



# 打造中国的“达芬奇” 国产单孔手术机器人把手术变“艺术”

◎本报记者 张强

手术区域外的控制台前，王林辉教授远程操作机器人，挥舞着连续体蛇形手术操作臂，通过患者腹部一个不到3厘米的小切口，干净利落地完成了一台前列腺癌根治手术。

3月9日，这台高难度泌尿外科手术在浙江省

嘉兴市第一医院完成。作为海军军医大学长海医院泌尿外科主任，王林辉教授以技术专家身份，全程指导并主刀了这台手术。

科技日报记者了解到，这是中国首例具有完全自主知识产权、真正意义上的纯单孔(即皮肤切口不大于3厘米)腹腔镜手术机器人完成的外科手术，标志着国产手术机器人打破了美国达芬奇SP单孔腹腔镜手术机器人的垄断地位。

“但长期以来，如果不采用手术机器人，纯单孔腹腔镜手术临床开展得较少，主要原因在于手术器械运动能力受限。在纯单孔限制下，手术工具近似平行，会面临‘筷子效应’(在单孔腹腔镜手术中，器械支点为单支点，支点间最小距离仅为2厘米，导致器械相互干扰)，术者操作水平再高有时候也会有力使不上。”王林辉说。

为提高单孔腹腔镜手术的直观感和精度，2007年，世界第一套单孔手术机器人研发项目在美国哥伦比亚大学立项。与多孔腹腔镜手术机器人相比，单孔腹腔镜手术机器人具有无外部机械臂干涉、能适应狭窄腔道等一系列优点。

此次使用的单孔腹腔镜手术机器人名为“术锐”，是上海交通大学牵头国内多家优势院校和高科技企业，在科技部“国家重点研发计划”资助下，由该校机械与动力工程学院徐凯教授领衔的团队自主研发完成的。2020年12月，术锐单孔腹腔镜手术机器人进入“创新医疗器械特别审查程序”。

术锐单孔腹腔镜手术机器人系统地完成了这种纯单孔的手术操作。

“实际上，用于多孔术的达芬奇手术机器人，虽也可以强行把多支硬性直臂交汇到一个显著增

大的皮肤切口来完成手术，但切口尺寸大于3厘米，不能称为纯单孔手术。达芬奇SP单孔腹腔镜手术机器人的操作指南要求在肚脐旁侧另开一个皮肤切口，用于置入辅助器械，所以也不能称之为纯单孔手术。而我们的这次手术可谓名副其实的纯单孔手术。”王林辉说。

徐凯认为：“单孔腹腔镜手术机器人都有统一的构型，必须满足体外机械臂的运动以病人腹腔进入点为约束，无论在体内怎么移动，都不能对病人的腹腔壁产生额外牵拉，在设计和控制机器人时，都要保证一个点不能动。”

术锐单孔腹腔镜手术机器人的体外定位臂可在术中保持静止，靠体内蛇形手术工具完成手术动作，避免了类似达芬奇多孔手术机器人固有的体外定位臂在术中“打架”的风险。

同时，它采用的高刚性连续体蛇形手术操作臂，依托拥有中美专利授权的“可形变对偶连续体机构”技术，可以在患者体内独立实现6+1自由度的全维运动。不同于达芬奇SP单孔腹腔镜手术机器人依靠单根钢丝进行驱动的柔性臂体，其操作臂采

## 流畅性、精细度可媲美“达芬奇”

从开放手术，到多孔腹腔镜微创手术，再到单孔腹腔镜微创手术，医疗技术的进步使病人的创伤不断减少，但手术操作的难度却逐渐增加。作为世界外科科学最前沿的微创技术之一，手术机器人将医生从繁重的操作模式中解放出来，且可提高手术操作的直观感和精度。

提及术锐单孔腹腔镜手术机器人，王林辉兴奋地说：“这款手术机器人能为医生提供3D放大手术视野，让医生能对肿瘤边界进行精准判断，避开手术区域的血管和神经，最大限度地保留病变周围的正常组织结构。就使用感受来讲，其系统设计科学、操作便捷、更具人性化，能胜任前列腺癌根治术这种复杂的微创手术。无论是立体、高清视觉效果，还是操作流畅性和机械臂的灵巧、精细程度等完全可以媲美达芬奇SP单孔腹腔镜手术机器人。”

用冗余布置的十余根超弹性镍钛合金细杆作为结构骨从头至尾贯穿，每根结构骨均可承受较大的推力和拉力，大大提高了手术工具的负载能力。

此外，术锐单孔腹腔镜手术机器人的创新之处还包括高清立体成像系统集成双构节八方向内窥镜翻展臂，可实现大范围高灵活度视野调节；多关节定位臂协同控制，实现了系统绕入腹点多自由度调节功能，确保了术中摆位调整的安全性和灵活性等。

更重要的是，这套机器人可在单、多孔术中通用，而达芬奇机器人进行单、多孔术时则不能通用一套系统。

上海交通大学官方透露的消息显示，该机器人系统共含68个高精度伺服电机，用于术前全自动摆位、术中操作和主从控制，创造性地设计了面向全状态安全监控的双环路独立控制硬件拓扑，全链路主从操作延时小于50毫秒，每秒钟可实现1000次的亚毫米级手术精准控制。项目已完成280余项专利申请，形成了完备的自主知识产权体系。

据了解，未来这种单孔腹腔镜手术机器人还可应用于普外科、妇科以及胸外科等科室大部分外科手术。

目前，单孔手术机器人是研制难度最高的手术机器人。此前，仅有美国直觉外科手术公司生产的达芬奇SP单孔腹腔镜手术机器人可用于人体手术，但该公司对最先进的产品实施了出口管制，尚未允许向中国市场营销。此次中国自主研发的产品，做到了“尚未进口，即已替代”。

“这次手术的成功开展，意味着该手术机器人系统在技术层面已具备全面实施临床手术的能力，且初步验证了其安全有效性。”王林辉说，“过去的9年里，我已经使用达芬奇机器人完成泌尿外科手术近2000例。作为一名中国泌尿外科医生，能用上我国自己研制的单孔腹腔镜手术机器人，我感到非常高兴和自豪。”

## 医线传真

### 新型递药系统 实现药半功倍

科技日报讯(记者吴长锋)记者3月10日从中国科学院合肥研究院获悉，该院健康所刘青松、刘静课题组研发了一种新型核壳型纳米递药系统。利用该递药系统，小鼠移植瘤模型上的药效相对于原药提升显著，肿瘤抑制率由原药的48%提升到98%，肿瘤基本消退。该研究成果日前在线发表于《国际药剂学杂志》上。

统计显示，90%的候选药存在水溶性差的问题，从而导致口服吸收差、疗效不佳等后果，也使注射给药面临巨大挑战。这严重限制了候选药物的临床转化。通过对原料药纳米化获得的纳米晶可提升药物的水溶性和生物利用度，具有高载药量的优势；但纳米晶存在稳定性不佳和药物非受控释放等问题。脂质体作为发展最为成熟的纳米递药系统，具有高稳定性及表面易于功能化等优势，但对于水溶性差的药物，载药量非常有限。两者各自的缺陷限制了纳米晶和脂质体的临床应用，使其临床转化面临巨大挑战。

针对这些问题，刘青松、刘静课题组整合纳米晶和脂质体各自的优势，将疏水性药物纳米晶颗粒载入脂质体亲水内核，设计和发展了一种新型的核壳型纳米递药系统，它具备高载药量、高稳定性、表面功能化和肿瘤组织/细胞靶向性等优势，有效克服了纳米晶和脂质体各自的缺陷。研究团队将设计构建的纳米递药系统应用于自有的慢性髓细胞白血病的候选新药CHMFL-ABL-053，制备了高载药量和高稳定性的纳米药物。体内生物特征显示，CHMFL-ABL-053在大鼠体内的半衰期显著延长，在小鼠移植瘤模型上的药效提升显著，肿瘤抑制率由原药的48%提升到98%，肿瘤基本消退。

这项成果有望为基于纳米晶和脂质体的纳米药物的设计和研发提供新的思路 and 策略。

### 肝癌诊疗 开启“私人订制”模式

◎本报记者 陈曦 通讯员 杨阳

肝癌是我国病死率较高的恶性肿瘤之一，每年约有42.2万人死于该病，占全球肝癌死亡病例数的53.9%。“不过肝癌也是近几年治疗水平提升最快的癌症之一。”在3月18日全国第二十二个全国爱肝日来临之际，天津市肿瘤医院肝癌防治研究中心主任陆伟表示，针对肝癌患者的“全方位、全周期”管理以及多学科联合个体化精准治疗，大大提高了肝癌患者的5年生存率。

“肝癌的治疗包括手术、放疗、介入、靶向药物、免疫治疗等多种手段。与其他肿瘤相比，肝癌的治疗水平近些年进步最为明显，5年生存率有了很大提升。”天津市肿瘤医院肝胆肿瘤内科主任张宁宁举例说，现在通过化疗+靶向+免疫联合治疗，在天津市肿瘤医院已经有20%的中晚期肝癌患者可以进行手术治疗。即使不能进行手术的患者，通过联合治疗，也可以有效控制肿瘤的发展，使患者生存期延长2到3年甚至更长时间。

“目前抗血管生成的靶向新药层出不穷，我们正在探索挖掘这些药物更多的适应症。同时也在探索化疗+靶向+免疫联合治疗的新策略。”张宁宁介绍，把抗血管生成的靶向药物与PD1或者PD-L1的免疫抑制剂联合使用发现，通过使用靶向药，可以打破免疫抑制，使免疫抑制剂能发挥更好的疗效。

虽然治疗手段在进步，但在临床中，由于肝癌的发病机制错综复杂，治疗手段往往涉及多个交叉学科。很多肝癌患者初次来到医院，常常不知道先挂“哪个科”。传统的单一治疗模式存在局限性，往往效果不太理想。

陆伟表示：“针对这种情况，个体化‘全程管理’诊疗模式，可以整合医院相关学科的核心资源，全面打造肝癌个体化诊疗新模式，让肝癌患者总能找到一款适合自己的治疗方式。”

天津市肿瘤医院肝癌防治研究中心作为国家“原发性肝癌规范化诊疗示范基地”，还针对复杂难治的各期肝癌，通过肝癌中心规范的个体化多学科治疗序贯方案制定，探索初诊医师负责制的MDT多学科综合诊疗模式，让患者最终受益。

## 相关链接

### 脂肪肝或可“跳级”成肝癌

“肝炎—肝硬化—肝癌是肝癌经典的‘三部曲’，随着国家的重视，乙肝、丙肝等慢性肝炎发病率正在逐渐下降。”陆伟介绍，但有一种发生在我们身边的肝病却被忽视，那就是代谢相关脂肪性肝病。

代谢相关脂肪性肝病早期隐匿，发病率高，病程较长，患者不易察觉，总给人一种“你有我有大家有、不疼不痒不要命”的错觉，如果不加以注意，很有可能进一步转变为肝癌。

最新调查显示，38%以上的代谢相关脂肪性肝病没有肝硬化背景，也就是说这类疾病可以“跳级”，跨越肝硬化这个阶段，直接转变成肝癌。

另一种代谢性疾病——糖尿病也成为继肝炎之后肝癌发生的重要因素之一，糖尿病人患肝癌的风险是普通人患肝癌风险的2至3倍。

“糖尿病患者因各种原因引起的胰岛素抵抗会产生脂质代谢障碍，导致其体内的葡萄糖和脂肪酸不能被很好地利用，使脂蛋白合成出现障碍，肝内发生氧化应激和脂质过氧化，从而导致线粒体功能障碍、炎症介质产生、肝星状细胞激活，进一步产生肝细胞的炎症坏死。”陆伟解释，肝脏在反复慢性炎症刺激和自身修复之后，形成肝纤维化、肝硬化，最终导致肝癌的发生。

陆伟说，目前针对这种与代谢相关的肝病没有有效的治疗手段，而且这类患者一旦罹患肝癌，因为病因更为复杂，所以在治疗上要难于其他肝癌患者。

## 形成完备自主知识产权体系

此次手术利用术锐单孔腹腔镜手术机器人，仅在患者腹腔壁上开了一个不到3厘米的皮肤切口，由这个单一入路进出所有器械，在狭小的空间中灵活地完成各种复杂的手术操作。此前，只有美

# 理工医结合，借脑电波捕捉“喜怒哀乐”

## 该成果可用于精神类疾病诊疗、特殊职业人群情绪监测

◎通讯员 衣晓峰 本报记者 李丽云

人脑是自然界最复杂的系统之一，潜藏其间的人的心理情感和生理状态，如喜悦、兴奋、焦虑、抑郁、烦躁、恐惧及睡眠深度、疲劳感知程度等，难以得到清晰的把握。

近年来，依托于脑电波的脑功能网络分析法，已被用于研究认识大脑各个区域结构或功能连接，为破译大脑情感深层机理、探索人的内心世界提供了更多线索，成为目前情感识别及心理疏导的重要研究方向。

### 情感识别研究成果初露端倪

哈尔滨工业大学仪器科学与工程学院孙金玮教授和他的博士曹天傲、王启松等人完成的一项课题“二值情感脑功能网络的全局和节点属性”，通过研究头皮电极，从脑功能网络的节点属性中观察情感的变化，判断人的情绪，为人们客观、准确理解“喜怒哀乐”的心理变化夯实了理论基础，有望指导开发全新的可穿戴式脑电波情感检测产品，实时捕捉受试者的真情实感，在人机交互、临床医学与潜水、航天等领域具有重要的科研价值和临床应用前景。

现如今，无论是提升人机交互体验，诊断治疗

抑郁症、精神病及其他心理疾病患者，还是监测、识别、评估普通员工或者航天员、飞行员、士兵等特殊人群的情感状态、心理原因所致的情绪或行为的异常受到了越来越高的关注。换句话说，心理健康关系着个人的职业生涯及工作的安全。孙金玮介绍，现实中，有的人善于隐藏自己的情绪，表现出伪情绪。少数高智商犯罪分子往往能骗过问询及测谎仪等传统手段。不过，虽然语言和面部表情可以掩饰，但脑电波不会“说谎”。这是因为情感的变化始终伴随着脑电波的变化及脑信息单元信息传递方式的变化，不同的情感对应不同的脑电波特征。

### 通过脑电波可捕捉真情实感

“人类情感常被分解为愉悦度和唤醒度。前者表示个体情绪状态的正负特性，表现为情感的积极或消极程度；后者显示个体的神经生理激活水平，体现为精神兴奋程度。根据此模型，不同程度的愉悦度和唤醒度叠加生成人类的喜怒哀乐。”曹天傲说，为了理解大脑的信息处理单元间是如何相互作用的，“人脑连接组学”的概念于2020年被提出，研究脑系统连接的科学则被称为连接组学。作为医学影像技术学新名词，脑连接组学的意思是采用多模态神经影像技术和网络分析方法，描绘活体人脑的结构和功能连接模式



现实中，有的人善于隐藏自己的情感，表现出伪情绪。但脑电波不会“说谎”。这是因为情感的变化始终伴随着脑电波的变化及脑信息单元信息传递方式的变化，不同的情感对应不同的脑电波特征。

### 孙金玮

哈尔滨工业大学仪器科学与工程学院教授

的学科。

曹天傲介绍，脑功能是由大脑神经元间相互作用涌现出的复杂模式，具体则是多个脑区在不同的时间—空间尺度上相互连接形成的复杂网络。采集并分析不同脑区空间的脑电信号，研究其时间上的相关性和同步关系，建立不同情绪状

态下的功能脑网络的拓扑结构，现已逐渐发展为情绪识别的重要手段。

### 实时监测情绪波动现实意义大

孙金玮团队选取了常用的二值脑功能网络，分别基于相关性和相位同步性构建脑网络，节点直接选取头皮电极。他们首先深入观察了不同情感下的脑网络整体特性，将不同网络构建方法所得结果进行比对，发现不同定义的脑功能网络在全局属性变化上具有共同的特点；节点属性分析发现脑功能网络的节点属性能够反映情感的变化。具体说来，高愉悦度可增强脑信息传输，促进脑功能的分化和整合；但在情绪较高时，网络整体信息处理效率有可能变低。研究表明，情感对脑功能网络的影响在阿尔法波段比较突出。

专家评价指出，上述理工医结合的科研成果丰富了脑网络分析法，为情绪监测提供了一种客观有效的评价技术，有助于推动解决复杂模式的认知研究。医生可以准确判断抑郁症患者的愉悦兴奋状态，并制定最佳治疗方案。普通员工的情感被获知后，后续工作方案可以灵活修正，保证效益最大化。而航天员、飞行员、公交车驾驶员等特殊人群的情绪波动如能被实时监测，就能得到及时的心理疏导和调理，使其以更积极稳健的心态完成任务和工作。