

在血管上“绣花”

——记中国主动脉外科领军人物于存涛

■ 本报记者 朱平
通讯员 邓国芳 童小仙

2025年12月的一天,浙江大学医学院附属第二医院(下称“浙大二院”)泛血管和代谢中心的手术室里,一场与时间的赛跑悄然进行。主刀医生、心脏大血管外科主任于存涛教授正为一名主动脉夹层患者实施手术。这种被称为“血管上的炸弹”的疾病,发病率、死亡率极高,传统手术需将患者体温降至深低温,暂停全身血液循环,医生争分夺秒,用比发丝更细的线,在脆弱如湿纸的血管壁上缝合。

这一次,手术有所不同。于存涛取出一套全球首创的“一体式人工血管术中支架系统”,将其精准植入,固定好扣带,关键步骤不过10分钟。

出血极少,时间大幅缩短,脏器损伤风险降低。这一颠覆性的操作,不仅是一场生命救援,更承载了研发者于存涛将复杂主动脉外科手术“简单化”“标准化”,拯救更多患者的初心。

在手术台前站立三十余年,于存涛既是主动脉领域的“拆弹专家”,也是中国主动脉外科创新的破局者。去年年底,从北京南下加盟浙大二院,他的新目标已在心中酝酿:研发结合生物材料与高分子材料的无支架瓣膜。

“这事很难,短期内看不到结果。”于存涛说得平静,眼里却藏着韧劲,“我想,这又会是一次创新的‘长征’。”

手术台上的“定海神针”

外科医生间流传着一个词,叫作“台风”。它指的不仅是技术,更是主刀医生在手术台上那份从容、稳定与掌握全局的能力。在学生与同事口中,于存涛的“台风”是顶尖的。

浙大二院心脏大血管外科副主任医师刘志芳读研时,就被这股“台风”惊艳到了。更多人用“行云流水”来形容于存涛在手术台上的操作:动作干净利落,没有一丝多余。

举重若轻的背后,是成千上万台手术的历练,尤其是与主动脉夹层无数次的交锋。

主动脉是人体最粗的血管,直接连接心脏,像一根主干道将血液输向全身。主动脉夹层就是这条主干道的内膜被高压血流撕裂,血流涌入血管壁中层,形成“假腔”,导致血管随时可能破裂。

这是一种高度风险的疾病。发病后每小时死亡率递增1%,48小时内死亡率高达50%。患者常常在剧痛中突然倒下。

而治疗它的标准手术——主动脉全弓置换支架象鼻术,因难度极大、耗时极长、出血极多,在过去很长一段时间被医生形容为“苦战、血战、死战”。

1990年,未满25岁的于存涛从河北丰宁县医院,来到中国心血管病最高殿堂北京阜外医院进修。第一次目睹了这样一场“血战”。

“手术一做就是一整天,所有人精疲力竭,病人出血动辄上万毫升,术后并发症多,成功率低。”那一幕深深刻进了这名年轻基层医生的心里。

他或许未曾想到,十几年后,自己会成为这一领域的攻坚者,并决心改变这个“以命搏命”的局面。

受中医父亲的影响,于存涛很早就明白,医生是一个需要下苦功的职业。后续读研攻博期间,他保持着每日啃书、术后复盘的习惯,至今在工作中需要什么医学理论,他张口就来。博士毕业考核,他凭借一台许多医院都难以胜任的“经右胸微创切口法乐氏四联症”顺利通关,并提前半年毕业。

留在北京阜外医院后,于存涛在成人外科潜心打磨基本功,光是“取大隐静脉”就专攻了半年,只因牢记主任的教诲:“这关系到患者远期的生命质量。”

2003年,北京阜外医院成立主动脉外科中心。于存涛机缘巧合地进入了这个当时该院最小、也最富挑战的崭新领域。

“既然来了,就要把它做好。”像当年成为丰宁县凤山中学高二(1)班唯一考上本科的学生,工作七年后仅复习三个月,于存涛便考上北京协和医学院硕博连读,他一直淡定地走向别人眼中的“高难度”。

这份淡定,在手术台上化作沉着。浙大二院心脏大血管外科副主任医师沈中华曾在北京跟于存涛学习了一年半时间,对一次险情记忆犹新:在一次复杂的二次手术中,患者血管突发爆裂,高压血流喷涌而出,溅了于存涛满身。

“他一句话没说,手都没停,迅速止血后,才到一边把脸擦干净,回来继续手



于存涛(右三)和科室同事讨论疑难复杂病例。

受访者供图

术。”沈中华说,“事后于老师只平静地说了句‘难免的’。”

从先心病到心脏搭桥,再到主动脉手术,于存涛无一不精,技术全面也是他的底气所在。熟悉他的人都知道,于存涛关胸速度极快,在给科室主任做助手时,就能15分钟完成关胸缝合。“秘诀其实也简单,从开胸第一步就认真止血,每个环节都做到位。”每次被问起其中的诀窍,于存涛的回答总是朴实而深刻,“做任何事都一样,开头糊弄,结局肯定好不了。”

面对复杂、罕见的病情,于存涛的气定神闲是团队最强的“定心丸”。而他思考的远不止自己如何做得更好,更在于如何让这场“苦战、血战”,对患者更友好、让医生更“好做”。

主动脉是人体最粗的血管,直接连接心脏,像一根主干道将血液输向全身。

主动脉夹层就是这条主干道的内膜被高压血流撕裂,血流涌入血管壁中层,

形成“假腔”,导致血管随时可能破裂。

这是一种高度风险的疾病。发病后每小时死亡率递增1%,48小时内死亡率高达50%。患者常常在剧痛中突然倒下。

而治疗它的标准手术——主动脉全弓置换支架象鼻术,因难度极大、耗时极长、出血极多,在过去很长一段时间被医生形容为“苦战、血战、死战”。

早年在县医院,于存涛曾创造420台心脏直视手术无一例死亡的纪录,后又到国内顶级医学院深造。这份兼具临床实战与科研视野的经历,让他深知,一个学科的壮大,离不开规范化的体系和一代代人才的成长。

2005年,于存涛被北京阜外医院外派至南昌一家医院帮扶三个月。当时,地方医院对大血管手术“不敢动”。于存涛带去技术,更带去方法与标准。

刘志芳当时还是一名在手术台旁帮主刀医生做最基础辅助工作的研究生,对这位业界大咖“毫无架子”印象深刻:“那时于主任在业界已经很有名,每次手术他都会提前跟麻醉、体外循环、护士团队逐一沟通,每个步骤的风险点都讲得明明白白,那种对团队协作的尊重,让人

心里特别踏实。”

于存涛的带教风格,被学生们总结为“放手”与“兜底”。在确保安全的前提下,于存涛敢把关键步骤交给年轻医生操作,可一旦学生犹豫,或他察觉到风险,会立刻接过来,稳稳控场。“他站在旁

边,你就有底气,知道有老师‘兜’着。”沈中华说,跟随于存涛学习期间,他们时常面对外院术后的复杂病例,且以二次开胸时组织粘连严重居多,手术异常艰难。于存涛便带着学生像侦探般反复研读影像,推演病情来历,梳理治疗逻辑,

做任何事,从起始基本就能预测结局。如果开头不认真,糊弄着过来,结局就不会好。所以起始至关重要。

——于存涛

人物名片

于存涛,河北丰宁人,北京协和医学院博士,浙大二院心脏大血管外科主任。国家心血管病专家委员会血管外科专业委员会副主任委员。作为我国主动脉外科的领军人物之一,曾获国家科学技术进步奖二等奖等多项国家级奖项,参加国家科委“九五”“十五”“十四五”科技攻关,“863”科技攻关等10余项科研课题的研究,荣获中国发明创业奖人物奖特等奖,创新提出多项主动脉外科优化策略,他带领团队研发了一体式人工血管术中支架系统,在国际上首次提出“主动脉夹层阜外分型”,并推动该分型在国内广泛使用。



于存涛(中)在查房。

受访者供图

主动脉夹层就是这条主干道的内膜被高压血流撕裂,血流涌入血管壁中层,

形成“假腔”,导致血管随时可能破裂。

这是一种高度风险的疾病。发病后每小时死亡率递增1%,48小时内死亡率高达50%。患者常常在剧痛中突然倒下。

而治疗它的标准手术——主动脉全弓置换支架象鼻术,因难度极大、耗时极长、出血极多,在过去很长一段时间被医生形容为“苦战、血战、死战”。

早年在县医院,于存涛曾创造420台心脏直视手术无一例死亡的纪录,后又到国内顶级医学院深造。这份兼具临床实战与科研视野的经历,让他深知,一个学科的壮大,离不开规范化的体系和一代代人才的成长。

2005年,于存涛被北京阜外医院外派至南昌一家医院帮扶三个月。当时,地方医院对大血管手术“不敢动”。于存涛带去技术,更带去方法与标准。

刘志芳当时还是一名在手术台旁帮

主刀医生做最基础辅助工作的研究生,对这位业界大咖“毫无架子”印象深刻:

“那时于主任在业界已经很有名,每次手术他都会提前跟麻醉、体外循环、护士团队逐一沟通,每个步骤的风险点都讲得明明白白,那种对团队协作的尊重,让人



于存涛(左)在进行手术。

受访者供图

那创新救的就是未来的人。”于存涛的目光,并不局限在手术台。

2016年,基于阜外医院超大规模临床病例的深入分析,于存涛在国际上首次系统性提出主动脉夹层的“阜外分型”。这一分型不再仅仅依据破口位置,而是综合考虑主动脉根部、弓部分支血管受累情况、远端撕裂范围等关键因素,犹如绘制了一幅精细的“作战地图”,极大推动了全国主动脉诊疗的规范化。随后,于存涛又牵头建立全国性的主动脉夹层注册登记研究,探索中国患者的独有特点。“欧美的数据不能简单照搬。”他说,如今结合人工智能与影像技术,团队还开发了智能分析平台,迈向精准医疗的新高度。

而于存涛思考的核心始终围绕着主动脉手术最根本的难题:出血。“病人其他器官功能是好的,最终因为出血下不了手术台,这是最大的遗憾。”于存涛说。

传统手术中,人工血管与患者自身脆弱病变血管的缝合口,是出血的“重灾区”。为了在无血视野下完成这最难的缝合,患者需要进入“深低温停循环”状态,即体温降至20℃左右,血液循环暂停。这段时间极其珍贵,通常不能超过30分钟,否则患者面临苏醒困难等巨大风险。而医生需要与时间赛跑,在“停循环”期间快速进行精细缝合。

“能不能不缝?或者少缝?”这个念头在存涛心中盘旋多年。2009年,他画下了第一张草图:将人工血管与金属支架做成一体,像“套袖子”一样植入,用外部扣带固定,实现免缝合。

想法很美好,实现之路却异常艰难。没有先例可循,自己写专利,找厂家合作。许多厂家因复杂的图纸和极高的技术要求望而却步。直到2014年,他才找到愿意合作的伙伴。

从设计、打磨、动物实验、临床试验,到最终获批上市,这条路走了17年。2025年4月,“一体式人工血管术中支架系统”获得国家药监局批准。

这个创新成果的意义是革命性的:将主动脉手术的核心步骤时间从30分钟以上缩短至10分钟以内,显著降低了患者全身脏器缺血损伤的风险;免缝合设计极大地减少了吻合口出血,平均输血量从2000多毫升降至约200毫升。

更重要的是,它大幅降低了手术的技术门槛。“原来需要顶尖专家才能完成的操作,现在更多医生经过培训就能掌握。”于存涛说,这对于中国每年数万例A型主动脉夹层患者而言,意味着救命的机会不再只集中于少数几家顶尖医院。

于存涛喜欢走路,用脚步丈量城市。刚来杭州时,他常在医院和住所之间漫步观察。“北方已经很少有风湿性心脏病了,而南方还有,这和环境、生活习惯有关。”这种对世界保持好奇的习惯,或许正是他能跳出外科医生固有框架,进行开创性思考的源泉。

如今,加盟浙大二院,于存涛看中的正是这里全国领先的经血管植入器械全国重点实验室平台。他早已定了下一个目标:研发新型生物瓣膜材料,为更年轻的患者提供更优的解决方案。

“我想用八九年的时间去做这件事。”他平静的语气中,是又一次长期攻坚的笃定。

八九年的时间,意味着又一段需要耐住寂寞的研发长跑。为何能一直保持着这样的创新劲头?面对这个问题,于存涛想了想,给出了一个朴素的答案:“应该是对专业的爱好吧。”

十七年磨一剑

“如果说精湛技术救的是眼前的人,

链接

心脉重塑

主动脉夹层阜外分型

阜外分型是对传统分型方法的总结和补充,将主动脉夹层分为A、B、C、D四型,其中C型根据夹层累及近端弓、全弓或远端弓分为Cp、Cr和Cd亚型,系统、简洁地阐明夹层累及的范围,有利于主动脉夹层研究和治疗的统一。这一由于存涛教授团队主导研发的分型系统,首次在国际上提出,目前已被全国多家医院采用。

一体式人工血管术中支架系统

这是一款完全由我国自主设计研发制造的系统,于存涛是其设计者和负责人。这项技术最大的突破是将四分支人工血管和支架血管做到了一体化和免缝合,极大地缩短了停循环时间,并解除了吻合口出血给手术医生带来的止血困扰,实现了手术风险与难度的双重降低。

升弓降一体化修复技术

于存涛首次系统性提出了针对高龄患者的全主动脉弓置换手术,结合腔

内治疗以及外科手术治疗优势采用杂交技术,实现升弓降一体化修复。无需深低温停循环,并且缩短了体外循环时间、主动脉阻断时间,降低了术中出血量以及围手术期输血量。手术死亡率由传统全弓的17.4%下降至9.2%,脑卒中发生率由2.8%下降至0。该技术相关科研成果受邀参加美国胸心外科年会大会发言。

主动脉A型夹层全国数据库

从2015年开始,于存涛主导在国内率先建立全国多中心主动脉夹层数据库。数据库囊括全国10家主动脉中心,形成全国多中心协作网络,填补了我国大规模主动脉夹层临床数据的空缺。该数据库首次披露了我国主动脉夹层患者转运的平均时间和距离,提示了疾病诊治的难点,为指导我国主动脉夹层的临床诊治奠定了基础。相关研究已在《美国心脏病学杂志》发表。

(本报记者 朱平 整理)