·专家述评·　　doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2018.06.001

我国麻醉学科未来的发展与微创麻醉

李　洪

（陆军军医大学第二附属医院麻醉科，重庆 400037）

［中图法分类号］ R614　　［文献标识码］ A　　［文章编号］ 1671-8348(2018)06-0721-03

李　洪

在我国进入新时代之际，我们面临一个科技飞速发展的时代，新技术、新理念不断诞生，有时会颠覆人们的想象。美国加州大学麻醉学家 RONALD D MILLER 教授，早在 2004 年中华麻醉学分会全国麻醉年会上就对麻醉学发展到 2024－2030 年的景象进行了展望，当时在国内麻醉学界引起了不小的震动[1]。迄今已 14 年过去了，虽然目前 MILLER 教授的预言一个也没有实现，但有关麻醉的理念、技术和管理模式等方面的变革已初露端倪，在余下的 10 年多时间里，麻醉学科的发展可能会更加迅猛、更加出乎意外。

随着麻醉监测技术的提升和麻醉药物的更新，我国的麻醉水平和安全性都得到了极大的提高。然而，我国麻醉学科正面临着四大主要的挑战和机遇，(1)科学技术的迅猛发展带动手术技术的微创化发展，将催生麻醉技术的微创化；(2)加速康复外科(enhanced recovery after surgery，ERAS)和围术期医学理念的提出，进一步推动麻醉的微创化转变；(3)政府对医疗成本的严格控费，将促使麻醉更经济、更微创；(4)我国巨大的麻醉需求量与麻醉医师严重短缺的矛盾，将加速麻醉的微创化、智能化发展。因此，国内的麻醉同行一定要抓住机遇、迎接挑战，伴随我国科技的腾飞，从而实现对国外麻醉技术的超越。

1　手术的微创化发展将催生麻醉技术的微创化转变

2016 年《福布斯》撰文展望了未来 15 年影响世界的主要五大技术，其中有 3 项技术即基因组技术、纳米技术和机器人技术与医学密切相关，预示着未来 15 年医学技术的发展将彻底改变现有的手术方式和医疗行为。比如目前国内使用的达芬奇机器人手术系统，尽管从 2000 年开展第 1 台手术迄今已有 17 年了，但该机器仍体积庞大，需要较大的机械臂配合使用。而今正在进入临床的软体机器人、纳米机器人、分子机器人等技术的快速发展，将会开启医疗的新纪元，使手术方式发生彻底改变。2017 年 1 月，《Science Translational Medicine》期刊上报道了一项新的研究成果，由美国哈佛大学和波士顿儿童医院的研究人员合作完成开发了一款可在不与血液接触的情况下帮助心脏跳动泵血的软体机械装置，或许能将软体机器人用于心力衰竭患者的治疗，这预示着软体机器人在疾病的治疗上展示了崭新的前景；2016 年加拿大蒙特利尔综合理工学院 SYLVAIN MARTEL 教授在《自然纳米技术》杂志上报道了利用纳米机器人有效地将药物运载到肿瘤深处和缺氧区，预示着纳米机器人可成功用于肿瘤的治疗。因此，许多学者和专家推测未来几年内纳米机器人在医学上的发展和应用将会带来一场医学革命，进入体内的纳米机器人将在抗癌、去除血块、粉碎结石等诸多方面发挥巨大的作用，其治疗方式是非常微创的，完全摒弃了传统的疾病治疗方法。因此，随着科学技术的发展手术治疗的微创化是大势所趋。

然而，微创手术已经在临床中广泛应用，如腹腔镜、胸腔镜、胆道镜、经皮肾镜、尿道镜、胃肠镜等内镜技术，以及各种介入手术的开展，使得一些以前需要外科手术治疗的患者转向内科治疗，比如食道、胃、肠等消化道的早期肿瘤病变可以有消化科医生在内镜下进行手术治疗；一些以前需要开刀的手术如胆道取石、前列腺切除、肾盂取石、膀胱肿瘤切除等手术可以在内镜下进行治疗，无需开刀，出血也非常微量；此外，还有一些老年、危重患者难以承受的高风险、大型手术，现在也可以通过微创的介入手术进行治疗，如原来需要在体外循环转流下实施的主动脉瓣置换术现在可以经导管主动脉瓣置入术(transcatheter aortic valve implantation，TAVI)来实现，具有手术时间短、风险低、创伤小、康复快等优点[2-3]。

这一系列微创手术技术的应用，使外科医生不断突破手术的禁区，让高龄、高危的患者能够承受这些微创手术的低风险，这也是目前手术患者中高龄、高危患者比例逐年增加的主要原因。然而，这类患者的麻醉风险并未因手术风险的降低而减少，甚至会因微创手术的特殊操作需要而增加麻醉风险。比如，保留自主呼吸的非气管插管胸腔镜手术麻醉既要求保持良好的镇静镇痛，又需要在防止缺氧和严重高碳酸血症的情况下保留自主呼吸，同时还要为手术医生提供良好的暴露条件[4]；TAVI 手术麻醉则需要在脱离体外循环对心、脑等重要脏器功能进行支持的条件下维持机体较稳定的循环灌注，而 TAVI 术中诱发快速心室起搏、球囊扩张与瓣膜释放等操作时造成严重

作者简介：李洪(1970－)，陆军军医大学第二附属医院麻醉科主任，主任医师、教授，博士生导师。美国弗吉尼亚大学博士后，德国柏林心脏中心访问学者。现任中华医师协会麻醉学医师分会委员、中国心胸血管麻醉学会疼痛学分会副主任委员、中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会常务委员、中国心胸血管麻醉学会围术期康复分会常务委员、中国中西医结合学会麻醉学专业委员会常务委员、重庆市医院协会麻醉管理专业委员会主任委员、重庆市中西医结合学会麻醉学分会主任委员、重庆市医学会麻醉学分会副主任委员、重庆市医学会疼痛学分会副主任委员、重庆抗癌协会肿瘤麻醉与镇痛委员会副主任委员。长期从事微创麻醉与围术期重要器官功能保护的基础及临床研究。主持国家自然科学基金项目 3 项、重庆市自然科学基金重点项目 2 项、全军医学科研计划专项 2 项，发表 SCI 等期刊论文 90 余篇，获军队医疗成果一等奖、三等奖各 1 项。

的、快速的循环紊乱。由此可见，手术的微创化并非意味着麻醉的简单化，针对一些特殊的微创手术，麻醉的风险更大、技术要求更高，这就对麻醉技术提出了更高的要求。因此，必须发展现有的麻醉技术和理念，即以微创化麻醉来应对微创手术，麻醉必然走上微创之路。

2 ERAS 和围术期医学理念的提出，进一步推动麻醉的微创化转变

自 1997 年丹麦 KEHLET 教授提出 ERAS 理念之后，近年来我国的外科学和麻醉学领域也在积极地开展和推广 ERAS 理念。减少患者应激损伤、加速术后康复和降低术后并发症和病死率成为手术医生和麻醉医生共同关注的问题。继 2014 年美国麻醉学年会提出“围术期患者之家”的主题之后，中华医学会麻醉学分会把从“麻醉学向围术期医学”转变作为中国麻醉学科发展的方向，并在 2016 年第二十四次麻醉学年会上，首次设立年会主题——“从麻醉学到围术期医学”，进一步明确了中国麻醉学未来发展的方向[5]。无论是 ERAS 理念还是围术期医学理念，它们的共同点是使手术医生和麻醉医生不再仅仅是关注手术和麻醉本身，而把重心转移到手术患者的快速康复和良好预后上来，医生所采取的一切操作和治疗措施不仅仅为了治疗疾病，更重要的是还要减少损伤、促进康复和提高生存率。因此，麻醉医生应该树立微创的麻醉理念，推动微创麻醉的发展也是未来中国麻醉学科发展的方向。

3 政府对医疗费用的严格控费，将促使麻醉更经济、更微创

此前公布的数据显示，从 1991－2013 年，我国人均医疗费用的年均增长率为 17.49%，明显高于 2013 年我国人均 GDP 8.97%的粗增长率；2015 年我国的医疗费用已突破 4 万亿元。由于医疗费用过快增长、远超同期 GDP 增长率，将会迟滞经济的发展，带来严重的社会问题。因此，控制医疗成本和费用过快和不合理增长成为了国家卫计委的重点工作和医疗体制改革的重点。2015 年国家多部委联合下发了《关于控制公立医院医疗费用不合理增长的若干意见》，严格控制公立医院医疗费用过快和不合理增长。2016 年 6 月，国家卫计委印发《关于尽快确定医疗费用增长幅度的通知》，该通知要求到 2017 年底全国医疗费用增长幅度降到 10%以下。各级地方卫计委直接把责任落实到医院领导，层层把关、措施异常严厉。而医用药品和耗材则是医疗控费的重点。

麻醉费用的控制也将成为必然。相比监护性麻醉（Monitored anesthesia care，MAC）、神经阻滞麻醉和针刺复合麻醉，常规全身麻醉的药品、耗材使用量较大、医疗费用较高，与医疗控费政策相矛盾。因此，结合手术微创化的发展趋势，可以预见气管插管的全身麻醉比例将会下降，相反 MAC、神经阻滞麻醉和针刺复合麻醉等麻醉比例则会增加，而这类麻醉具有非气管插管、阿片类镇痛药用量小、麻醉相关并发症少以及患者术后康复快等优点，这也契合了 ERAS 和围术期医学的理念。因此，医疗政策将会促进经济、微创的麻醉方式的推广和应用。

4 巨大的麻醉需求量与麻醉医师严重短缺的巨大矛盾，将加速麻醉的微创化、智能化发展

目前我国麻醉医生面临严重不足的困境，预计缺口在 30 万人以上。据统计，2015 年中国每万人拥有麻醉医生的数量是 0.5 人，而在美国则是 2.5 人，英国为 2.8 人。这与发达国家相比相差 5 倍以上。其原因主要有 3 个方面：(1)由于医疗水平的提高和舒适化医疗的开展，我国麻醉需求量逐年递增 10%以上。据统计 2014 年全国住院手术人次同比增长 10.05%，2003－2014 年复合增长率为 10.58%；(2)麻醉医生的工作负荷重、报酬低、成就感不足等问题突出[6]。据统计，我国 70%以上的麻醉医生平均每天工作时间超过 10 h；根据 2008－2015 年第一季度猝死医生调查显示，29 例猝死的医生中，麻醉医生占到 14 例，从事麻醉也成了医疗行业的高危职业。然而，高危职业并没有换来高回报，2017 年美国麻醉医生的平均年薪收入为 36.4 万美元，虽然没有这方面的官方数据，但估计全国麻醉医生的平均收入水平不及美国的二十分之一。此外，麻醉医生往往是幕后英雄，默默奉献，他们的贡献鲜为人知，没有得到应有的尊重和肯定，导致麻醉医生成就感缺失，部分麻醉医生中途放弃该职业另谋发展。(3)我国麻醉医生的培训正在与美国等发达国家接轨，一名合格的麻醉医生需要至少 8 年的教育和严格培训，成为一名专科麻醉医生需要更长的时间。可见，与其他行业和医学专业相比，若不从根本上解决麻醉医生高负荷、高风险、低回报的局面，报考和从事麻醉专业的人员数量会越老越少，而正在从事麻醉工作的医生也会不断流失，麻醉医生数量的缺口将会不断增大。该严峻事态已经得到国家层面的重视，2017 年卫计委下发了相关的文件通知，通过成立麻醉护理单元、配置麻醉护士来剥离麻醉医生承担的护理类工作，以减轻麻醉医生的工作负荷；另外还将通过调整各级医院麻醉医师与手术科室医师比例，以期增加麻醉医生人数来缓解麻醉科目前面临的困境。然而，在没有从根本上解决麻醉医生的报酬和地位情况下，想要短时间弥补 30 万麻醉医生的缺口并非易事。

然而，科技的发展正在解决人员不足的问题，机器人医生正在从研发走向临床应用。2017 年 4 月在北京友谊医院举行与机器人 PK 甲状腺肿瘤 B 超片读片的大赛，共有 84 名医生参赛，机器人战胜了 93%的医生。据报道，IBM 公司开发的具有“深度学习”能力的人工智能 Watson 机器人，它能依托庞大的后台数据库，根据就诊患者情况提出个体化的诊断和治疗结论。目前它已作为全球最权威的“肿瘤专家”在临床上进行应用，其诊断速度快、准确率高，还能帮助医生防止漏诊。Watson 学习能力非常强悍，能在 17 s 内阅读 3 469 本医学专著、248 000 篇论文、69 种治疗方案、61 540 次实验数据和106 000 份临床报告。然而即使培养一位勤奋好学的好医生则需要 25～30 年。因此，机器人麻醉医生未来有可能部分或全部取代麻醉医生的工作，尤其是低水平麻醉医生的工作，从而弥补我国麻醉医生数量上的不足。MILLER 教授 2004 年预测“将来的手术室可能没有麻醉医生”可能在未来的十几年后会因此而实现[1]。由此可见，当还在致力于培养 30 万麻醉医生的时候，麻醉机器人可能已经取代了这部分麻醉医生的工作。因此，麻醉机器人的开发和应用将是我国研发工程师、医疗机构和麻醉医生应该共同关注的问题。

2017 年 10 月 25 日，克利夫兰医学中心（Cleveland Clinic）举办的“2017 医学创新峰会”上评选出 2018 年十大医学创新，其中包括混合闭环胰岛素输送系统、远程医疗技术、加强术后康复、住院患者集中监测技术，这几项技术都与麻醉相关。闭

环控制技术已应用到麻醉领域的药物输送，如：闭环肌松注射系统、BIS 闭环靶控丙泊酚输注系统等，今后的镇痛闭环控制、容量闭环控制等诸多闭环控制系统的研发，将使术中麻醉管理更加自动化、智能化；手术患者的集中监测技术将会提高麻醉医生对手术患者的监护效率；基于 ERAS 理念的微创麻醉技术将是实现麻醉智能控制、集中监测和远程控制的基础。随着微创手术和微创麻醉的开展，将使这类患者的麻醉管理趋于更简单，解决患者的镇静和镇痛成为主要问题，这对于具有人工智能、闭环控制技术的麻醉机器人是很容易实现的。这也将应验 MILLER 教授的另外一个预测“所有的麻醉可能都通过计算机监测反馈系统进行遥控”[1]。因此，麻醉机器人可能会早期应用于微创手术的微创麻醉患者。

5 麻醉理念将由“不麻”向“无麻”的回归

无论是“共享单车”经济模式还是“一带一路”战略的提出，都预示着事物发展的回归规律。我国在二十世纪七十、八十年代，自行车作为主要的交通工具成了人们生活中的重要部分，后来逐渐被汽车、火车、飞机等取代，逐渐淡出人们的视野。然而事隔二十多年之后的今天，大量的自行车又重新回到我们生活中来，但此时的自行车无论是投放和运营的技术还是使用者的理念都与以前截然不同，它既融合了物联网、移动支付等先进技术，又契合了共享经济与绿色出行的新理念，是一种更高水平的回归。同理，“一带一路”战略看似“丝绸之路”的回归，但其起点更高、手段更先进、目标更远大。

麻醉理念同样也在发生回归，作者把麻醉的发展大体分为以下 5 个阶段，即“不麻→局麻→全麻→”完善“局麻→无麻”。我国的近代麻醉已经历了“不麻→局麻→全麻”这 3 个阶段，目前正向“完善”局麻阶段进行转变，最后重新回归到“无麻”。二十世纪九十年代以前，由于麻醉机和相关全麻技术的缺乏，大量的手术依靠椎管内麻醉、神经阻滞和局部浸润等麻醉方式来完成，全麻比例很小；二十世纪九十年代以后至 2010 年，由于麻醉机和全麻技术的普及，全身麻醉比例上升达到高峰[7]；2010 年以后，由于神经刺激仪、超声引导技术和微创手术的开展，以及人口老年化加剧和 ERAS 新理念的兴起，以神经阻滞为代表的局麻技术应用越来越广泛；不同于二十世纪八十年代以前的局麻，而今的局麻是基于可视化引导技术和 ERAS 新理念、采取与七氟烷吸入、右美托咪定镇静等联合使用的更高水平的局麻，因此麻醉效果更完善、更舒适，故称之为“完善”局麻。相对于气管插管的全身麻醉，它又属于微创的麻醉技术[8]。目前正处于全麻向“完善”局麻过渡的阶段。例如 TAVI 手术的麻醉，在开展的初期均采用气管插管的全身麻醉，随着手术操作的更加熟练就过渡到 MAC 麻醉或辅助镇静的局部麻醉，后者取得了与全身麻醉相同的远期效果，且能明显缩短住院时间、加速患者康复。若干年之后，随着纳米技术、基因治疗技术、人工智能等科技的快速发展，手术变得更加微创、甚至无创。在麻醉学领域伴随脑功能研究的深入，人体自然睡眠机制、麻醉剂作用机制、针刺镇痛机制等谜团的完全破解，麻醉将不再需要药物和有创操作来完成，如采用催眠、穴位刺激等无创方式来实现镇静和镇痛，从而实现无创麻醉，即“无麻”。到时将应验 MILLER 教授的又一个预测“在 2025 年麻醉医生引以为豪的区域阻滞技术可能被淘汰”。

目前正处在向“完善”局麻过渡的阶段，恰逢开启微创麻醉的新时代。国内的麻醉医师对神经阻滞、椎管内麻醉具有丰富的经验，对针刺麻醉更具有得天独厚的优势[9]。因此，随着我国在生物科技和人工智能等方面的崛起，重视和积极推动微创和无创麻醉技术的发展，可以预计在不远的将来，我国麻醉学科的发展将必然实现对国外发达国家的超越。

参考文献

[1] RONALD D M. Thefuture of anesthetic practics in the next 20 years[C]. 2004 年中华医学会全国麻醉学术年会论文汇编，廊坊，2004.

[2] D′ERRIGO P，RANUCCI M，COVELLO R D，et al. Outcome after general anesthesia versus monitored anesthesia care in transfemoral transcatheter aortic valve replacement[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth，2016，30(5)：1238-1243.

[3] EHRET C，ROSSAINT R，FOLDENAUER A C，et al. Is local anaesthesia a favourable approach for transcatheter aortic valve implantation? A systematic review and meta-analysis comparing local and general anaesthesia[J]. BMJ Open，2017，7(9)：e016321.

[4] SUNAGA H，BLASBERG J D，HEERDT P M. Anesthesia for nonintubated video-assisted thoracic surgery[J]. Curr Opin Anaesthesiol，2017，30(1)：1-6.

[5] 刘杨，熊利泽. 围术期医学是麻醉学的发展方向[J]. 中华麻醉学杂志，2016，36(1)：3-4.

[6] 黄祺. 麻醉医生人数少、报酬低制约镇痛普及中国舒适医疗如何缩小差距？[J]. 新民周刊，2017，30：86-89.

[7] 于布为. 中国麻醉学科发展 60 年概要[J]. 上海医学. 2009，32(11)：941-943.

[8] 白浪. 微创麻醉[J]. 麻醉与监护论坛，2009，12(5)：286-288.

[9] JIN L，WU J S，CHEN G B，et al. Unforgettable Ups and Downs of Acupuncture Anesthesia in China[J]. World Neurosurg，2017，102(6)：623-631.

（收稿日期：2017-09-18　修回日期：2017-11-26）