

# 全麻下行丘脑底核脑深部电刺激术治疗帕金森病的研究进展

于铭麒 南勇善<sup>(通讯作者)</sup>

(延边大学附属医院(延边医院) 吉林延边 133000)

**【摘要】** 帕金森病(PD)是常见的神经退行性疾病,丘脑底核脑深部电刺激术(STN-DBS)已成为中晚期PD重要治疗手段。本文对全麻下STN-DBS治疗PD的研究进展进行综述,涵盖手术原理、疗效、优势、挑战及未来方向等,为临床应用和研究提供参考。

**【关键词】** 帕金森病;丘脑底核脑深部电刺激术;全麻;研究进展

Research Progress on Deep Brain Stimulation (DBS) of the Subthalamic Nucleus Under General Anesthesia for Parkinson's Disease by

Yu Mingqi Nan Yongshan<sup>(Corresponding Authors)</sup>

(Yanbian University Affiliated Hospital (Yanbian Hospital), Jilin, Yanbian 133000)

**[Abstract]** Parkinson's disease (PD) is a common neurodegenerative disorder, and deep brain stimulation (DBS) of the subthalamic nucleus (STN-DBS) has become an important therapeutic approach for mid-to-late stage PD. This article reviews the research progress of STN-DBS under general anesthesia for PD, covering surgical principles, efficacy, advantages, challenges, and future directions, providing references for clinical application and research.

**[Key words]** Parkinson's disease; deep brain stimulation of the subthalamic nucleus; general anesthesia; research progress

## 一、引言

帕金森病(Parkinson's disease, PD)是一种常见的神经退行性疾病,其主要病理特征为中脑黑质多巴胺能神经元进行性退变,导致纹状体多巴胺水平显著降低,从而引发一系列运动症状,如震颤、肌强直、运动迟缓及姿势平衡障碍等,严重影响患者的生活质量。随着病情进展,患者对药物治疗的反应逐渐减弱,且会出现药物相关的运动并发症,如异动症、剂末现象等。丘脑底核脑深部电刺激术(subthalamic nucleus deep brain stimulation, STN-DBS)作为一种有效的治疗手段,为中晚期PD患者带来了新的希望。在手术实施过程中,麻醉方式的选择对手术的顺利进行及患者的预后有着重要影响,全麻因其独特的优势在STN-DBS手术中得到了越来越广泛的应用。本文将对全麻下行STN-DBS治疗PD的研究进展进行详细综述。

## 二、帕金森病概述

### 2.1 流行病学特点

PD的发病率随年龄增长而显著增加,在65岁以上人群中,其发病率约为1-2%,且男性略高于女性。随着全球人口老龄化进程的加速,PD的患病人数预计将持续上升,给社会和家庭带来沉重的负担。

### 2.2 发病机制

PD的确切发病机制尚未完全明确,目前认为是遗传因素、环境因素及神经系统老化等多种因素相互作用的结果。遗传因素在家族性PD中起着重要作用,已发现多个与PD相关的致病基因,如 $\alpha$ -突触核蛋白( $\alpha$ -synuclein)基

因、Parkin基因、PINK1基因等。环境因素中,长期接触杀虫剂、除草剂等可能增加PD的发病风险。神经系统老化是PD发病的重要基础,随着年龄增长,黑质多巴胺能神经元逐渐退变,其对氧化应激、线粒体功能障碍等损伤因素的抵抗能力下降,从而导致PD的发生。

### 2.3 临床表现

PD的临床表现复杂多样,主要包括运动症状和非运动症状。运动症状是PD的核心表现,其中静止性震颤常为首发症状,多始于一侧上肢远端,静止时出现或明显,随意运动时减轻或停止,紧张时加剧,入睡后消失;肌强直表现为被动运动关节时阻力增加,且这种阻力在运动过程中始终保持一致,类似弯曲软铅管的感觉,称为“铅管样强直”,若患者同时合并震颤,则可感觉到在均匀的阻力中出现断续停顿,如同转动齿轮,称为“齿轮样强直”;运动迟缓表现为随意运动减少,动作缓慢、笨拙,早期常表现为手指精细动作如系鞋带、扣纽扣等困难,随着病情进展,可累及全身,出现起身、行走困难等;姿势平衡障碍在疾病中晚期出现,患者常表现为姿势反射障碍,容易跌倒,严重影响患者的生活自理能力。非运动症状包括嗅觉障碍、睡眠障碍、自主神经功能障碍、精神障碍等,这些症状同样严重影响患者的生活质量,且在疾病早期即可出现,部分患者甚至在运动症状出现之前就已存在非运动症状。

## 三、丘脑底核脑深部电刺激术(STN-DBS)

### 3.1 手术原理

STN-DBS的具体作用机制尚未完全明确,但目前普遍认为其主要通过以下几种方式发挥作用。首先,高频电刺激

可以抑制丘脑底核神经元的异常活动,从而调节基底节-丘脑-皮质神经环路的功能。在PD患者中,由于黑质多巴胺能神经元退变,导致基底节神经环路中的神经递质失衡,丘脑底核神经元活动过度增强,这种异常的神经活动通过神经环路传导至大脑皮质,引起运动功能障碍。而STN-DBS的高频电刺激可以直接抑制丘脑底核神经元的过度兴奋,使其发放冲动的频率和模式恢复正常,进而改善神经环路的功能。其次,电刺激可能影响神经递质的释放和代谢。研究表明,STN-DBS可以调节 $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)、谷氨酸等神经递质的释放,改变神经环路中神经递质的平衡,从而改善PD患者的症状。此外,电刺激还可能通过调节神经可塑性,促进受损神经功能的恢复。长期的电刺激可以改变神经细胞的结构和功能,促进神经细胞之间的突触连接重建,增强神经环路的适应性和代偿能力。

### 3.2 手术过程

#### 3.2.1 术前评估

在进行STN-DBS手术前,需要对患者进行全面而细致的评估。这包括详细的病史采集,了解患者PD的发病时间、症状进展情况、药物治疗效果及不良反应等;全面的神经系统体格检查,评估患者的运动功能、肌张力、震颤情况等;神经心理学评估,判断患者是否存在认知障碍、抑郁等精神症状,因为这些因素可能影响手术效果及患者的预后;影像学检查,如头颅磁共振成像(MRI),用于精确确定脑深部核团的位置及形态,为手术靶点定位提供重要依据;此外,还需进行必要的实验室检查,评估患者的心肺功能等全身状况,以确保患者能够耐受手术。

#### 3.2.2 靶点定位

STN-DBS手术成功依赖于靶点定位的准确性。常用方法包括基于解剖学的间接定位和基于影像学的直接定位。间接定位通过头颅标志与脑核团的相对位置关系来确定靶点,但个体差异限制了其准确性。直接定位法利用MRI、MRS、DTI等影像技术,直接观察丘脑底核,提高靶点定位的精确度。MRI清晰显示核团边界和结构,MRS分析代谢物变化,DTI显示神经纤维走行,减少并发症。

#### 3.2.3 电极植入

在全麻下,患者头部被固定于立体定向框架上,以确保手术过程中头部位置的稳定。根据术前确定的靶点坐标,使用立体定向仪引导将刺激电极准确植入丘脑底核。手术过程中,通常采用微电极记录技术(MER)来进一步确认电极的位置。MER通过将微电极插入丘脑底核,记录单个神经元的电活动信号,根据这些信号的特征,如放电频率、节律等,判断电极是否到达目标位置。当电极位置确认无误后,将其固定于颅骨上,并连接延长导线,通过皮下隧道将导线引至胸部皮下,与埋藏于此的脉冲发生器相连。脉冲发生器可以产生不同频率、电压和脉宽的电刺激信号,通过电极传递至丘脑底核,从而发挥治疗作用。

## 四、全麻在STN-DBS手术中的应用

### 4.1 全麻的优势

#### 4.1.1 患者舒适度高

在全麻状态下,患者意识消失,对手术过程无感知,不会因手术操作带来的不适而产生恐惧、焦虑等不良情绪,大大提高了患者的舒适度。这对于一些对手术耐受性较差、精神高度紧张的患者尤为重要,可以有效减少患者在手术过程中的应激反应,降低手术风险。

#### 4.1.2 便于手术操作

全麻可以使患者的肌肉充分松弛,避免患者在手术过程中出现不自主的运动,从而为手术医生提供一个稳定的手术操作环境,有利于电极的精确植入。此外,全麻状态下患者的呼吸、循环等生理功能可以通过麻醉机等设备进行精确调控,保证患者在手术过程中的生命体征平稳,减少因生理状态波动对手术操作的影响。

#### 4.1.3 减少术中并发症

与局麻相比,全麻可以更好地控制患者的气道,防止误吸等并发症的发生。在STN-DBS手术中,患者头部固定于立体定向框架上,体位相对特殊,若采用局麻,患者在手术过程中可能因吞咽反射等原因导致气道不畅,增加误吸的风险。而全麻可以通过气管插管等方式确保气道通畅,有效降低术中并发症的发生率。

### 4.2 全麻对脑电活动的影响及应对策略

#### 4.2.1 影响

全麻药物的使用会对大脑的电活动产生一定的抑制作用,这可能会干扰术中丘脑底核神经元电活动的监测,影响电极植入位置的准确性判断。例如,常用的吸入性麻醉药如异氟烷、七氟烷等,以及静脉麻醉药如丙泊酚等,均可降低神经元的兴奋性,使脑电活动的频率和幅度降低。在使用MER进行靶点定位时,全麻状态下记录到的神经元电活动信号可能会变得不清晰、不稳定,增加了判断电极位置的难度。

#### 4.2.2 应对策略

为了克服全麻对脑电活动的影响,临床上采取了一系列应对策略。首先,在麻醉药物的选择和使用上进行优化。尽量选择对脑电活动影响较小的麻醉药物,并根据患者的具体情况调整药物剂量和给药方式。例如,在保证麻醉深度的前提下,适当减少丙泊酚的用量,或者采用丙泊酚与右美托咪定等联合用药的方式,以减轻对脑电活动的抑制作用。其次,采用先进的监测技术。如引入人工智能分析电生理信号技术,结合机器人辅助电极植入以及术中通过AI辅助电生理监测,利用人工智能算法对复杂的脑电信号进行分析和处理,提高对电极位置判断的准确性。

## 五、STN-DBS治疗PD的疗效

### 5.1 运动症状改善

多项研究表明, STN - DBS 对 PD 患者的运动症状具有显著的改善作用。术后患者的震颤、肌强直和运动迟缓等症明显减轻, 运动功能评分如统一帕金森病评定量表 (UPDRS) 中的运动评分部分显著提高。例如, 在一项多中心的临床研究中, 对接受 STN - DBS 手术的 PD 患者进行长期随访, 发现术后 1 年患者的 UPDRS III 评分较术前平均降低了 30% - 50%, 患者的日常活动能力得到了极大提升, 如行走、穿衣、进食等动作变得更加流畅和自如。此外, STN - DBS 还可以显著改善 PD 患者的药物诱发的异动症, 使患者在服用抗 PD 药物时能够更好地控制症状, 减少药物不良反应的发生。

### 5.2 生活质量提升

随着运动症状的改善, PD 患者的生活质量也得到了显著提升。患者能够更好地参与社会活动, 恢复一定的工作和生活自理能力, 其心理状态和社会交往能力也得到了改善。研究显示, 术后患者的生活质量评分如帕金森病生活质量问卷 (PDQ - 39) 得分明显降低, 表明患者在身体功能、心理状态、社会关系等多个方面的生活质量均有显著提高。许多患者在术后能够重新回归正常生活, 与家人和朋友保持更密切的联系, 对生活的满意度明显增加。

### 5.3 长期疗效稳定性

STN - DBS 的长期疗效稳定性也得到了大量研究的证实。长期随访结果显示, 术后 5 年甚至 10 年以上, 患者仍能维持较好的治疗效果, 运动症状持续改善, 生活质量保持在较高水平。例如, 一项长达 10 年的随访研究发现, 接受 STN - DBS 手术的 PD 患者在术后 10 年内, UPDRS 评分虽有一定程度的波动, 但总体仍维持在较术前显著改善的水平, 且药物剂量较术前明显减少。这表明 STN - DBS 不仅在短期内能够有效改善 PD 患者的症状, 而且其长期疗效稳定, 能够为患者提供持久的治疗获益。

## 六、STN - DBS 治疗 PD 的优势

### 6.1 可逆性与可调节性

与传统的神经毁损术不同, STN - DBS 是一种可逆的治

疗方法。如果术后患者出现不良反应或治疗效果不佳, 可以通过调整脉冲发生器的参数, 如电刺激的频率、电压、脉宽等, 来改变治疗效果。若不良反应严重或出现其他特殊情况, 还可以将电极和脉冲发生器取出, 使患者的身体状态恢复到手术前的水平。这种可逆性和可调节性为患者提供了更多的治疗选择和安全保障, 尤其适用于病情复杂多变或对治疗效果有特殊要求的患者。

### 6.2 减少药物剂量及副作用

STN - DBS 可以显著减少 PD 患者对药物的依赖, 术后患者往往可以减少 30% - 50% 的抗 PD 药物剂量。随着药物剂量的减少, 药物相关的副作用如恶心、呕吐、异动症、精神症状等也明显减轻。这不仅提高了患者的生活质量, 还减少了长期大量服用药物对身体其他器官的潜在损害, 降低了药物治疗的风险。

### 6.3 对中轴症状的潜在改善作用

虽然 STN - DBS 对 PD 患者的中轴症状如姿势步态障碍、吞咽困难等的改善作用相对较弱, 但一些研究表明, 术后部分患者的中轴症状也能得到一定程度的缓解。这可能与 STN - DBS 对基底节神经环路的整体调节作用有关, 通过改善神经环路的功能, 间接影响与中轴症状相关的神经结构和功能, 从而对中轴症状产生一定的改善效果。尽管这种改善作用不如对运动症状那么显著, 但对于提高 PD 患者的整体生活质量仍具有重要意义。

## 七、结论

尽管 STN - DBS 手术在治疗帕金森病方面取得了显著的疗效, 但仍面临诸多挑战与问题。手术风险、术程控的复杂性以及高昂的费用问题, 都在一定程度上限制了该技术的广泛应用。因此, 未来需要进一步深入研究, 优化手术技术, 提高手术安全性; 同时, 加强术程控的管理与培训, 提升医生的专业水平; 此外, 还需探索降低手术及设备费用的途径, 争取更多的医保政策支持, 以减轻患者的经济负担。只有这样, 才能使 STN - DBS 手术更好地服务于广大帕金森病患者, 提高他们的生活质量, 为帕金森病的治疗开辟更为广阔的前景。

### 参考文献:

- [1]刘畅, 徐锦, 陈鹏, 等. 丘脑底核脑深部电刺激术治疗帕金森病患者的临床疗效分析[J]. 贵州医药, 2025, 49 (02): 239-241.
- [2]白宇彤, 杨岸超, 张建国. 帕金森病脑深部电刺激术治疗进展[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2025, 25 (01): 17-23.
- [3]谢东, 郭鹏航, 张佳南, 等. 脑深部电刺激术治疗帕金森病的机制和靶点选择新进展[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2024, 18 (06): 85-89.
- [4]徐明, 陶英群, 金海, 等. 丙泊酚瑞芬太尼全麻对机器人辅助丘脑底核脑深部电刺激术的影响[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26 (04): 163-166.
- [5]曲婧, 王军. 全麻下行丘脑底核脑深部电刺激术治疗帕金森病的研究进展[J]. 中国初级卫生保健, 2020, 34 (06): 102-105.