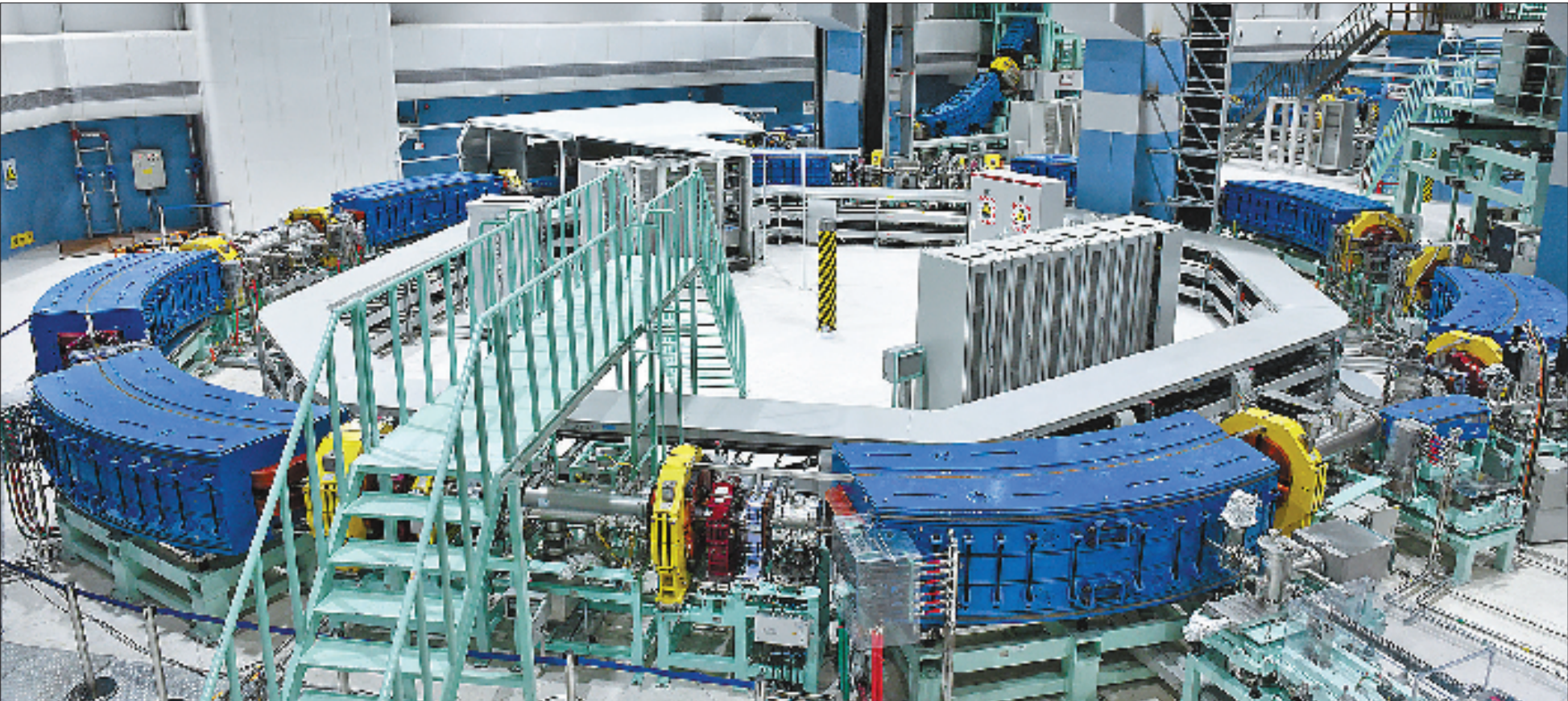


前沿周刊 / 科技

浙江省重离子医学中心启用四个月,治疗百余名肿瘤患者——

走近神秘的“能量场”



浙江省重离子医学中心同步环加速室。

通讯员 方临明 摄

■ 本报记者 陈宁

短短两分钟内,高达光速70%的碳离子束流,在肿瘤病灶中穿梭,“瞄准”狡猾的肿瘤细胞,精准破坏双螺旋结构,彻底终结细胞复制、再生的机会;激烈的过程中,肿瘤周边的正常组织,却能“毫发无伤”……

如此富于科幻色彩的场景,每天都在浙江省重离子医学中心内发生。6月12日,这台比肩世界医学最前沿的“国之重器”启用将满四个月,它建造于浙江省肿瘤医院内,目前已有百余名患者接受治疗,累计接到600余例患者咨询。重离子在肿瘤治疗领域的应用被视作医学上的巨大突破。临床上,它精准击破肿瘤细胞,显示出比传统放疗更大的优势。“对浙江而言,它更像一道医学前沿与科技创新的‘束流’,击破肿瘤治疗、人才培养等方面的难点。”中国科学院院士、中国科学院杭州医学研究所所长、浙江省肿瘤医院院长谭蔚泓评价道。

近日,记者走访了院士、医疗专家、患者与技术研发团队,近距离感受重离子医学中心释放的巨大“能量场”。

神奇的“布拉格峰”

乍一看,眼前这座总建筑面积13693平方米的崭新大楼,与其他的医疗建筑并无差别。不久前,肿瘤患者张波(化名)进入重离子医学中心大厅时,放射物理科负责人刘吉平先请他抬起头。挑高的天花板上,布满了一些不规则的发光点。“这是在模拟重离子束流高速穿过肿瘤时的光点,医学上称为束斑。”刘吉平解释道。

每位接受重离子治疗的患者,都会接受这通俗易懂的一课。张波被带到定位室,放疗师开始用一种黄色的塑料模型模拟出他的腹腔轮廓,并结合CT影像,用黑色的记号笔在黄色模型上标注肿瘤所在位置。

几天后,张波来到中心的治疗室。放疗师结合塑料模型对他进行体位固定后,来到隔壁一间控制室内,操作滑轨CT在三维影像方向上反复校准。约15分钟后,一切准备就绪,他们按下红色的按键。大约2分钟后,治疗室的门就打开了,张波完成了整个疗程的第一次治疗。简单观察后,他在家人的陪同下,回到了院内的病房。近一个月内,他在这里接受了一个疗程、共12次的治疗。

临床数据显示,张波结束治疗时,肿瘤指标已成功降到正常范围,在他体内高速穿梭的碳离子束流,没有对其他脏器造成损伤。目前,他顺利出院,定期随访和监测相关指标。

实际上,这一整套行云流水的流程,仅仅是重离子治疗的“台上一分钟”。

看不见、摸不着的碳离子束流,有着极大的能量。“比起治疗的2分钟,反复校准和定位的过程是‘十年磨一剑’。”刘吉平说,这不仅考验机器的精度,对放疗师的技术也提出了极高要求。高能量的重离子束流在高速穿越肿瘤的瞬间,紧紧“咬住”不规则的恶性肿瘤,精准绕开正常组织,校准的步骤可谓毫厘之间,误差一般不超过2毫米。

重离子治疗在临床得以应用,弥补了传统放疗存在的不足。在临床一线数十年的省肿瘤医院副院长、重离子医学中心主任朱骥感触颇深,传统放疗“杀敌一千,自损八百”的特性,令不少人谈癌色变。可直达病灶的传统放疗,其实难以彻底破坏肿瘤细胞的结构。数据显示,胰腺癌、黑色素瘤等癌种,对放疗射线并不敏感。



浙江省重离子医学中心治疗室。

通讯员 方临明 摄



浙江省重离子医学中心治疗大厅。

通讯员 方临明 摄

20世纪60年代应运而生的重离子治疗技术,利用重离子电离辐射生物学效应,对肿瘤细胞造成极大杀伤力。“传统放疗的伽马射线,只能打破双螺旋结构的单链,给肿瘤细胞留下了生机。”在一张细胞的双螺旋结构图前,刘吉平解释道,重离子束流则直接破坏了双螺旋结构。“把它打得粉碎,不留死角。”

重离子束流的巨大能量,源于一个独特的物理学特性。束流在进入人体组织的一刻起,初始阶段不会释放大量能量。研究表明,束流会在一定深度达到能量沉积的峰值,医学上称之为“布拉格峰”,随后能量下降至几乎为零。

“我们要做的,就是让这座‘高峰’与肿瘤病灶最大限度重合。”刘吉平说,击垮肿瘤细胞的同时,保护正常组织,是放射治疗的最大目标。

记者手记

■ 陈宁

采访中,碳离子治疗系统回旋加速器上的蓝色磁铁令人印象深刻。长远来看,重离子医学中心本身,何尝不是一块“磁石”?医学上,重离子治疗仍有大片的“空白地带”有待探索,这一全球前沿的领域,将源源不断吸引“高精尖”人才、技术与科研项目来到浙江。如今,国产AI大模型、人工智能新产品

记者了解到,浙江省重离子医学中心已面向全国的患者,接收重离子治疗的相关咨询与诊治。在谭蔚泓看来,重离子治疗得以在临床上成功应用,造福肿瘤患者,离不开医学科学家在自己的“布拉格峰”上勇于攀登。

暗藏乾坤的“国之重器”

全国范围内,此前已有3座城市开展重离子治疗,分别为上海、甘肃兰州、甘肃武威。浙江是全国第三个拥有重离子设备的省份。这台自主研发和生产的“国之重器”,凝聚了几代人的智慧,更是暗藏乾坤。重离子医学中心大楼的地下,一套碳离子治疗系统是整个中心的“心脏”。眼前,一个周长56米的圆环引人注目。

曾主持国产重离子设备研发的中国科学

院院士詹文龙,对此颇为自豪。加速器,是重离子设备的关键一环,传统的设备运用的是动辄百余米长的直线加速器,需要一个巨大的空间,而回旋加速大幅节省了空间。“以前,重离子中心在哪里,医院就要造到哪里。浙江的这台设备,真正实现了设备造进医院里。”他告诉记者。

从直线加速到回旋加速,绝不是改变形状那么简单。圆环上,8块蓝色的大型铁块十分醒目。“这些每块重达20吨的二极磁铁,和若干四极磁铁一起,将重离子束流牢牢吸附、聚焦,避免了束流因为转弯造成浪费。”詹文龙说,这一巧妙的设计,让圆环达到了与直线一样的加速效果。

硬件上看,这套设备代表现有国产重离子设备的最高水准;软件上看,中心落地浙江更是水到渠成。

2019年,恰逢浙江以科技创新为引领,聚力打造生命健康科创高地,也恰逢中国科学院将首个医学领域的研究所落地浙江。省院合作的大背景下,中国科学院杭州医学所为重离子医学中心提供智力支撑……一系列紧凑的布局,足以窥见浙江探索医学前沿的潜力。

“可以说,浙江省重离子医学中心的使命,就是紧紧围绕‘四个面向’——坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康。”谭蔚泓评价道。

1+1>2的牵手

长远来看,重离子医学中心不仅是一台治疗设备,更承担着医学研究的重任。曾在中国科学院近代物理研究所工作的詹文龙感触颇深:“多年来,我们不缺一流的团队,但苦于不懂临床,科研成果与临床应用之间总有一道沟。”重离子医学中心,将着力填平这道沟。

一年多来,省肿瘤医院放射治疗科医生陈影变得更忙碌了。2024年,他作为首批人员赴日培训,中心启用后,又成为首批进驻的专家。“每天和这台全球最前沿的设备‘打交道’,我对疑难肿瘤问题的思考更具象了。”

不止于此,每天,陈影在临床应用中发现的难题,能够第一时间反馈给中心的“最强大脑”。

中心的治疗室旁,一个中央控制室日夜无休,10多名来自国科离子(杭州)医疗科技有限公司的技术人员把办公室搬进了医院。

公司运维部部长周利荣紧盯着屏幕上的数据,密切监测设备是否正常运作,同时他的大脑也在飞速运转。“从设备的使用过程中,获得优化的灵感,从临床一线得到用户反馈。”他说。

这家初创于2020年的公司,可以说是跟着重离子医学中心的脚步选址杭州的。在公司董事长石键看来,设备的优化离不开临床应用,临床应用更应与设备密切结合。目前,不少全国各地的软件开发、医学物理、电气专业的人才慕重离子之名而来。围绕重离子设备,公司进一步开展了超导磁铁、旋转机架等产品的研发,这些产品将在一两年内进入临床应用。

省肿瘤医院党委副书记、副院长,浙江省重离子医院院长张宏颇有信心:“重离子治疗系统是‘国之重器’,为浙江省肿瘤医院进一步跃迁发展提供了重要支撑,医院将加大推进实施高水平临床研究和临床试验,为研究型医院的发展提供坚强保障。”

“国之重器”,正在激活生命健康的强大“能量场”。詹文龙回忆起第一套重离子治癌示范装置刚刚研制出来时,硬件就已达到国际先进水平,但在治疗计划等方面仍有待提升。“如今,经过不断的努力,重离子治疗技术已跻身国际前列。”

科普信札

微观粒子治疗的前世今生

■ 符辉

癌症是危害人类健康的杀手,特别是在人类预期寿命普遍延长的现代社会,寿命越长,癌症的发病率越高。现代医学已经开发了多种治疗方案,其中,放疗是一种重要的治疗手段。除了传统的放疗(X射线),微观粒子(质子和重离子)治疗也越来越受到重视。

相比较X射线,微观粒子在杀伤肿瘤的同时,对周围正常组织的损伤较小。X射线在到达人体后,能量会持续释放,随着组织深度能量会衰减,所以到达肿瘤前,会损伤正常的组织。而质子(去掉了电子的氢原子)和重离子在进入人体后只释放很少能量,达到一定深度后,瞬间释放全部能量,产生一个峰值,称为“布拉格峰”。形象地说,质子治疗就像是钻地导弹,只有达到指定深度才会爆炸,进行精准打击。

1946年,美国物理学家威尔逊最早提出质子治疗的概念,利用“布拉格峰”进行“定向爆破”。1954年,美国完成了第一例癌症患者的质子治疗。1980年后,质子治疗蓬勃发展。2000年以后,质子治疗技术开始从研究机构脱离出来,商用质子系统逐渐成熟。2001年,安装在麻省总医院的IBA商用系统治疗了第一例患者。

质子治疗适用于所有需要放疗的实体瘤。虽然质子疗法昂贵,但是副作用少,能避免更多组织损伤。另外,儿童肿瘤由于治愈情况较好,存活时间长,更加需要注意副作用。选择质子疗法,可以更程度上保护周围组织器官,有利于儿童的健康成长。

重离子治疗,也就是带正电荷的原子或分子经过加速后,轰击肿瘤细胞。其原理类似质子疗法。由于重离子的粒子质量大、能量高,它的生物学效应是常规放疗X射线的2~3倍,杀伤射线不敏感的癌细胞,造成肿瘤细胞遗传物质DNA双链断裂,从而彻底使肿瘤细胞无法分裂增殖,达到杀灭肿瘤细胞的效果。重离子治疗的优势是治愈率高,副作用小,疗程短,不易复发,可以用于大部分实体瘤。但是重离子的高额成本限制了普及,它对于部分复杂的,特别是晚期转移广泛的肿瘤疗效具有很大局限性,无法替代化疗等全身治疗。

在离子治疗中,还有一种特殊的治疗——硼中子治疗。硼中子治疗是利用靶向分子,将硼稳定同位素(¹⁰B,无放射性)特异性地聚集在肿瘤组织中,再通过低剂量超热中子束对肿瘤进行照射。¹⁰B能够被中子特异激活,放出高能量的重离子(粒子和⁴He粒子)。这些重离子的作用距离极短,约一个细胞长度(10微米)。它们可以破坏癌细胞,使其DNA双螺旋断裂,进而杀死癌细胞。硼中子治疗的优势在于可以实现靶向精准定位,通过靶向分子药物携带¹⁰B原子特异性地在癌组织中积聚。由于硼中子俘获反应放出的重离子射程极短,杀伤力极强,所以又有“细胞刀”的美称。硼中子全疗程只需要1~2次照射,而且可适用于浸润、扩散和转移的癌症,通常这些癌症用X射线、质子重离子以及手术无法实施,技术发展性很高。现在,硼中子治疗主要是需要发展新的靶向探针药物,以面向更多的癌症种类。

硼中子治疗的概念最早在1936年被提出。2010年被视为硼中子治疗产业发展的重要分水岭;2012年,日本开展了全球第一例加速器硼中子治疗的临床研究。现在可以通过加速器驱动中子源,实现医院应用。现阶段,我国已经开展了硼中子治疗的临床研究,包括湖州的硼中子中心。但是,由于技术要求较高,我国还没有开始硼中子治疗的临床应用。

中国的微观粒子治疗近年来发展迅速。根据2025年3月17日的国家卫生健康委的官网通告,全国质子重离子系统配置项目已经达到55个项目。这些项目的蓬勃发展,将给我国人民的健康生活水平带来更多更好的守护和保障。

(作者系杭州师范大学基础医学院教授)



中子科学实验室与湖州市中心医院共建的浙江省硼中子俘获治疗工程研究中心。

通讯员 董昂 摄

相关阅读

《迷人的粒子》

[澳] 苏西·希伊 著 杨光 译 湖南科学技术出版社

书中,作者讲述了关于粒子的12个改变历史的实验。从偶然发现X射线,到试图证明爱因斯坦是错的(并无意中证明他是对的),再到分裂原子的竞赛,这些辉煌的实验带来了科学与技术领域的一些重大突破,从根本上改变了我们的生活。它们帮助我们探测火山深处的熔岩流,开发诊断成像和放射治疗等挽救生命的医疗技术,并创造了收音机、电视、微波炉、智能手机——甚至万维网本身——以及无数其他进步。

