

病例报告：脊髓损伤患者的恢复

——一例非典型脊髓损伤的临床观察

晏露, 叶洁盈, 罗文姬, 陈卓铭*

暨南大学附属第一医院康复科, 广东 广州

收稿日期: 2025年3月24日; 录用日期: 2025年4月19日; 发布日期: 2025年4月24日

摘要

本病例报告描述了一名26岁男性患者, 在一次车祸中发生T5~T6胸段脊髓损伤。初步影像学检查确提示T5~T6椎体骨折, 损伤水平以下完全丧失运动和感觉功能(ASIA损伤分级A)。尽管初次外科减压手术效果不佳, 但通过药物治疗、神经肌肉电刺激(NMES)、以及强化物理治疗的综合干预, 患者实现了部分感觉恢复(改善至T8感觉水平)并提高了功能独立性。本案例强调了早期多模式康复对优化完全脊髓损伤患者神经恢复潜力的重要性。

关键词

脊髓损伤, 神经源性膀胱, 康复治疗, 病例报告

Case Report: Recovery of a Spinal Cord Injury Patient

—Clinical Observation on a Case of Atypical Spinal Cord Injury

Lu Yan, Jieying Ye, Wenji Luo, Zhuoming Chen*

Department of Rehabilitation, The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou Guangdong

Received: Mar. 24th, 2025; accepted: Apr. 19th, 2025; published: Apr. 24th, 2025

Abstract

This case report describes a 26-year-old male patient who sustained a T5~T6 thoracic spinal cord injury in a traffic accident. Initial imaging studies confirmed vertebral fractures at T5~T6, with complete loss of motor and sensory function below the level of injury (ASIA impairment scale A). Despite

*通讯作者。

文章引用: 晏露, 叶洁盈, 罗文姬, 陈卓铭. 病例报告: 脊髓损伤患者的恢复[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 2821-2825.
DOI: 10.12677/acm.2025.1541245

the initial surgical decompression being suboptimal, through a comprehensive intervention of pharmacological treatment, neuromuscular electrical stimulation (NMES), and intensive physical therapy, the patient achieved partial sensory recovery (improved to T8 sensory level) and increased functional independence. This case underscores the importance of early multimodal rehabilitation in optimizing the neurologic recovery potential of patients with complete spinal cord injuries.

Keywords

Spinal Cord Injury, Neurogenic Bladder, Rehabilitation Therapy, Case Report

Copyright © 2025 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

1. 病例介绍

起病经过：患者，26岁，男性，2024年1月因交通事故致腰部疼痛及双下肢无力。初步影像学检查显示T5~T6椎体骨折，诊断为T5~T6胸段脊髓完全性损伤(ASIA A分级)，即损伤水平以下完全瘫痪且失去感觉。患者接受了急诊手术固定治疗，但术后下肢完全无力，无自主运动或感觉，并出现大小便失禁，需要全面支持性护理。六个月后，患者未见明显运动或感觉功能恢复，于2024年7月1日再次接受手术治疗，手术后转入康复科进行进一步的治疗。

2. 入院临床综合评估

患者转入康复医学科后，我们为他进行了系统地体格检查，以量化神经损伤程度并建立康复治疗基线数据。

基础生命体征与颅神经评估：患者神志状态清醒，高级脑功能查体正常，时间、空间定向力正常，未检出认知功能障碍或意识水平改变。仰卧位体格检查显示双下肢自主运动功能完全丧失，体位转换过程中诉腰部及髋关节区域牵拉性疼痛。颅神经系统检查结果显示：双侧瞳孔等圆等大，直接与间接对光反射灵敏，各对颅神经支配区域运动及感觉功能均无异常。

上肢功能学评估：双上肢各肌群肌力均维持在5/5级(Medical Research Council 分级标准)，其中肩关节外展、肘关节屈曲、腕关节背伸及握力评估均达正常范围。未观察到肌容积减少、肌束震颤等异常运动现象。感觉系统检查显示：双上肢轻触觉、针刺痛觉、振动觉及关节位置觉均完整保留，双侧肱二头肌腱反射(C5~C6)、肱三头肌腱反射(C6~C7)对称存在(++), 病理反射未引出。

下肢功能学评估：运动功能评估显示双下肢呈完全性瘫痪(0/5级, MRC 分级)，髋关节屈肌群(L1~L2)、膝关节伸肌群(L3~L4)及踝关节肌群(L5~S1)均未诱发任何自主收缩活动。肌张力评估示下肢肌群弛缓性瘫痪，未检测到痉挛或肌张力增高现象。本体感觉检查证实T5~T6脊髓节段支配区以下所有感觉模态(含轻触觉、针刺痛觉、振动觉及关节位置觉)完全丧失，温度觉检查显示同等平面以下温度辨别能力缺失。双侧膝腱反射(L2~L4)及跟腱反射(S1~S2)均未引出(0/4级)，下肢区域未检测到阵挛、Babinski征等病理性反射。

自主神经功能评估：排泄功能：下尿路功能评估符合神经源性膀胱及肠道功能障碍的典型表现，表现为储尿期与排尿期调控功能双重障碍，当前实施清洁间歇导尿方案进行膀胱管理。

皮肤系统评估：损伤平面以下区域出现自主性体温调节功能障碍，表现为局部皮肤温度升高($\Delta T =$

1.8℃)。皮肤完整性评估显示骶尾部皮肤呈轻度红斑样改变(Braden 评分 14 分),提示压力性损伤风险升高,入院时未发现开放性皮肤损伤。

3. 诊断

入院诊断:完全性脊髓损伤(T5~T6 节段, ASIA A 级)。

功能诊断:1) 运动障碍;2) 感觉障碍;3) 神经源性膀胱;4) 神经源性肠。

4. 治疗方案与经过

本病例的治疗采取了多学科综合干预,包括手术治疗、药物治疗和物理康复。

4.1. 护理干预

优先采取褥疮预防措施,使用气垫床并定期翻身以减轻压迫点,促进血液循环。针对患者神经源性膀胱,实施间歇性导尿,并制定合理的液体摄入计划,以优化膀胱功能。并定期完善尿常规、尿培养等检查,预防尿路感染等并发症,尤其是由于导尿引起的尿路感染。

4.2. 药物治疗

深静脉血栓预防:给予利伐沙班(Rivaroxaban) 15 mg/日,预防因长期卧床导致的深静脉血栓。

膀胱功能管理:给予琥珀酸索利那新(Solifenacin Succinate) 5 mg/日,控制膀胱过度活跃,改善排尿功能。

神经再生治疗:给予甲钴胺(Mecobalamin) 0.5 mg 三次/日和注射用鼠神经生长因子(NGF) 18 µg/日,促进神经修复和神经可塑性。

4.3. 物理治疗

神经肌肉电刺激(NMES):每日三次,每次 20 分钟,应用于下肢肌肉(50 Hz, 200 µs 脉宽, 10 s 开/20s 关),预防肌萎缩,刺激肌肉收缩。

经皮神经电刺激(TENS):每日三次,每次 20 分钟,频率为 50~100 Hz,缓解疼痛,改善肌张力。

功能性电刺激(FES):45 分钟/日,通过表面肌电生物反馈诱发臀肌 10%~15%最大自主收缩(MVC)。

4.4. 运动治疗

关节活动度(ROM)锻炼:进行被动和主动的关节活动度锻炼,保持关节灵活性,预防关节挛缩。

立位训练:使用电动倾斜床帮助患者进行负重训练,刺激骨密度,改善血液循环。

下肢训练:每日进行 30 分钟的功率自行车训练,改善血液循环,增强心肺功能,促进下肢肌力恢复。

5. 治疗结果、随访及转归

经过一个月的康复治疗,患者进行随访检查,评估其进展。感觉功能:感觉恢复至 T8 水平, T10 以下仍完全丧失感觉,但肛周感觉保持完整。球海绵体反射(BCR)阳性,提示有进一步神经恢复的潜力。运动功能:观察到轻微的肌肉收缩,肌力为 1 级,表明有可能通过持续治疗实现逐步恢复。日常生活活动能力(ADLs):患者可独立完成坐位转换,但在体位转移至站立位时仍需辅助支持,日常生活活动仍存在显著功能限制,需依赖外部辅助完成。

6. 讨论

脊髓损伤(Spinal Cord Injury, SCI) [1]作为神经系统重大致残性疾病,其功能恢复预后受多因素共同

影响,包括损伤节段定位、神经损伤程度、临床干预窗口期及治疗方案选择等。本病例通过 26 岁 T5~T6 节段完全性脊髓损伤男性患者的临床管理实践,证实个体化康复方案对促进神经功能代偿具有重要临床价值[2]。

神经源性膀胱功能障碍:作为脊髓损伤最常见的继发性损害,该病症源于脊髓与中枢排尿调控网络间的神经传导通路中断[3]。本病例呈现典型的反射性膀胱功能障碍特征,表现为储尿期膀胱压力升高伴自主排尿功能丧失,符合上运动神经源性膀胱的尿动力学特征。

下肢运动功能康复:患者运动功能的重建受损伤平面、残存神经纤维数量、康复介入时机及新型治疗技术应用等多维度因素影响。在这些病例中,尽管该患者初始神经学评估为完全性损伤(ASIA 分级 A 级),患者损伤平面以下完全丧失感觉运动功能。但由于我们早期对给予了功能性电刺激(FES)及系统性的肢体运动训练,再辅以神经生长因子等药物治疗,有效激活了损伤平面下残存的前角细胞,在预防失用性肌萎缩的同时促进了部分肌群的功能重塑[4]。电刺激不仅通过激活 α 运动神经元维持肌肉收缩能力,更通过逆向轴突运输促进神经营养因子在损伤局部的富集。动物实验证实,电刺激可上调脑源性神经营养因子(BDNF)和胶质细胞源性神经营养因子(GDNF)表达,这与本病例中观察到的神经功能阶梯式恢复可能存在因果关系。此外,倾斜床站立训练产生的机械应力刺激,可能通过激活 Wnt/ β -catenin 信号通路促进骨代谢平衡,这对预防脊髓损伤患者特征性的骨质疏松进展具有积极意义。

神经再生治疗进展:当前神经再生研究领域呈现快速发展态势,涵盖干细胞移植疗法、基因编辑技术以及神经营养因子等创新性治疗策略。临床前研究数据显示这些干预手段能有效促进轴突再生和突触重塑,但其临床转化仍面临作用机制解析、给药途径优化及长期安全性验证等关键科学问题[5]。例如,在干细胞移植领域,间充质干细胞(MSCs)和诱导多能干细胞(iPSCs)的定向分化调控仍存在技术瓶颈,其迁移归巢效率与脊髓微环境中的抑制因子(如 Nogo-A、RhoA)的相互作用机制尚未完全阐明。近期有实验数据显示鞘内注射脐带源 MSCs 可使 40% 完全性脊髓损伤患者感觉平面下移 ≥ 2 个节段,但其运动功能改善仍受限於神经突触再髓鞘化障碍[6]。在基因治疗方面,CRISPR-Cas9 技术虽能靶向敲除 Nogo 受体基因以解除生长锥抑制,但载体递送系统的细胞特异性与脱靶效应风险仍需优化。值得注意的是,本病例联合应用神经营养因子与电刺激产生的协同效应,可能通过激活 PI3K/Akt/mTOR 通路增强神经元存活率,这与 Rao [7] 等 2023 年在《Nature Neuroscience》报道的“电化学耦合干预”策略具有机制同源性。未来研究需着重探索多模态治疗的时序协同效应,建立基于生物标志物(如血清 GFAP、CSF-tau 蛋白)的动态疗效预测模型,以实现精准康复治疗[8]。

7. 结论

本病例报告阐述了脊髓损伤(Spinal Cord Injury, SCI)病理机制的复杂性及其功能预后的高度个体化特征。研究表明,尽管近年来在神经源性膀胱的多学科协作管理、阶梯式康复策略优化以及神经再生医学技术研发等领域取得了长足进步,然而针对高位脊髓损伤患者实现显著功能恢复仍存在诸多挑战。临床证据提示[9],基于精准评估的早期康复介入、结合生物力学优化的先进物理治疗方案,以及干细胞疗法与组织工程技术的综合干预方案,可能显著改善 SCI 患者的神经重塑潜力,从而为其长期功能恢复创造更有利的神经生物学条件。

脊髓损伤后神经可塑性调控:近年基础研究揭示,脊髓损伤后中枢神经系统仍保留一定程度的神经重塑能力,这主要通过轴突发芽、突触重组及神经网络功能代偿等机制实现。本病例中观察到的感觉平面下移(T5~T6 至 T8)及球海绵体反射恢复现象,可能与脊髓损伤后下行抑制通路的代偿性激活有关。针对这一机制,当前临床实践中逐步引入重复经颅磁刺激(rTMS)和经脊髓直流电刺激(tsDCS)等神经调控技术[10],通过调节皮质脊髓束兴奋性来促进神经环路功能重组。

多模态康复协同效应：本案例实施的药物-物理联合干预方案，体现了时序性治疗策略的临床价值。急性期应用神经营养因子为轴突再生创造微环境，亚急性期通过电生理刺激维持运动终板兴奋性，慢性期则借助功能性训练诱导突触效能强化，这种阶段特异性干预模式可能通过表观遗传调控影响神经修复进程。值得注意的是，患者在接受功率自行车训练期间，经表面肌电监测发现股四头肌募集阈值降低，提示运动皮层与脊髓中枢间存在功能性连接重建[11]。

未来研究应着重探索神经调控技术与传统康复手段的时序组合优化，特别是将非侵入性脑刺激技术与任务导向性训练进行参数化整合。同时，基于生物标志物的精准康复评估体系亟待建立，通过多模态神经影像学(如弥散张量成像)联合神经电生理监测，动态追踪皮质重组与脊髓传导通路重构进程，为制定个体化神经修复方案提供量化依据。本病例的长期随访数据将进一步揭示多模式康复对完全性脊髓损伤患者神经功能转归的持续影响。

参考文献

- [1] Anjum, A., Yazid, M.D., Fauzi Daud, M., Idris, J., Ng, A.M.H., Selvi Naicker, A., *et al.* (2020) Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, **21**, Article No. 7533. <https://doi.org/10.3390/ijms21207533>
- [2] Hu, X., Xu, W., Ren, Y., Wang, Z., He, X., Huang, R., *et al.* (2023) Spinal Cord Injury: Molecular Mechanisms and Therapeutic Interventions. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, **8**, Article No. 245. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01477-6>
- [3] Cao, Y., Zhu, S., Yu, B. and Yao, C. (2022) Single-Cell RNA Sequencing for Traumatic Spinal Cord Injury. *The FASEB Journal*, **36**, e22656. <https://doi.org/10.1096/fj.202200943r>
- [4] Liu, K., Dong, X., Wang, Y., Wu, X. and Dai, H. (2022) Dopamine-Modified Chitosan Hydrogel for Spinal Cord Injury. *Carbohydrate Polymers*, **298**, Article ID: 120047. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120047>
- [5] Quadri, S.A., Farooqui, M., Ikram, A., Zafar, A., Khan, M.A., Suriya, S.S., *et al.* (2018) Recent Update on Basic Mechanisms of Spinal Cord Injury. *Neurosurgical Review*, **43**, 425-441. <https://doi.org/10.1007/s10143-018-1008-3>
- [6] Karamian, B.A., Siegel, N., Nourie, B., Serruya, M.D., Heary, R.F., Harrop, J.S., *et al.* (2022) The Role of Electrical Stimulation for Rehabilitation and Regeneration after Spinal Cord Injury. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, **23**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/s10195-021-00623-6>
- [7] Rao, S. and Treggiari, M.M. (2021) Anesthesia for Acute Spinal Cord Injury. *Anesthesiology Clinics*, **39**, 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2020.11.011>
- [8] Fehlings, M.G., Wilson, J.R., Harrop, J.S., Kwon, B.K., Tetreault, L.A., Arnold, P.M., *et al.* (2017) Efficacy and Safety of Methylprednisolone Sodium Succinate in Acute Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Global Spine Journal*, **7**, 116S-137S. <https://doi.org/10.1177/2192568217706366>
- [9] Walters, B.C. (2013) Methodology of the Guidelines for the Management of Acute Cervical Spine and Spinal Cord Injuries. *Neurosurgery*, **72**, 17-21. <https://doi.org/10.1227/neu.0b013e318276ed9a>
- [10] Sherrod, B., Karsy, M., Guan, J., Brock, A.A., Eli, I.M., Bisson, E.F., *et al.* (2019) Spine Trauma and Spinal Cord Injury in Utah: A Geographic Cohort Study Utilizing the National Inpatient Sample. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **31**, 93-102. <https://doi.org/10.3171/2018.12.spine18964>
- [11] Pelletier, C. (2023) Exercise Prescription for Persons with Spinal Cord Injury: A Review of Physiological Considerations and Evidence-Based Guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **48**, 882-895. <https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0227>