使调整治疗的力度和手法。在护理中也面临着同样的问题, 患儿表达困难和护理人员缺乏专业知识及粗心的护理, 导致患儿在轻微创伤下发生脆性骨折, 特别是卧床的脑瘫患儿。

#### 4. 脑瘫患儿骨折的治疗

对于患有脑性瘫痪的儿童, 骨折的治疗是一个挑战[33], 但是骨折后该采取什么方法治疗存在一定争议。Leet 等人[34]研究结果表明, 脑瘫患儿股骨骨折可以非手术治疗, 但是该研究中可以活动的患者中, 手术治疗和保守治疗导致的并发症几率相似; 在非活动的患者中, 保守治疗的并发症发生率(1/2)远大与手术治疗的并发症发生率(1/6)。Silva 等人[33]认为脑瘫患儿股骨骨折最好采取保守治疗, 即使发生畸形愈合, 在不能行走的患儿中对畸形愈合的容忍度较高。然而 Persiani 等人[35]认为从最大限度恢复功能的角度考虑, 切开复位内固定是防止畸形愈合的首选方法, 尤其是干骺端和骨干远端骨折; 对于 GMFCS 2~3 级的患者, 手术可以恢复或至少维持骨折前的功能水平; 对于 GMFCS 4~5 级的患者, 手术可以减少固定时间, 防止褥疮的发展。脑瘫儿童骨折的治疗应该进行个性化治疗, 根据患儿的骨折部位、活动情况、骨质疏松情况来选择治疗方式。

#### 5. 小结与展望

脑瘫患儿继发骨折是多种因素共同作用的结果, 这类患儿骨折的发病率并不罕见, 特别是严重脑瘫儿童股骨的骨折, 进一步影响患儿的生活质量。骨折的治疗也与正常儿童有所区别。所以必须对该类患儿骨折问题加强关注。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] Vitrikas, K., Dalton, H. and Breish, D. (2020) Cerebral Palsy: An Overview. *American Family Physician*, **101**, 213-220.
- [3] 李晓捷, 邱洪斌, 姜志梅, 等. 中国十二省市小儿脑性瘫痪流行病学特征[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(5): 378-383.
- [4] Modlesky, C.M. and Zhang, C. (2020) Complicated Muscle-Bone Interactions in Children with Cerebral Palsy. *Current Osteoporosis Reports*, **18**, 47-56. <https://doi.org/10.1007/s11914-020-00561-y>
- [5] Whitney, D.G. (2023) 5-Year Fracture Risk among Children with Cerebral Palsy. *Pediatric Research*, **93**, 996-1002. <https://doi.org/10.1038/s41390-022-02207-4>
- [6] Linton, G., Hägglund, G., Czuba, T., et al. (2022) Epidemiology of Fractures in Children with Cerebral Palsy: A Swedish Population-Based Registry Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **23**, Article No. 862. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05813-9>
- [7] Granild-Jensen, J.B., Pedersen, A.B., Kristiansen, E.B., et al. (2022) Fracture Rates in Children with Cerebral Palsy: A Danish, Nationwide Register-Based Study. *Clinical Epidemiology*, **14**, 1405-1414. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S381343>
- [8] Ana, P., Dabney, K.W. and Miller, F. (2007) Fractures in Patients with Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **27**, 147-153. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3180317403>
- [9] Whitney, G.D., Singh, H., Miller, F., et al. (2017) Cortical Bone Deficit and Fat Infiltration of Bone Marrow and Skeletal Muscle in Ambulatory Children with Mild Spastic Cerebral Palsy. *Bone*, **94**, 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2016.10.005>
- [10] Whitney, D.G., Peterson, M.D., Devlin, M.J., et al. (2018) Bone Marrow Fat Physiology in Relation to Skeletal Meta-

- bolism and Cardiometabolic Disease Risk in Children with Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, **97**, 911-919. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000981>
- [11] Nazif, H., Shatla, R., Elsayed, R., *et al.* (2017) Bone Mineral Density and Insulin-Like Growth Factor-1 in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Child's Nervous System*, **33**, 625-630. <https://doi.org/10.1007/s00381-017-3346-9>
- [12] Devesa, J., Casteleiro, N., Rodicio C., *et al.* (2010) Growth Hormone Deficiency and Cerebral Palsy. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, **6**, 413-418. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S12312>
- [13] Ali, O., Shim, M., Fowler, E., *et al.* (2007) Spinal Bone Mineral Density, IGF-1 and IGFBP-3 in Children with Cerebral Palsy. *Hormone Research*, **68**, 316-320. <https://doi.org/10.1159/000109088>
- [14] Ali, O., Shim, M., Fowler, E., *et al.* (2007) Growth Hormone Therapy Improves Bone Mineral Density in Children with Cerebral Palsy: A Preliminary Pilot Study. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, **92**, 932-937. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-0385>
- [15] Akpinar, P. (2018) Vitamin D Status of Children with Cerebral Palsy: Should Vitamin D Levels Be Checked in Children with Cerebral Palsy? *Northern Clinics of Istanbul*, **5**, 341-347. <https://doi.org/10.14744/nci.2017.09581>
- [16] Alenazi, K.A. (2022) Vitamin D Deficiency in Children with Cerebral Palsy: A Narrative Review of Epidemiology, Contributing Factors, Clinical Consequences and Interventions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, **29**, 2007-2013. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.026>
- [17] 郭英英, 郝燕. 脑瘫患儿的骨密度研究进展[J]. 中国康复, 2021, 36(3): 185-188.
- [18] Fan, D., Miao, J., Fan, X., *et al.* (2019) Effects of Valproic Acid on Bone Mineral Density and Bone Metabolism: A Meta-Analysis. *Seizure: European Journal of Epilepsy*, **73**, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2019.10.017>
- [19] Hamed, S.A. (2016) Markers of Bone Turnover in Patients with Epilepsy and Their Relationship to Management of Bone Diseases Induced by Antiepileptic Drugs. *Expert Review of Clinical Pharmacology*, **9**, 267-286. <https://doi.org/10.1586/17512433.2016.1123617>
- [20] Yaşar, E., Adigüzel, E., Arslan, M., *et al.* (2018) Basics of Bone Metabolism and Osteoporosis in Common Pediatric Neuromuscular Disabilities. *European Journal of Paediatric Neurology*, **22**, 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2017.08.001>
- [21] Seth, A., Aneja, S., Singh, R., *et al.* (2017) Effect of Impaired Ambulation and Anti-Epileptic Drug Intake on Vitamin D Status of Children with Cerebral Palsy. *Paediatrics and International Child Health*, **37**, 193-198. <https://doi.org/10.1080/20469047.2016.1266116>
- [22] Manohar, S. and Gangadaran, R.P. (2017) Vitamin D Status in Children with Cerebral Palsy. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, **4**, 615-619. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20170719>
- [23] Almuneef, A.R., Almajwal, A., Alam, I., *et al.* (2019) Malnutrition Is Common in Children with Cerebral Palsy in Saudi Arabia—A Cross-Sectional Clinical Observational Study. *BMC Neurology*, **19**, Article No. 317. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1553-6>
- [24] da Silva, D.C.G., de Sá Barreto da Cunha, M., *et al.* (2022) Malnutrition and Nutritional Deficiencies in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Public Health*, **205**, 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2022.01.024>
- [25] 黄宏兴, 吴青, 李跃华, 等. 肌肉、骨骼与骨质疏松专家共识[J]. 中国骨质疏松杂志, 2016, 22(10): 1221-1229+1236.
- [26] Wort, U.U., Nordmark, E., Wagner, P., *et al.* (2013) Fractures in Children with Cerebral Palsy: A Total Population Study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **55**, 821-826. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12178>
- [27] Mughal, M.Z. (2014) Fractures in Children with Cerebral Palsy. *Current Osteoporosis Reports*, **12**, 313-318. <https://doi.org/10.1007/s11914-014-0224-1>
- [28] Palisano, R.J., Rosenbaum, P., Bartlett, D. and Livingston, M.H. (2008) Content Validity of the Expanded and Revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **50**, 744-750. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03089.x>
- [29] 王秋, 罗蓉. 脑瘫儿童粗大运动功能分级与高危因素相关性分析: 基于流行病学调查的研究[C]//中国康复研究中心. 第八届北京国际康复论坛论文集(上册). 2013: 224-233.
- [30] Andersen, N.B. and Jørgensen, N.R. (2022) Impaired Bone Health as a Co-Morbidity of Epilepsy. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, **36**, Article 101755. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2022.101755>
- [31] Babunovska, M., Jovanovski, A., Boskovski, B., *et al.* (2023) Fractures in People with Epilepsy: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *Epilepsia Open*, **8**, 1028-1037. <https://doi.org/10.1002/epi4.12776>
- [32] 张彬, 段华林, 汤孟平, 等. 脑瘫患儿运动训练中骨折的原因分析及对策[J]. 当代护士(专科版), 2010(2): 49-50.
- [33] Silva, L.C.A., Asma, A., Ulusaloglu, A.C., *et al.* (2022) Closed Displaced Femur Fractures in Children with Nonambulatory Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, **32**, 452-460.

<https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000001048>

- [34] Leet, A.I., Shirley, E.D., Barker, C., Launay, F. and Sponseller, P.D. (2009) Treatment of Femur Fractures in Children with Cerebral Palsy. *Journal of Children's Orthopaedics*, **3**, 253-258. <https://doi.org/10.1007/s11832-009-0191-8>
- [35] Persiani, P., Murgia, M., Ranaldi, F.M., *et al.* (2018) The Treatment of Femoral Fractures in Children with Cerebral Palsy. *La Clinica Terapeutica*, **169**, e18-e22.