

北部战区总医院神经外科 陶英群

人机融合 神经功能调控步入智能时代

与机器人 DBS 结缘

DBS 手术是将电极埋植到患者大脑深部特定位置的功能核团或称为靶点,通过发放电脉冲来改善运动障碍性疾病患者的临床症状,治疗范围包括帕金森病、肌张力障碍、自发性震颤、癫痫等。第一套 DBS 植入设备(脑起搏器)于 1987 年开发应用于帕金森病治疗,到 2012 年,越来越多患者了解并认可了这一诊疗理念。

2012 年,陶英群的诊室来了一位 79 岁的老太太,因帕金森病吃药疗效下降,仅能维持个把小时,一天需要吃 10 来片药,严重影响生活质量,因此特别希望能做 DBS 手术改善生活质量。然而,当时的专家共识认为 75 岁以上应慎重。原因是当时 DBS 手术的第一步骤需要用立体定向框架手工辅助定位,局麻进行,需要 3~6 小时,高龄患者难以忍受如此长时间的手术,风险较大。看着老人被疾病折磨而束手无策,陶英

群心里特别不是滋味,也暗暗下决心,未来一定要在适用年龄上进行突破,能做到快速定位。

在 2015 年解放军总医院举办的第六届全国功能神经外科大会上,陶英群看到了解决这一问题的希望。在会上,主办方现场直播了国内第一台机器人 DBS 手术,找来很多国外专家从早上开始做手术,一直到晚上,手术却失败了。当时得出的结论是机器人 DBS 手术不宜开展。然而这场手术却深深吸引了台下陶英群的目光。“机械臂非常准,不准一定是应用的问题,或者一些关键技术环节出了问题!”

幸运的是,第二年,陶英群便迎来了接触这台他念念不忘机器人的机会。医院领导想引进一些新业务和新技术,陶英群立马说出了想要引进手术机器人的想法,获得了医院的大力支持,第二个星期,一台崭新的手术机器人来到了陶英群面前。

2023 推动行业前行的力量
十大医学创新专家



陶英群 教授

医师报讯(融媒体记者 袁佳)从浑身震颤、动作无序,到自主站立、行动自如,仅需一个“开机”动作,这便是脑深部电刺激术(DBS)的魅力所在。而国家神经外科手术机器人专委会常委、中国医师协会神经调控专委会常委、北部战区总医院神经外科陶英群教授则将这种技术进行了进一步创新,提出“机器人校正注册法”“陶氏 DBS 手术评分法”等创新方案,将 DBS 手术技术误差从 1.9 mm 缩小到 0.5 mm,将 5、6 个小时的手术时间缩短到 1 小时,开辟了“机器人 DBS 手术技术”的全新临床诊疗模式,引领了 DBS 手术植入技术的发展。



精准 高效 机器人 DBS 魅力无限

机器人 DBS 最初是为了用于功能神经外科的癫痫手术。DBS 消除癫痫病灶需要一次放 10 多根电极,用框架手工定位计算靶点,完成一个手术靶点的一根电极脑内植入得半小时左右,整个手术一做就得 7~8 个小时甚至一天。而机器人效率高,第一个电极 5 分钟、第二个 3 分钟就放好了,平均 1 个多小时就能植入十几根电极完成手术,帮患者减轻痛苦,大大提高了手术效率和患者的舒适度。

然而当时国际上都认为神经外科手术机器人尽管效率高,但精准度或误差>2 mm 甚至 3 mm,仅能满足癫痫手术的需要,对精度要求非常高(至少<2 mm)的 DBS 手术不适合。当时学术界普遍认为立体定向框架手术植入精度最高,误差平均在 1.9 mm,是辅助开展 DBS 手术的金标准。

刚拿到手术机器人的

陶英群迅速进入了机器人的熟悉与探索。从常规的癫痫手术、脑出血血肿清除等对精度要求在 3 mm 左右能接受的手术(脑出血的血肿直径范围 3~10 cm,完全能满足临床需要)进行熟悉,逐渐过渡到 DBS。白天开展机器人手术,晚上进行 DBS 算法模型探索。

机器人对大脑图像进行匹配时,注册误差是数学模型中最关键的一环。

在不断探索和实践过程中,陶英群发现注册误差最主要来自于标记骨钉的金属伪影,为了消除伪影,注册时的数据算法向内侧移动 0.5 mm(挪多少根据提供的 CT 情况),机器人注册误差明显缩小,这样一下子就准了。”就这样,陶英群团队发明了“机器人校正注册法”,并将研究成果发表在《美国神经外科杂志》,加之其他环节的精进,陶英群把 DBS 手术的既有流

程打破了,开辟了一个全新的临床诊疗模式。

机器人应用“校正注册法”后,电极植入脑内误差从 2~3 mm 降低至 0.5 mm 以内,手术精度得到明显提高。陶英群说:“精度的提升意义重大,患者颅内控制疾病的有效区域仅 2 mm 内,如果误差>2 mm 则可能影响周围的语言、感觉系统,从而影响疗效。而 0.5 mm 的精度可明显提高疗效和安全性。”



陶英群教授(中)正在开展机器人 DBS 手术

推广出去 让更多患者受益

2016 年,“机器人校正注册法”已经非常成熟,到了 9 月,陶英群就想如何将这项技术推广出去。“当时很多专家都认为这项技术推广不了,就只能我们团队会做。我说那不行,好的技术必须得推广出去让更多患者用上,不然就白研究了。”于是,陶英群开始致力于从理论到科研到临床的立体转化和推广。

他们发表了 30 余篇机器人 DBS 手术相关论文,建立一套完整的理论体系,临床路径不断完善。他们到各地举办学习班,到哪家医院都随时开展手术直播,有时一天要直播 4 台手术。同时不断积累病例,陶英群所在中心目前已经开展了 4000 余例机器人精准手术,包括 800 余例机器人 DBS 手术。2021 年,陶英群牵头与国内专家一起制定了首部《神经外科手术机器人 DBS 手术的中国专家共识》。

如今,机器人 DBS 手术在国内已推广到了 150 家左右的单位,陶英群所在中心成为亚太区域唯一的机器人 DBS 手术培训基地,很多国外专家前来学习并在自己中心应用,手术精度也大大提升。日前,北京天坛医院张建国教授在一篇述评中明确提出,机器人 DBS 手术精度明显高于立体定向框架植入。

推广技术的同时,陶

英群不忘进一步探索,其中突破手术年龄一直是陶英群希望做的。“对于高龄帕金森病患者的 DBS 手术在机器人辅助下已经得以实现,10 年前我不敢做的手术,现在我们在全国大量推广。我们中心做手术患者的最大年龄是 89 周岁,现在已经 90 多岁了,效果非常好。作为医生,可能最大的成就感就来自于此!”

日前,陶英群已联合国内四家中心开展了一个关于机器人 DBS 在 75 岁以上患者的回顾性研究,也是目前全球最大病例的研究,进行长期随访和跟踪,最长随访 7 年,效果非常令人满意,文章已投到《美国神经外科杂志》。该研究数据详实,也是对目前国内外专家共识或治疗指南的一个有益补充。

针对 DBS 手术局麻存在的患者术中不配合、大脑波动增加的手术误差和风险,以及局麻后患者因恐惧导致的术后谵妄,陶英群提出全麻下开展机器人 DBS 植入,研究成果发表在国际权威杂志 Nature 子刊。针对医生 DBS 手术熟练程度评价,陶英群又开发了“陶氏 DBS 手术评分法”,通过将 DBS 手术百余个相关影响因素融合,作出线性回归方程数学模型,在国际上首创评价体系,帮助功能性外科医生开展手术技术评价,更好地推动技术开展。

智能神经外科时代来临

对于机器人 DBS 植入技术未来的发展前景,陶英群充满信心。从适应证的拓展方面,近期已有研究用于卒中后肢体功能障碍、偏瘫失语等,患者症状得到明显改善和缓解。陶英群所在的中心也一直在开展前沿性探索,如采用 DBS 手术治疗偏瘫等。

陶英群认为,在经历了显微神经外科、介入神

经外科后,智能神经外科将成为神经外科领域的主流。智能神经外科高度依赖于数学算法、计算机网络,在这样的时代背景下,一定要加强对年轻医生在技术上、术前规划设计等方面的培养和发展,灌输科学的临床思维方式和将临床问题转化为机器操作模型的思维方式,培养更多的高端神经外科医生,实现人机配合下的高精度手术操作,将来才能造福更多百姓。