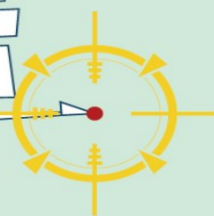


核医点睛

肿瘤追踪

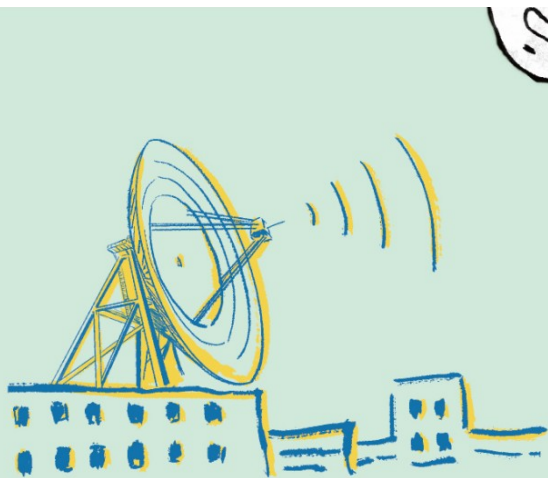


黄钢 李亚明◎总主编
辛玫 李小萌◎主 编

核医学肿瘤显像基础解惑
全身肿瘤筛查与疗效评估宝典
头颈部肿瘤显像聚焦
胸部肿瘤显像全攻略
腹部肿瘤显像全攻略
泌尿系统肿瘤显像专篇
妇科肿瘤显像专篇
前沿技术与未来展望

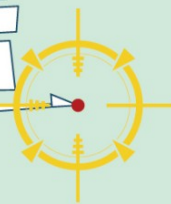


上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS











核医点睛

肿瘤追踪



黄钢 李亚明◎总主编
辛玫 李小萌◎主 编

- 核医学肿瘤显像基础解惑 
- 全身肿瘤筛查与疗效评估宝典 
- 头颈部肿瘤显像聚焦 
- 胸部肿瘤显像全攻略 
- 腹部肿瘤显像全攻略 
- 泌尿系统肿瘤显像专篇 
- 妇科肿瘤显像专篇 
- 前沿技术与未来展望 



上海交通大学出版社



版权信息

COPYRIGHT

书名：核医点睛·肿瘤追踪

作者：辛玫;李小萌

出版社：上海交通大学出版社

出版时间：2026年03月

ISBN：9787313343697

字数：45千字

(本书分享更多索搜@雅书)

内容提要

本书是“核医点睛”系列科普图书中专注于肿瘤领域的实用分册，内容涵盖核医学显像基础、全身肿瘤筛查、各部位常见肿瘤显像要点以及前沿技术进展等四大版块、八个篇章，以问答形式呈现，图文并茂，通俗易懂，旨在为读者提供实用、清晰的核医学肿瘤诊疗知识。

本书围绕临床中常见且关键的问题，逐一解析核医学相关辐射与安全知识、核医学肿瘤显像技术的基本概念、常用检查方法及其在人体各大系统肿瘤性疾病中的应用价值。同时，本书也介绍了多种新型分子探针及人工智能技术的最新进展，帮助读者了解核医学在肿瘤精准诊疗中的发展方向。

本书内容科学严谨、案例典型、实用性强，兼具专业性与普及性，不仅适用于肿瘤患者、家属及广大关心健康的公众阅读，还可作为临床医师、医学生及相关健康工作者了解核医学肿瘤显像知识的辅助读本。

主编简介



辛玫，医学博士，上海交通大学医学院附属仁济医院核医学科主治医师。上海市核医学会核医学与分子影像专业委员会青年学组委员，上海市医学会核医学专科分会科普学组组长，中华志愿者协会中西医结合专家志愿者委员会核医学专业组青年委员，*Brain Network Disorders*杂志青年编委。

主持国家自然科学基金青年项目，入选上海市“医苑新星”青年医学人才培养资助计划、上海高校教师产学研践习计划、上海交通大学医学院“优秀青年人才培养计划”。获第四届中美核医学大会Best CSNM Abstract-Exchange Program Award、中华医学会核医学分会第二届全国教师授课比赛二等奖、中华医学会核医学分会2023年学术年会全国PET/CT读片竞赛第一名、中国医师协会核医学医师分会第二届核医学科普秀“十佳科普作品”、中华医学会核医学分会2024年学术年会第二届核医学科普比赛第二名等荣誉。主要研究方向：神经核医学与神经系统退行性疾病。



李小萌，医学博士，中国医学科学院肿瘤医院核医学科（PET-CT中心）副主任医师，从事影像诊断与核医学工作16年。毕业于北京协和医学院，美国MD Anderson 肿瘤中心访问学者，任中华医学会放射医学与防护学分会青年委员、北京核学会核医学分会青年委员、北京转化医学学会应急医学救援专业委员会委员、北京医学会核医学分会国际交流与合作工作委员会委员、北京整合医学学会乳腺疾病分会委员、北京癌症防治学会淋巴瘤免疫治疗专业委员会委员。

主持及作为主要科研人员参与国家自然科学基金重大研究计划、北京市科委AI+健康协同创新培育项目、国家“十一五”科技支持计划等科研课题10余项。于国内外核心期刊《中华核医学与分子影像杂志》、*Journal of Bone Oncology*等发表学术论文10余篇，参编学术及科普书籍3部。科研成果在中华放射学年会（CCR）、北美放射学年会（RSNA）等国内外学术大会发言及展板展示10余次。主要研究领域及研究方向：医学影像数据库及人工智能研究、肿瘤PET/CT诊断等。

“核医点睛”系列丛书编委会

总主编

黄 钢 李亚明

副总主编（按姓氏笔画排序）

田 蓉 宋少莉 武志芳 霍 力

编 委（按姓氏笔画排序）

弓 健 王 攀 王 喆 王 伟 王 姝 白 侠

冯会娟 付 鹏 卢彦祺 左传涛 刘海燕 邢 岩

杜补林 杜雪梅 陈皓鋈 陈虞梅 陈 跃 张国建

张 春 张慧玮 张汝森 李雪娜 李 昕 李素平

李小萌 李林法 余 飞 辛 军 辛 玫 汪 蕾

肖 欢 杨亲亲 杨吉刚 周 翔 周锦俊 林 琳

郁春景 郑红宾 郑 堃 程木华 崔 燕 黄 蕤

黄斌豪 黄铁军 谢良骏 解 朋 阚 英 樊 卫

潘青青 欧阳伟 魏伟军

《核医点睛·肿瘤追踪》

分册编委会

主 编

辛 玫 上海交通大学医学院附属仁济医院

李小萌 中国医学科学院肿瘤医院

副主编（按姓氏笔画排序）

樊 卫 中山大学附属肿瘤医院

陈虞梅 上海交通大学医学院附属仁济医院

周 翔 上海交通大学医学院附属仁济医院

王 喆 西安国际医学中心医院

王 伟 徐州市第一人民医院

杨亲亲 海军军医大学第一附属医院

编 委（按姓氏笔画排序）

马 拓 河北医科大学第四医院

王婷婷 上海交通大学医学院附属仁济医院

申梦琴 上海交通大学医学院附属仁济医院

冯静敏 广州大学

卢 霞 苏北人民医院

刘思为 复旦大学附属中山医院

闫海波 本溪市中心医院

朱夏夏 安徽医科大学第二附属医院

安淑娴 上海交通大学医学院附属仁济医院

张帆 新疆医科大学附属肿瘤医院

陈若华 上海交通大学医学院附属仁济医院

邵泓达 上海交通大学医学院附属仁济医院

来瑞鹤 南京鼓楼医院

吴倩芸 上海交通大学医学院附属仁济医院

施一平 上海交通大学医学院附属仁济医院

俞小凤 上海交通大学医学院附属仁济医院

贺慧慧 江南大学附属医院

贾文芝 上海交通大学医学院附属仁济医院

徐莲 上海交通大学医学院附属仁济医院

蒋冲 四川大学华西医院

董萍 四川大学华西医院

学术秘书

杨亲亲 海军军医大学第一附属医院

邵泓达 上海交通大学医学院附属仁济医院

总序

亲爱的读者，由上海交通大学出版社出版的“核医点睛”系列科普图书正式与大家见面了。

提到核医学，大家可能会感到陌生，也可能感到似曾相识或有一丝的神秘，又因为“核”这个字，让人们不禁联想到核辐射、核事故。其实，核医学技术肩负呵护大众健康与战胜疾病这一重任已有百余年的历史，被应用于疾病的研究、诊断和治疗，可谓是人类健康的益友。

1956年，我国著名的核医学专家王世真院士发起和创建了中国核医学学科。两年后，我国多家医院开展核医学临床疾病诊治工作。最初，核医学科被称为同位素室，直到今天，“同位素”这个名词还常常被一些老年患者提起。截至2023年末，我国已拥有核医学科（室）1000余个，核医学医师人数位居全球前列。

在重大疾病及常见病的筛查、早期诊断和精准治疗中，核医学发挥着重要作用。2024年，由我国来自呼吸、肿瘤、放疗、影像及病理专业的110位专家撰写、中华医学会肿瘤学分会发布的《中华医学会肺癌临床诊疗指南（2024版）》明确指出，核医学的PET/CT是诊断肺癌、分期与再分期、手术评估、放疗靶区勾画（尤其合并肺不张或有静脉CT造影禁忌证时）、疗效和预后评估的最佳方法之一。这展现了核医学显像检查在重大疾病诊疗全程中的特殊价值。

核医学的应用越来越广泛，公众，尤其是患者及家属，对核医学相关知识的了解需求也越来越迫切，同时，核医学基本知识和应用意义的普及也是核医学得到更广泛应用的必要条件。在这一背景下，“核医点睛”系列科普图书邀请了来自国内多所高等院校、知名医疗机构的百余位专家，以严谨的科学态度、通俗易懂的语言、翔实典型的案例、温馨活泼的插图，多维度、成系统地介绍了核医学的基本概念和疾病诊治原理，以及核医学在内分泌疾病、肿瘤、骨骼疾病、心脏病、神经精神疾病、甲状腺疾病、骨转移瘤的诊断和治疗中的应用与意义。相信读者在阅读这套丛书后会更加全面与系统地了解核医学为什么是守护人类健康的“天使”，从而消除对核医学的误解。

在本系列图书出版发行之际，特别感谢上海交通大学出版社对本系列图书撰写、编辑和出版的大力支持，衷心感谢各位专家的辛勤付出，期待广大读者在阅读本系列图书后给我们提出宝贵的建议，以便在后续版本中改进。

黄钢 李亚明

2026年1月

序

当你看到这本书的书名时，可能会觉得什么核医学、什么肿瘤离你很遥远，你都不想和它们沾边。可是当你仔细阅读了本书的内容，你将会发现什么叫开卷有益。这本由黄钢教授、李亚明教授总主编，辛玫、李小萌主编的科普丛书分册《核医点睛·肿瘤追踪》一定会让你从中受益，而且会获益匪浅。

绝大多数读者可能会觉得核医学很陌生，很多医院甚至都没有设置核医学科。确实，核医学科不是那么普及，核医学技术并非适用于所有疾病的诊疗。越是发达的国家和地区，越是规模大、水平高的医院，核医学的应用就越多、越普遍，因为核医学常常应用于相对较复杂、严重的疾病。有了核医学的参与，疾病的诊断会更加准确，治疗也会更加合理。在肿瘤的诊治过程中，核医学的作用尤其显著。

肿瘤在大众认知中并不遥远，绝大多数人身边的亲友、同事或邻里间，都曾接触过肿瘤患者的相关情况。可能你会发现，有的肿瘤患者在经过治疗后活得好好的，但也会有肿瘤患者在治疗后很快就不行了。有时会听到有人说，千万别手术，一做手术人就完了；也有人说，千万别化疗，越化疗死得越快。这些话对不对呢？显然是不对的，因为多数肿瘤患者是从治疗中获益的。但是不可否认，现实中的确有上述例子存在。究其原因，这背后的影响因素很多。肿瘤能不能被早期发现，能不能被准确分期，能不能根据分期采取最佳方案治疗，诊疗过程中能不能及时调整治疗方案等，这些环节的差异都会带来截然不同的治疗结局。也正因如此，可能部分肿瘤患者的治疗结果不是那么令人满意，五年存活率仍不够理想。寻找以上这些问题的最优解，核医学可能会帮大忙。

我们要感谢本书的所有编写者，感谢他们的经验积累和辛勤付出，通过科学严谨又浅显易懂的文字为读者答疑解惑，让更多的人了解核医学，了解肿瘤，了解核医学在肿瘤诊治过程中的作用，让更多的肿瘤患者能从核医学中获益，也让核医学进一步造福于肿瘤患者，从而造福于人类的健康福祉。

《核医点睛·肿瘤追踪》是一本好书，值得大家好好阅读。倘若有人不幸罹患肿瘤，并未急于仓促展开治疗，而是选择前往核医学科寻求专业帮助，看看能否借助核医学的力量找到更优的治疗路径，那便是这本书最大的意义，作者的心血没有白费，读者也没白读。我们同样期待这套科普丛书中的其他分册也能为我们答更多的疑、解更多的惑。

李春林

2025年8月25日

前言

当“肿瘤”这个词不期而至，当医生建议进行“核医学检查”时，您是否曾感到一丝困惑与不安？面对陌生的医学术语和检查流程，心有疑虑实属正常。我们深知，在疾病的迷雾中，清晰、可靠的知识如同一盏明灯，能照亮前路，带来信心与安宁。这正是《核医点睛·肿瘤追踪》出版的初衷——一本真正为您而写的解惑之书。本书由黄钢教授、李亚明教授担任总主编，辛玫、李小萌主编，凝聚了众多核医学专家的智慧与经验。我们致力于用亲切的语言、真实的案例和严谨的医学知识，带您走进核医学这个看似神秘、实则充满温度的世界。

在现代精准医疗体系中，核医学已成为肿瘤诊疗不可或缺的“导航仪”。它能够在病灶尚未形成明显结构改变时，从代谢水平洞察异常，实现疾病的早期预警与干预。从肿瘤的早期发现、精准分期，到疗效评估、复发监测，再到个体化治疗方案的制订，核医学正以其独特优势，悄然改变着无数患者的生命轨迹。

本书的篇章设计如同一次探秘之旅：从“核医学如何查肿瘤”的基础解惑，到全身筛查的宏观视野，再深入头颈、胸、腹等关键部位的“精准狙击”，最终抵达人工智能、新型探针引领的未来前沿。八大章节环环相扣，带领读者逐步揭开核医学肿瘤显像的神秘面纱。书中系统地梳理了您最关心的各类问题：检查是否安全？辐射剂量有多大？报告中的“SUV”代表什么？当肿瘤标志物升高却找不到原因时，核医学如何化身“侦探”寻踪解谜……作为“核医点睛”系列科普图书的重要分册，本书内容全面，涵盖基础理论与临床实践，以问答形式呈现，配以插图与案例，力求简明扼要、通俗易懂。在总主编的悉心指导下，本书兼具科学性、实用性与权威性，旨在搭建一座连接核医学与公众的桥梁，帮助读者在面对疾病时更加从容、理智。

我们真诚地将这本书推荐给正在面对肿瘤挑战的患者与家属，也献给所有希望更深入理解核医学的医务工作者。它不只是一本书，更是一份陪伴与支持，一股源自医学领域的温暖力量。愿您打开这本书，在知识中找到方向，在科学中获得安心。因为了解，所以无惧；因为懂得，所以从容。

在此，衷心感谢所有编写专家付出的辛勤努力，同时也感谢联影医疗、诺华制药等企业对于核医学科普事业的大力支持！

编者

2026年1月

核医学肿瘤显像基础解惑

核医学查肿瘤，到底是怎么一回事？和CT、MRI的根本区别在哪？

（刘思为）

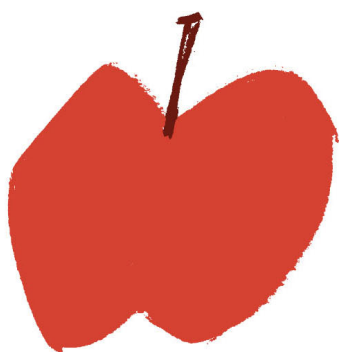
核医学查肿瘤是将微量的放射性显像剂注射入体内，通过显像设备捕捉其在肿瘤部位的聚集情况，从而发现并定位肿瘤。

核医学显像与计算机体层成像（CT）、磁共振成像（MRI）有什么区别？简单地说，CT和MRI更关注“肿瘤有多大”，而核医学显像更关心“肿瘤有多活跃”。

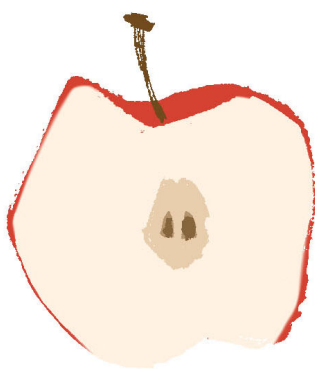
CT通过X线扫描获取组织的密度信息，MRI利用磁场和射频脉冲激发人体内的水分子信号成像，主要显示肿瘤的形态、大小及其与周围组织的关系，均属于“结构显像”。核医学显像通过追踪显像剂在人体内的分布，观察肿瘤的功能状态、代谢活性，属于“功能显像”。

如果把肿瘤比作一颗苹果，CT可以看清苹果的形状和大小，MRI能分辨果肉和果核，而核医学则能探测苹果内部的甜度变化，揭示其是否成熟、是否腐败。

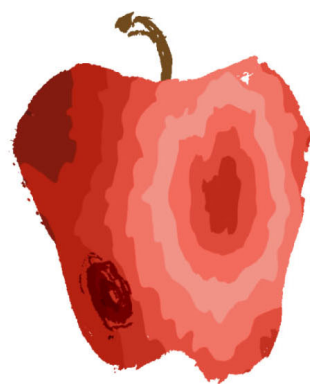
在肿瘤诊断中，核医学显像能在肿瘤出现明显形态变化前，更早发现其代谢异常，做到早期诊断；通过观察肿瘤的代谢活性，判断肿瘤的良恶性；还能监测治疗效果，评估肿瘤是否有残留，鉴别治疗后的瘢痕或复发。



CT



MRI



核医学

“打一针就能查肿瘤”，真有这么神奇吗？

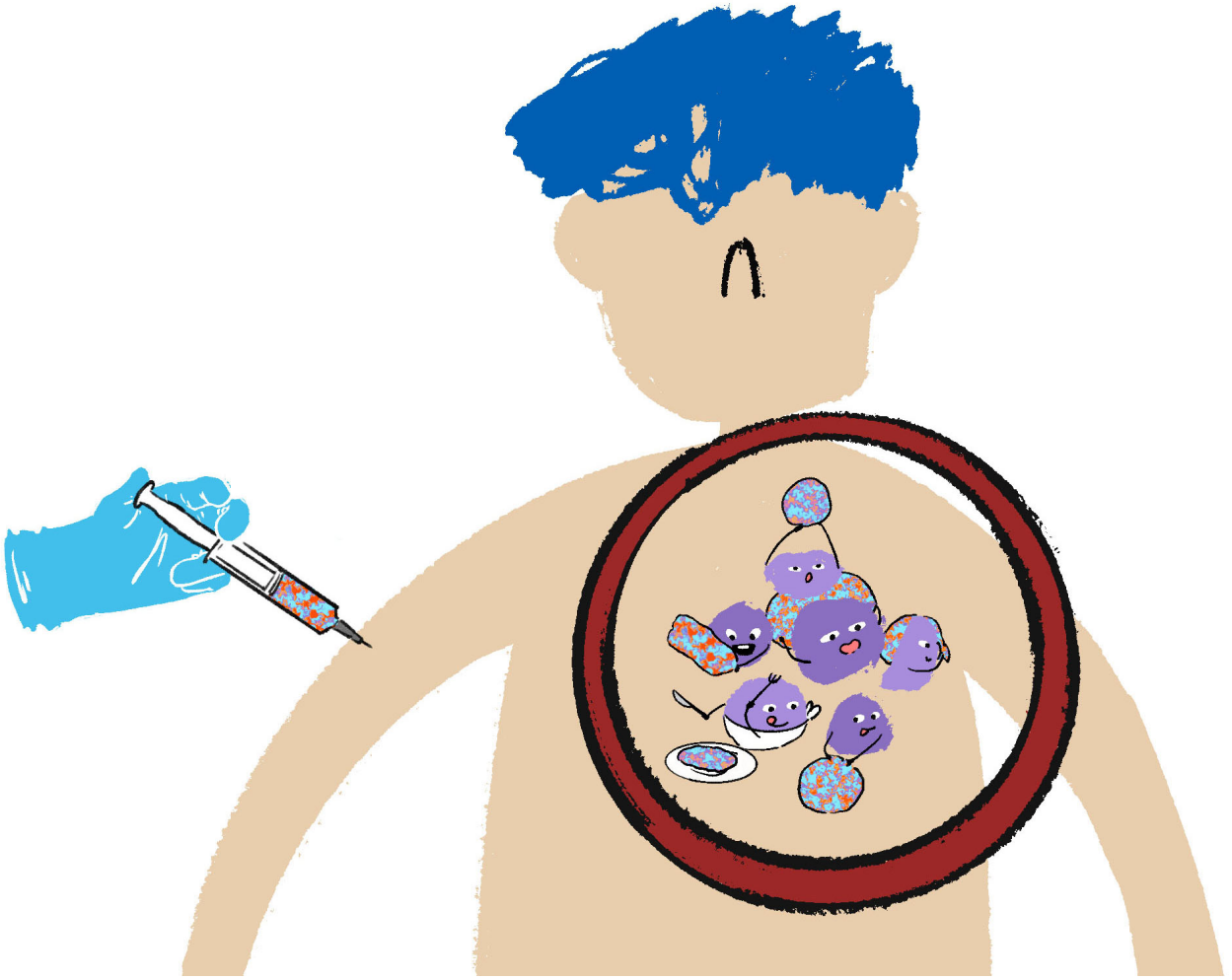
（刘思为）

“打一针就能查肿瘤”并不是广告噱头，而是核医学“全身分子显像”的真实写照。

核医学显像的核心是放射性同位素示踪技术。先为患者注射一针微量的放射性显像剂，这些显像剂是肿瘤细胞喜欢的“食物”，能被肿瘤细胞大量摄取。同时，这些显像剂会发出特定的射线，不断地向人体外释放信号。然后通过专门的探测设备捕捉射线信号，形成全身图像。由于肿瘤细胞摄取的显像剂更多，因而其在图像上会显示为“亮点”。显像剂随着血液流动，逐渐在全身各处分布，将肿瘤细胞“点亮”，清晰可见，从而实现全身肿瘤细胞的定位。

针对肿瘤不同的生物学特征，医学家研制了不同的显像剂。比如最常用的 [^{18}F] - 氟代脱氧葡萄糖 (^{18}F -FDG，以下简称FDG)，是一种葡萄糖类似物，肿瘤细胞不断生长、“繁衍”，需要消耗大量的能量，也就是葡萄糖，所以FDG可以“点亮”大部分肿瘤。对于有些不喜欢“吃糖”的肿瘤，镓-68标记的成纤维细胞活化蛋白抑制剂 (^{68}Ga -PAPI，以下简称FAPI) 则可以与肿瘤细胞基质中的成纤维细胞活化蛋白结合，将其“点亮”。同时，有些显像剂只针对特定类型的肿瘤，比如镓-68标记的前列腺特异性膜抗原 (^{68}Ga -PSMA，以下简称PSMA) 专门“点亮”前列腺癌，使成像更具特异性，也更加精准。

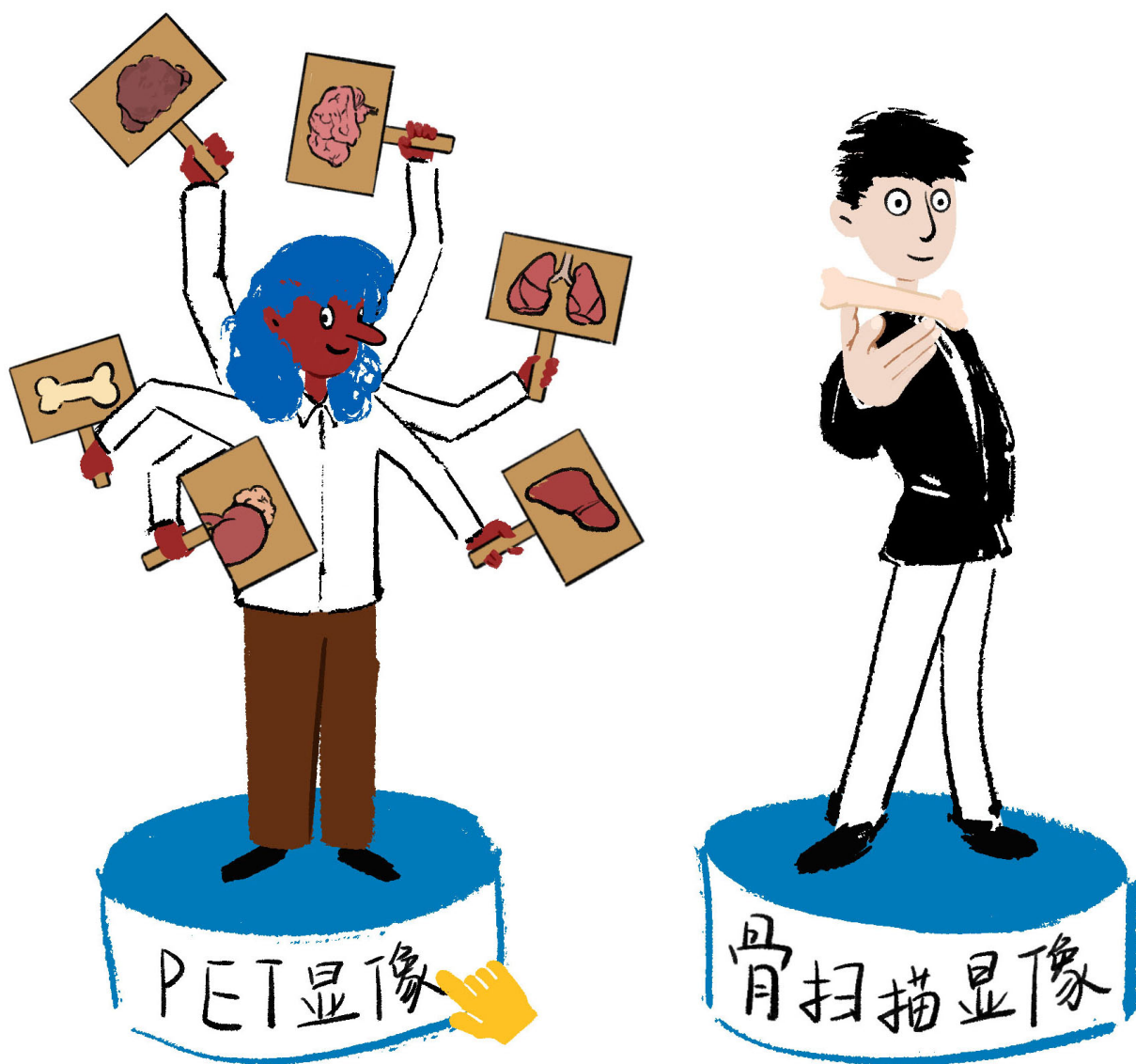
核医学显像依托不同的显像剂，不仅提高了肿瘤诊断的准确性，还为个性化治疗方案的制订提供了科学依据。



PET和骨扫描，两大“肿瘤探测仪”选哪个更合适？

（卢霞）

今天上午门诊来了一位患肺癌的老先生，一看就是知识分子。一坐下，他就问了一个非常专业的问题：“PET和骨扫描都是查肿瘤的，到底做哪个检查更合适？”



正电子发射体层成像（PET）检查比骨扫描贵。PET的费用大约是骨扫描的五倍，但“贵”是有原因的——PET提供的信息更多，诊断也更全面。以这位老先生为例：PET能帮我们判断他的肺癌是否局限在肺部（当然这是最理想的情况，可以考虑手术根治），以及是否已经扩散到同侧或对侧肺部、淋巴结，或者是否转移到其他脏器，比如脑或骨骼。如果出现转移，就不适合再做手术，而需要采取综合治疗。正因为PET在评估肿瘤的性质、全身有无转移、治疗是否有效等方面都表现突出，它也成为目前最重要、最全面的肿瘤影像学检查之一。这就是它“贵得有道理”的地方。您肯定要问：既然PET都能看骨转移了，为什么还要做骨扫描？这就像警察，当遇到“杀人越货”的事，肯定要找刑警报案；而遇到“车祸纠纷”，肯定得找交警。虽然都是“保一方平安”，但是业务内容不一样。PET和骨扫描也是如此，PET检查在寻找破坏骨头的“溶骨性”骨转移灶方面有专长，而骨扫描在寻找骨质增加

的“成骨性”转移方面有专长。有些肿瘤，比如肺癌骨转移既有“溶骨”，又有“成骨”，只有PET和骨扫描“联手”，才能全面检测，将病灶“一网打尽”。

PET检查有辐射，伤身体吗？

（邵泓达）

这个问题问得好！但答案可能让你“蕉绿（焦虑）”——不只是PET检查有辐射，就连一根普通香蕉也有辐射！不过针对您这个问题，需要分两步进行回答：

首先，PET辐射伤身有门槛，并且门槛高得离谱！

（1）PET/CT做一次是10~20mSv辐射量，听着吓人！

（2）想突破国家核安全局的辐射安全值“红线”（100mSv）？得短时间内狂做5~6次PET/CT才可能超出辐射安全域值！

其次，达到伤身剂量的花费贵到肉疼！

根据美国疾病控制与预防中心（CDC）于2024年发布的文章

（<https://www.cdc.gov>），短期内辐射剂量超过1000mSv时才会给人体带来轻度损伤，可能出现的症状有疲劳、呕吐、食欲减退、脱发、红细胞减少等。1000mSv的辐射剂量相当于至少50次PET/CT！在上海地区，需要花费至少30万元！都够买一辆中档汽车了。



此外，“世间万物皆有辐射”，例如，你今天走路吸入的氡气、脚下踩的土地、吃的香蕉、吸的香烟、乘坐飞机时的太空照射等，均有电离辐射，但是都很安全。PET/CT是医学界的“肿瘤雷达”！早期癌症靠它抓，治疗导航靠它指路。担心PET/CT检查伤身？不如担心熬夜刷手机的蓝光！



为什么PET检查非得饿着肚子做？喝口水、血糖高行不行？

（辛玫）

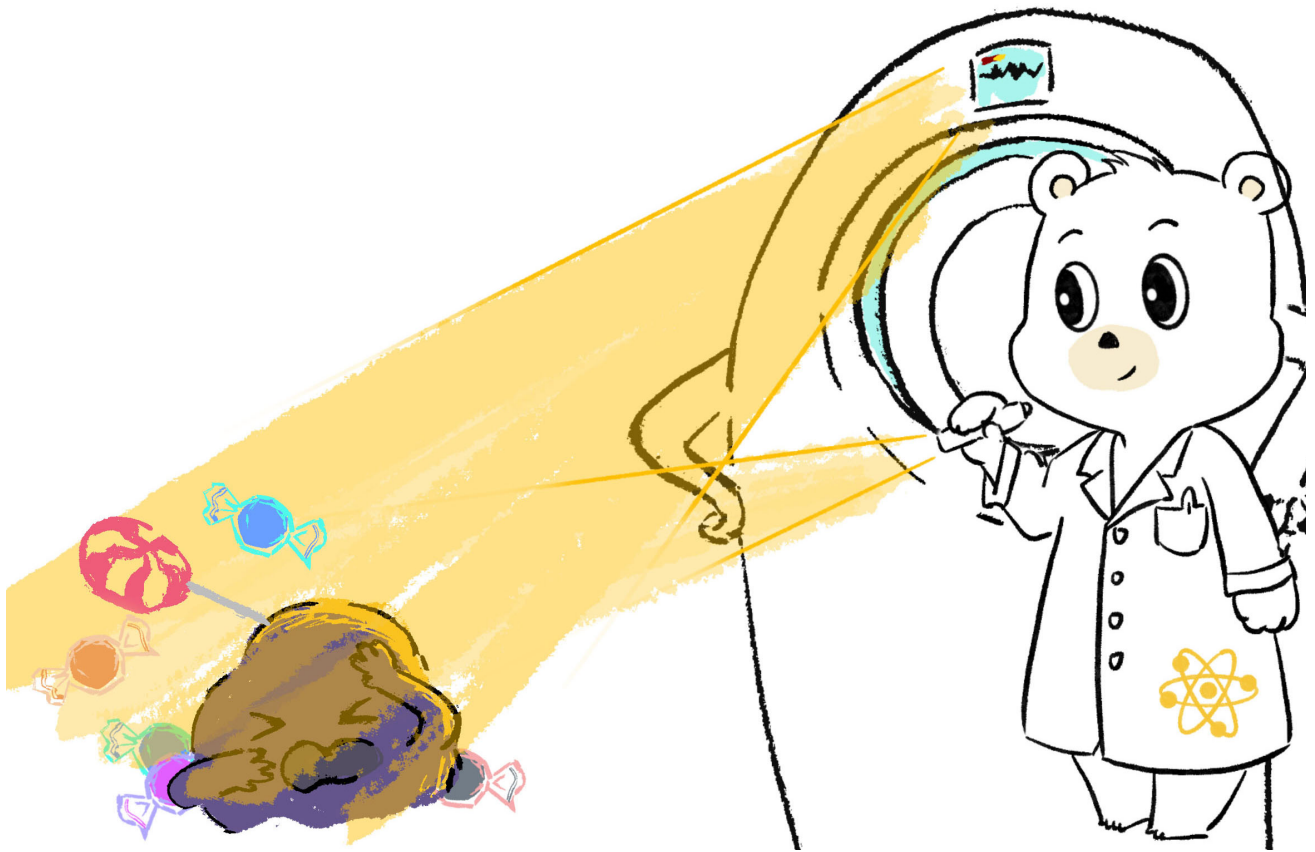
俗话说，人是铁、饭是钢，一顿不吃饿得慌。恶性肿瘤与人的饮食喜好一样，它最爱吃的食物就是“糖”。核医学科的PET检查最常使用FDG作为显像剂。FDG是一种葡萄糖类似物，进入人体后可以与人体能量所需的天然葡萄糖一样被转运至细胞内，相当于给身体各部位吃了一顿“甜点”。

空腹时，人体血糖处于稳定而较低的水平，相当于在检查前先让体内潜在的肿瘤细胞“饿一饿”。这样能最大限度保证FDG显像剂被病变组织优先摄取。当FDG注入体内后，正处于“饥饿状态”的肿瘤细胞便会抓住机会，大量抢夺这份“甜蜜美食”——FDG。然而，虽然FDG很美味，但它无法在细胞内继续转化为能量，只能被“困”

在肿瘤细胞里，越积越多。这样，在PET仪器的探测下，这些“吃撑”的肿瘤细胞就会清晰显现，原形毕露，难以藏身。

一旦进食（哪怕只是少量碳水化合物），血糖就会迅速升高。高浓度血糖（葡萄糖）会与FDG竞争进入细胞，从而“掩盖”肿瘤的存在，直接影响检查的准确性。

因此，在等待检查的过程中如果口渴，可以喝不含糖的白开水，但要避免进食任何含糖饮料。也正因为如此，FDG PET检查必须空腹进行（至少禁食6小时），以减少高血糖的干扰。我们的目标很简单——让那些“爱吃糖”的肿瘤细胞变得更馋、更容易被发现！而且只是在做FDG PET检查时才需要禁食，用其他显像剂做PET检查时可以正常进食。



孕妇/哺乳期妈妈能做核医学肿瘤检查吗？要注意啥？

（卢霞）

根据多项国际权威研究的测量，哺乳期妈妈在完成不同核医学科检查后停止哺乳的时间会有所差异。比如临床应用最广泛的PET/CT检查，最常用的显像剂是 ^{18}F -FDG（跟人体内的葡萄糖很像），因为有极少量通过乳汁分泌，故需要在检查后先停止

哺乳4小时，在停止哺乳期间将乳汁吸出、丢弃，之后再正常哺乳。临床上常用的另外一项主要的核医学检查就是利用放射性核素^{99m}Tc标记的多种显像剂来评估各个脏器的不同功能，不同显像剂对哺乳的影响会有所不同。例如，检查肺栓塞的肺灌注显像，注射^{99m}Tc-MAA后需要停止哺乳12小时，被同样要求的还有做甲状腺显像的^{99m}TcO₄⁻，也要停止哺乳12小时，在停止哺乳期间需要将乳汁吸出、丢弃，12小时后再正常哺乳。若使用的是^{99m}Tc标记的其他显像剂，在检查后不需要停止哺乳，但是需要用吸奶器泵出乳汁并采用奶瓶方式喂养，避免亲自喂养对婴儿的外照射。如果做放射性核素¹³¹I的检查，如甲状腺摄碘率测定，需要在做完检查后停止哺乳至少3周。

由于胚胎或胎儿对电离辐射非常敏感，在非十分必要的情况下，孕妇可不做具有电离辐射的检查项目。如果确实要做有辐射的检查，孕早期（3个月以内）胎儿受到辐射的影响更大一些，孕妇应尽量避免在孕早期做有辐射的检查。

不同的核医学检查项目需要停止哺乳的时间

检查项目	停止哺乳时间	停止哺乳时间
全身骨显像	^{99m} Tc-MDP	不需要停止哺乳
肺灌注显像	^{99m} Tc-MAA	停止哺乳 12 小时
心肌灌注显像	^{99m} Tc-MIBI	不需要停止哺乳
甲状腺显像	^{99m} TcO ₄ ⁻	停止哺乳 12 小时
PET/CT 显像	¹⁸ F-FDG	停止哺乳 4 小时
摄碘率测定	¹³¹ I	停止哺乳 3 周

儿童得了肿瘤，能做核医学检查吗？安全如何保障？

（马拓）



当孩子怀疑或确诊患有肿瘤时，核医学检查是诊断过程中的重要一环，家长常会担心其安全性。其实，核医学检查有着周全的安全保障。

核医学检查能从代谢异常层面早期发现病灶，例如骨显像可比X线提前数月发现骨转移。它在多种儿童肿瘤中被应用，如 ^{123}I -MIBG显像能特异性识别神经母细胞瘤的骨髓转移，异位胃黏膜显像对梅克尔憩室引起的消化道出血灵敏度极高，而 ^{18}F -FDG PET/CT则是淋巴瘤分期的“金标准”。

为了确保安全，核医学检查严格地遵循儿童剂量优化原则。医生会根据孩子的体重和体表面积精确计算最小有效剂量，新生儿剂量仅为成人的1/5左右。最新技术甚至可将PET/CT的辐射剂量降至传统检查的1/8。检查全程还有三重防护：检查前精

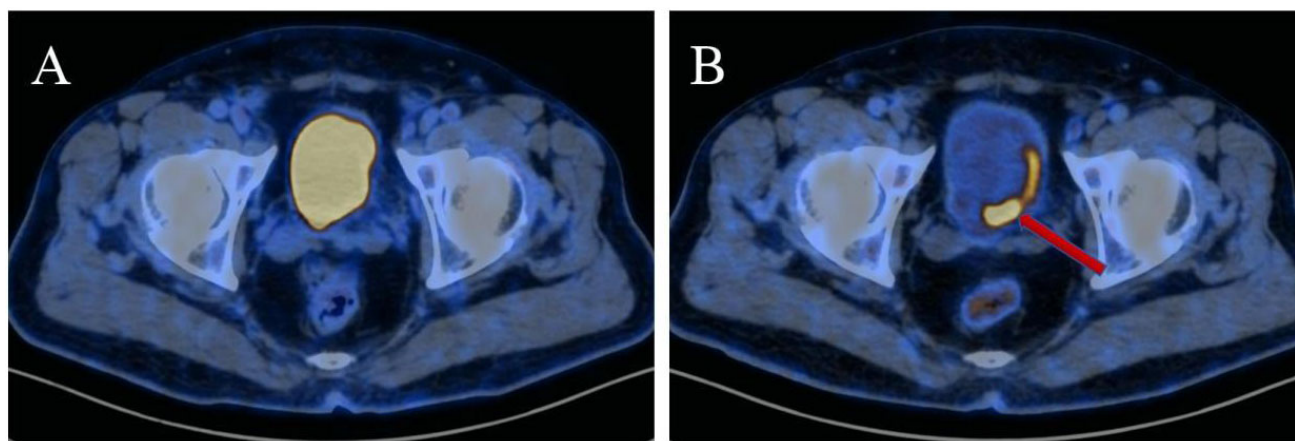
准确定注射剂量；检查中家长可穿戴铅围裙陪同，对患儿非扫描部位会进行屏蔽；检查后引导孩子多饮水以加速排泄。

科学看待辐射风险，核医学检查的辐射剂量其实远低于自然界或许多医疗场景的辐射剂量。一次肾动态显像的辐射剂量约等于在自然环境下6个月的辐射剂量，儿童专用方案的PET/CT辐射剂量也仅相当于在自然环境下2~3年的辐射剂量。因此，核医学检查对于肿瘤患儿是安全、有效且必要的，它能帮助医生更精准地诊断和治疗，为孩子的健康带来希望。

为什么有时候PET/CT做完后，还要过几小时才能再做延迟显像？

（陈虞梅）

PET/CT检查一般在注射显像剂后约1小时进行显像，有时需要在第一次显像结束后，间隔几小时再进行延迟显像，其主要目的是通过不同时间点的图像差异提升诊断精准度。其原理如下：①利用代谢差异提高病灶检出率，一般恶性肿瘤会随时间延迟表现为持续摄取FDG，延迟后摄取量升高或稳定，而良性病变对FDG的摄取往往会表现为摄取量逐渐降低，这样可以助力良恶性病变的鉴别。②减少生理性干扰，例如，在泌尿系统中，尿液中的高浓度示踪剂可能掩盖膀胱、输尿管等部位的病变，通过饮水或利尿剂促进排泄后，延迟显像可清晰显示病灶；在消化道系统中，胃蠕动、肠道内容物往往会出现生理性摄取，可能会造成对消化道肿瘤诊断的干扰。延迟显像结合饮水或调整体位，可区分生理性摄取与病理性摄取。③优化图像质量，患者移动、呼吸运动或胃肠蠕动可能导致早期图像显示不清。延迟显像通常仅扫描局部，缩短采集时间以减少运动伪影，可提高图像清晰度。④适配特定病变特征，如血管病变在血池放射性消退后更易检出。延迟显像为补充手段，并非判断病情严重程度的标志，具体由医生根据初步显像结果决定，需要患者做好配合才能保障诊断的准确性。



膀胱PET/CT延迟前后图像

图A为膀胱早期PET/CT融合图像：膀胱内充满尿液FDG生理性浓聚，无法发现膀胱病症；图B为膀胱利尿后延迟PET/CT融合图像：膀胱内尿液FDG生理性浓聚消退，可清晰显示膀胱左侧壁及后壁肿瘤病灶。

做完PET检查后回家有什么注意事项？对家人有影响吗？

（邵泓达）

做完PET检查后会短暂有辐射，但辐射剂量非常低。首先要清楚以下两个概念：☢️

辐射来源：PET检查中的辐射主要来自体内注射的放射性示踪剂，最常用的放射性示踪剂是 ^{18}F -FDG。☢️

辐射时长：辐射时长主要取决于放射性示踪剂的有效半衰期（有效半衰期：即体内放射性示踪剂的辐射剂量衰减到初始剂量的1/2所需要的时间）。 ^{18}F -FDG的半衰期仅约110分钟，从注射示踪剂后开始6小时后，辐射量只剩余初始剂量的10%左右；经过10个半衰期后（约18个小时），辐射量剩余约0.1%，可视为辐射“安全清零”。

「对家人的保护」

与正常人群相处无须特殊隔离，但是针对特殊人群（孕妇腹中胎儿、婴幼儿，他们的细胞分裂较快）需要注意：👤👤

安全距离：1米，避免长时间拥抱/同床。👤👤

安全时间：一般认为在放射性药物经过10个半衰期后，可视为辐射“安全清零”。以 ^{18}F -FDG为例，从注射药物开始约18小时后，就可以与他人正常共处了。👤👤

意外接触：如不小心发生了短暂的意外接触（如抱娃等肢体接触），这样不会造成直接的有害辐射，不必焦虑。

「这三招让辐射“连夜跑路”」

- ① 喝水：检查后饮水1000 ml以上，加速示踪剂随尿排出。
- ② 更衣和洗澡：回家后立刻换洗衣物，避免放射性汗液、尿液残留。
- ③ 独处休息：注射示踪剂后6小时尽量在单独的房间休息。

「以下操作纯属“防辐内耗”」 ❌

让老婆/老公住酒店：普通家人同住一屋完全安全，只是不能和孕妇、学龄前儿童近距离接触。 ❌

狂喝绿茶“解毒”：白开水才是“排辐王者”，乱喝偏方可能“窜稀”！ ❌

穿铅衣睡觉：铅衣是检查室装备，家用堪比“披棉被防WIFI”——纯属加戏！

报告上关键的“SUV”，是高好还是低好？到底怎么看？

（闫海波）

报告中的SUV（标准化摄取值）是反映组织对示踪剂摄取程度的指标，其高低本身没有绝对的“好”与“坏”，需要结合具体情况分析，关键在于判断摄取量增高是否由病变（尤其是恶性肿瘤）引起。

「SUV的含义」

SUV越高，提示组织对示踪剂的摄取越多。正常组织因代谢需求也会摄取示踪剂（如脑、心脏、肾脏等代谢旺盛的器官，其SUV会偏高），但恶性肿瘤细胞代谢活跃，通常其SUV会异常增高，因此，SUV常被用于辅助判断是否存在病变及病变的良恶性。

「不能单看SUV高低」

（1）高SUV不一定是恶性：炎症、感染（如肺炎）、良性肿瘤（如腺瘤）等也可能导致SUV升高，因为这些组织的代谢也会增强。

(2) 低SUV不一定是良性：部分恶性肿瘤（如黏液腺癌、印戒细胞癌）的代谢较低，SUV可能不高，甚至接近正常组织。

「正确解读需要结合以下信息」

(1) 病变位置和形态：比如肺内结节的SUV升高，需结合结节大小、边界（是否毛刺）、是否强化等；甲状腺结节的SUV升高，需结合是否有钙化、血流等。

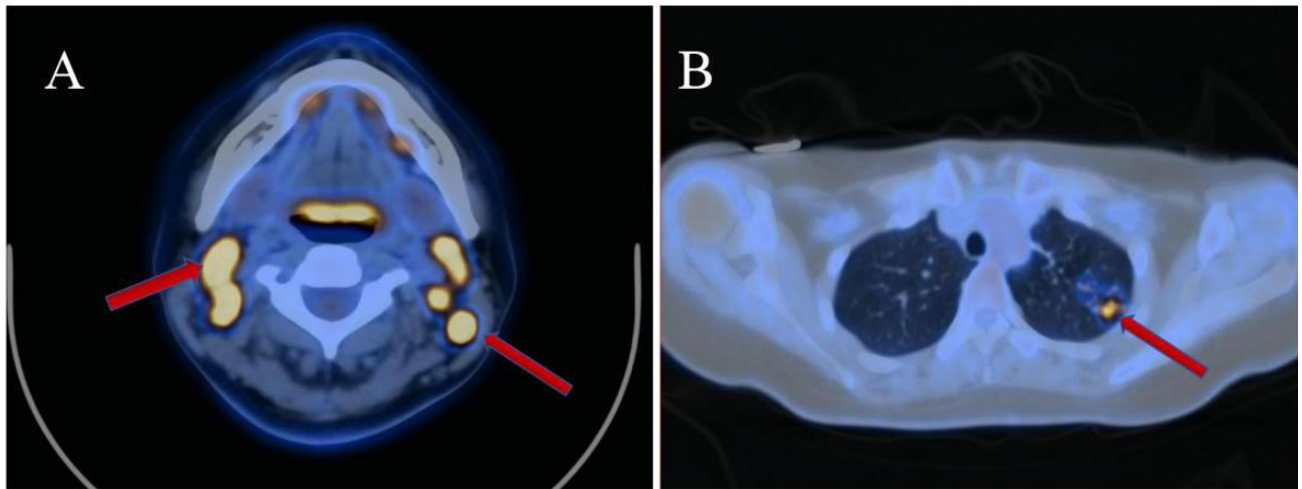
(2) 动态变化：复查时SUV升高或降低，可能提示病变进展或好转（如治疗后肿瘤SUV下降，可能提示治疗有效）。

(3) 临床背景：患者是否有癌症病史、症状（如体重下降、疼痛）、其他检查结果（如CT、肿瘤标志物）等。

PET/CT检查报告说“考虑肿瘤”，就一定是癌症吗？假阳性是怎么回事？

（陈虞梅）

PET/CT报告提示“考虑肿瘤”并不一定意味着就是癌症（恶性肿瘤）。PET/CT是通过检测组织的代谢活性来辅助判断病变性质，但其存在一定局限性，最终确诊需要结合病理检查等进一步验证。PET/CT的核心原理是利用肿瘤细胞通常代谢旺盛（尤其是葡萄糖代谢）的特点，通过注射含放射性标记的葡萄糖类似物（如 ^{18}F -FDG），追踪高代谢区域。若某部位摄取 ^{18}F -FDG明显增加（表现为“高代谢灶”），报告可能提示“考虑肿瘤”。但高代谢并非恶性肿瘤的专属特征，以下情况也可能出现类似表现（即假阳性）：包括良性病变，如炎性结节（肺炎、脓肿）、结核病灶、肠道息肉及腺瘤等；另外有些部位容易出现生理性的FDG摄取，比如正常的胸腺、扁桃体、胃肠道、卵巢生理性变化、棕色脂肪激活等，可能被误判为病变。因此，PET/CT检查报告中的“考虑肿瘤”只是影像学推测，需结合病史、其他检查（如CT/MRI形态特征）甚至病理活检（穿刺或活检）才能确诊。



PET/CT假阳性典型图像

图A为颈部PET/CT融合图像：颈部淋巴结表现为FDG高摄取，但病理显示为结核；图B为胸部PET/CT融合图像：左上肺病变表现为FDG高摄取，但病理显示为结核。

全身肿瘤筛查与疗效评估宝典

肿瘤标志物莫名升高，PET/CT怎么当“侦探”来揪出隐藏病灶？

（杨亲亲）

发现肿瘤标志物升高，是不是心头一紧？别慌，它升高≠癌症确诊，也可能是炎症或其他原因所致。这时，就需要医学界的“顶级侦探”——PET/CT出马，精准锁定可能的“元凶”。

「PET/CT如何“破案”？」

关键在于其独特“眼力”：同时洞察代谢活动与解剖结构。

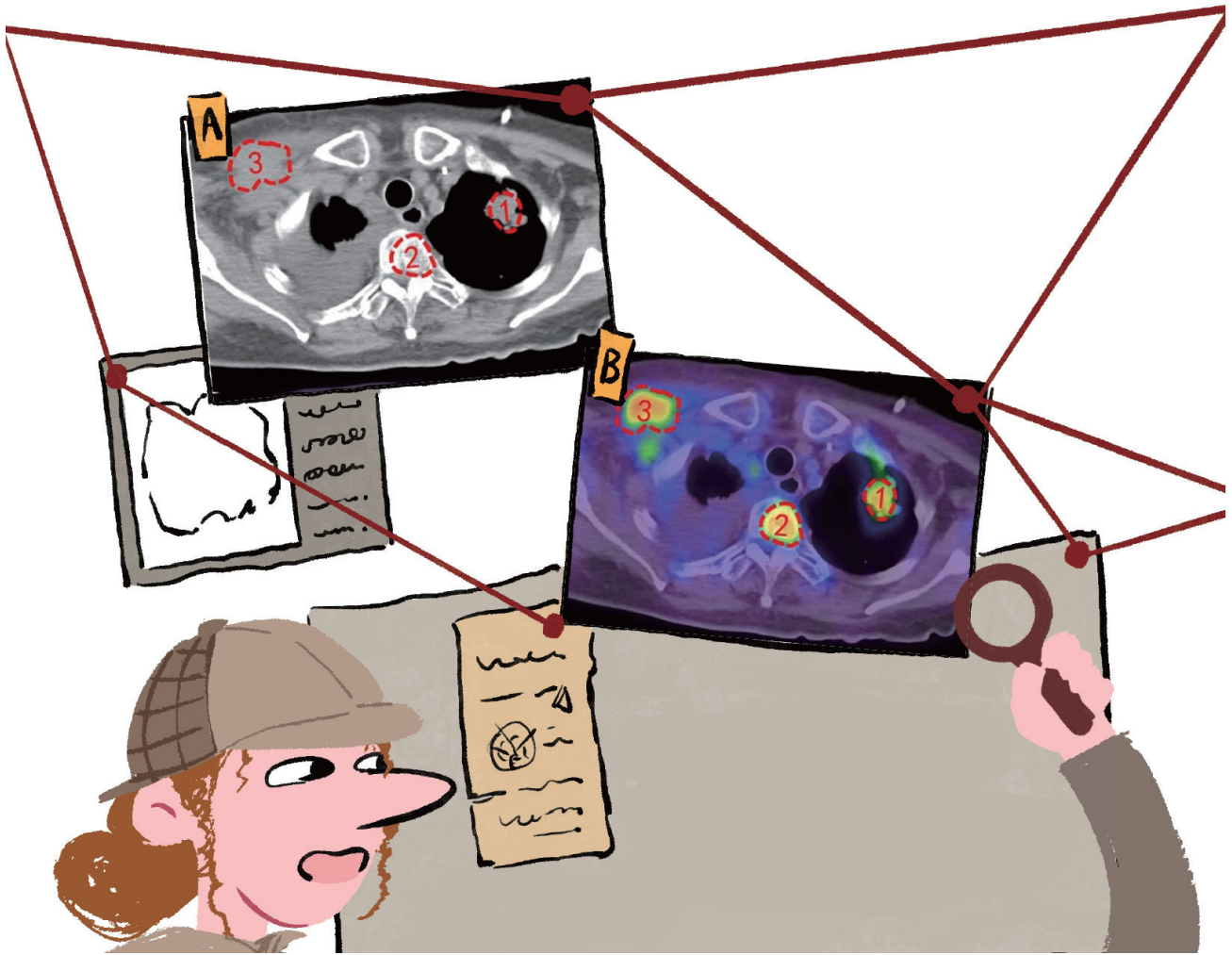
（1）代谢追踪：检查前注入带微量放射性的葡萄糖类似物（ ^{18}F -FDG）。体内异常活跃的细胞（如癌细胞）会大量“吞食”它。PET像“生物雷达”，可以敏锐捕捉这些高代谢区域的信号。

（2）解剖定位：同时进行的CT扫描，则是“高清地图”，清晰显示骨骼、脏器等解剖结构。

两者强强联合，形成一幅信息丰富的图像：哪里代谢异常活跃，一目了然；活跃点的具体位置和形态，清清楚楚。

「PET/CT的“侦探本事”」

（1）溯源“元凶”：当超声、CT等找不到肿瘤标志物升高的源头（原发灶不明）时，PET/CT能全身扫描，揪出隐匿的原发小癌灶或转移灶。



A、B 为肺癌PET/CT图像

(1) 左肺上叶肺癌；(2) 胸椎转移；(3) 右侧锁骨下淋巴结转移。

(2) 辨“敌”真伪：不是所有在PET/CT上显示的活跃信号都代表癌症，炎症等良性病变亦可引发类似征象。PET/CT可通过分析代谢特征，帮助区分恶性与良性病灶，减少误诊。

(3) 看清“战场”：如发现癌症，它能有效评估肿瘤扩散范围（分期），为制订治疗方案提供关键依据。

肿瘤标志物升高时需要引起重视但莫惊慌，尽快找专科医生解读，若医生建议行PET/CT检查，请按医嘱准备，提醒一下：检查通常需要空腹哦。

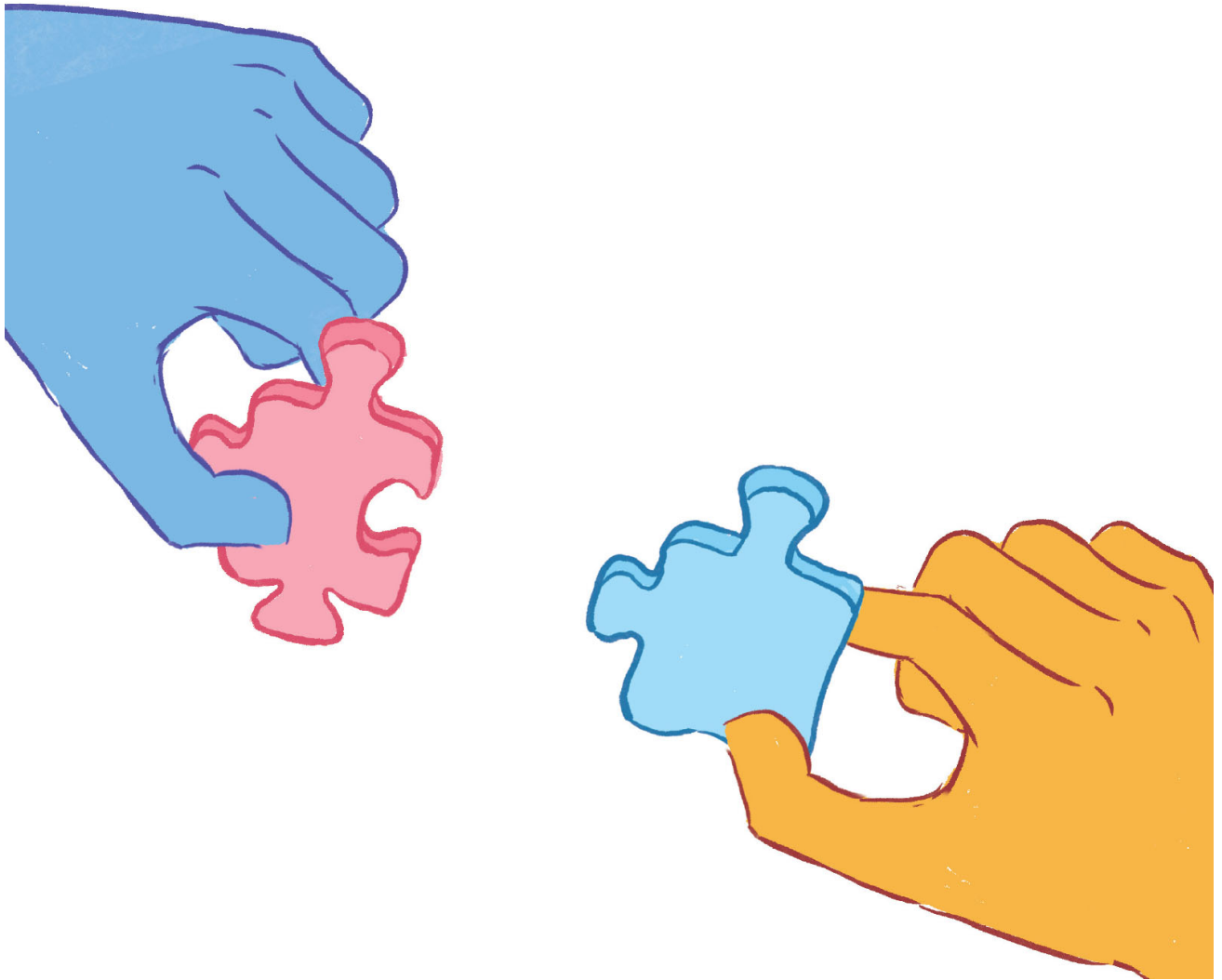
发现转移瘤却找不到“老窝”？全身显像如何破案？

（闫海波）

（1）发现代谢异常增高病灶：PET检查常用的示踪剂是氟代脱氧葡萄糖，它是一种葡萄糖类似物。肿瘤细胞代谢活跃，对葡萄糖的摄取增加，因此会摄取更多示踪剂，在PET图像上表现为代谢异常增高的病灶。PET全身显像会对身体的各个器官和组织进行细致观察，检测到身体各个部位的代谢异常区域。这些异常区域可能就是潜在的原发病灶。

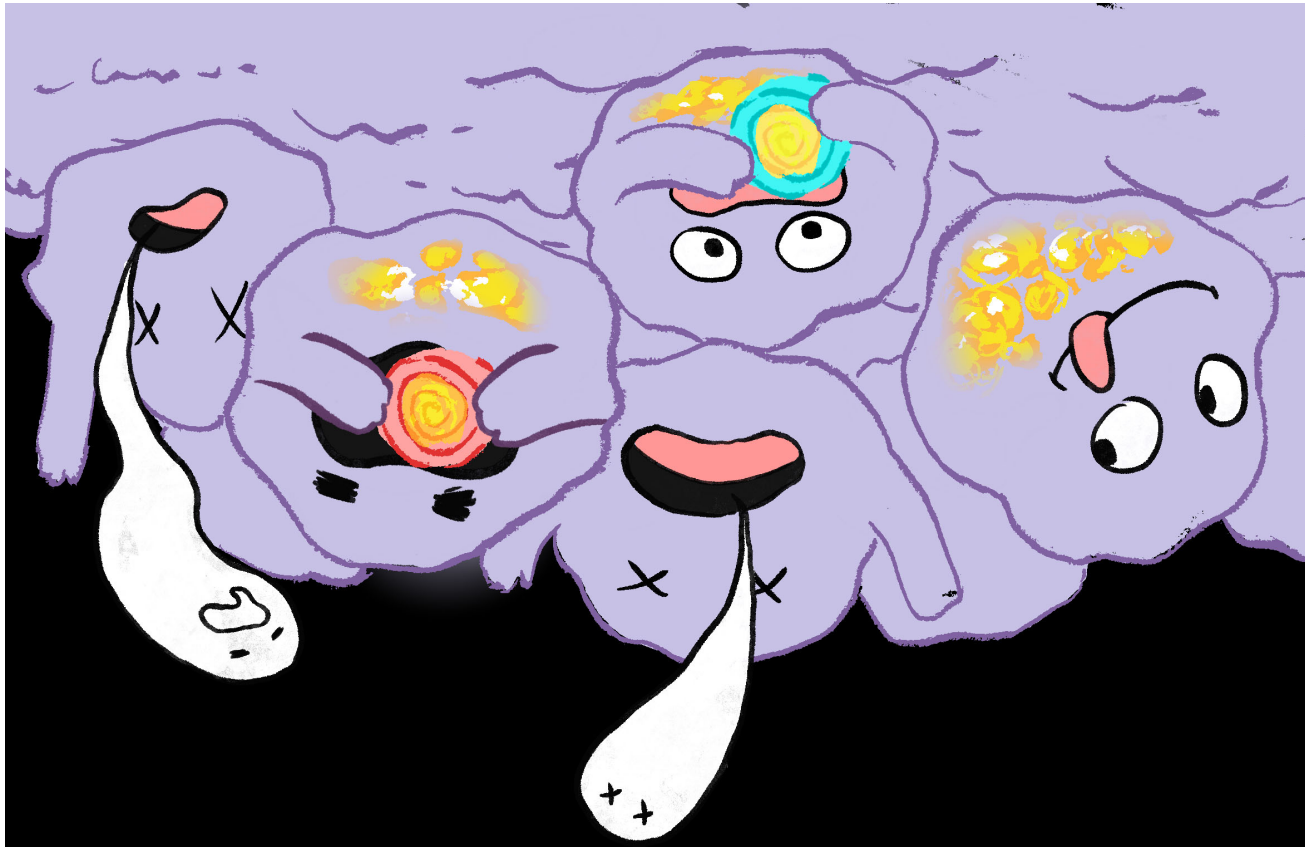
（2）分析病灶代谢特征：不同肿瘤的“吃喝和能量消耗方式”并不一样，它们的代谢特点也各有差异。例如，某些肿瘤的葡萄糖代谢水平较高，SUV（标准化摄取值）可能会明显升高；而一些生长缓慢、恶性程度较低的肿瘤，SUV升高可能相对不那么显著。医生会根据代谢特征来初步判断肿瘤的性质和可能的来源。比如，高度代谢的病灶更倾向于恶性肿瘤，结合其所在的解剖位置，可以推测可能的原发器官。如果在肺部发现一个高代谢的结节，同时伴有其他部位的转移瘤，那么肺部就有可能就是原发病灶。

（3）观察全身转移模式：不同器官的肿瘤具有不同的转移途径和模式。例如，肺癌常见的转移部位包括肺门淋巴结、纵隔淋巴结、肝脏、骨骼等。医生会观察转移瘤的分布情况，分析其转移模式，从而推测原发病灶的可能位置。



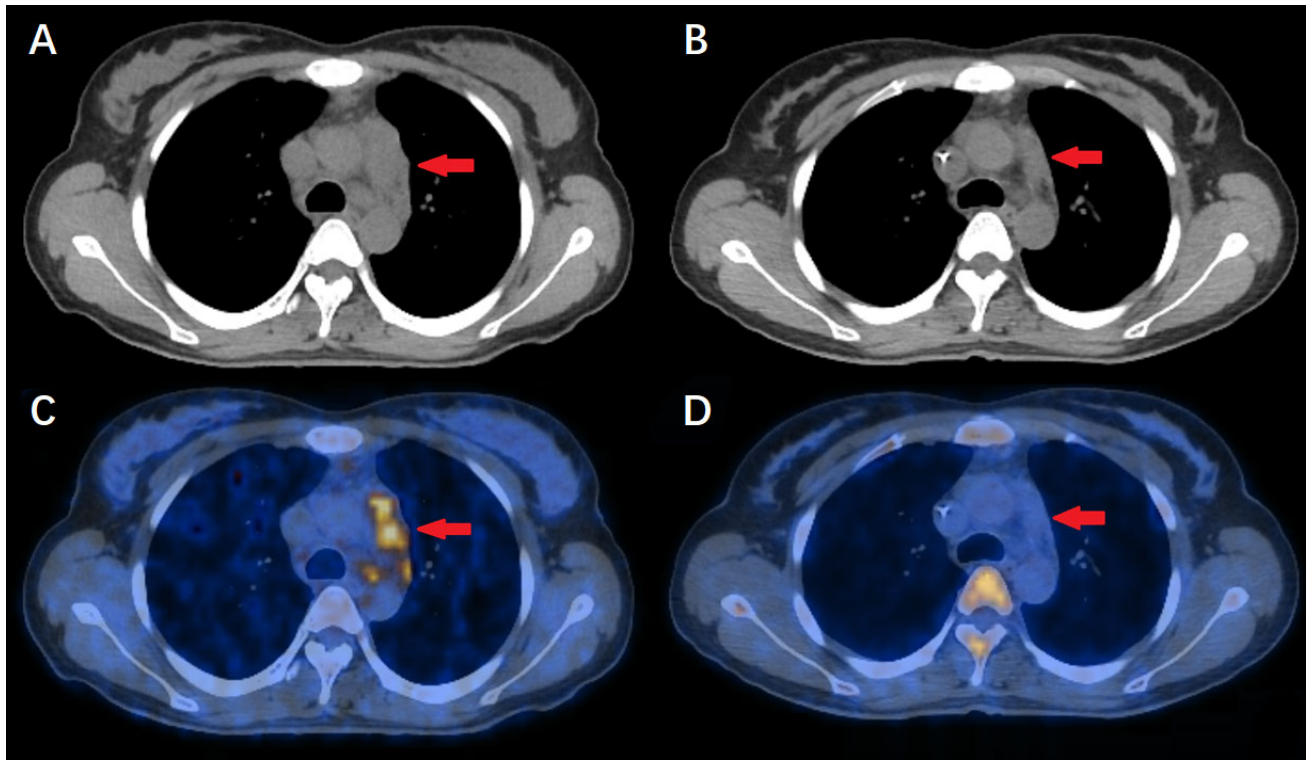
淋巴瘤化疗后，残留肿块是“死”是“活”？PET说了算！

（李小萌）



化疗后复查，发现肿瘤部位仍有残留肿块，难免让人担忧。这究竟是治疗胜利后的无害“瘢痕”（坏死/纤维组织），还是潜藏的“存活敌军”（残余肿瘤细胞）？这直接关系到后续治疗和复发风险。

传统影像检查（CT、MRI）虽能清晰描绘肿块大小和形态，但有个关键局限：只能看形态，无法探活性——无法区分“敌人”（残存物）是死是活。而PET/CT提供的“活性地图”便成了“裁判”，它擅长探测细胞内的生命信号——代谢。患者扫描前会注射示踪剂FDG，它是一种特殊的糖。活着的淋巴瘤细胞非常贪吃，会大量摄入这种带标记的糖，而死亡的肿瘤则几乎不消耗糖。PET/CT可以捕捉这种能量消耗的差异。



A. 治疗前的CT；B. 化疗3周期后的CT；C. 治疗前的FDGPET/CT；D. 化疗3周期后的FDGPET/CT。

A、C红色箭头所示为治疗前有活性的淋巴瘤病灶，B、D红色箭头所示为化疗3周期后无活性的病灶，虽然还有软组织肿物，但已经“死”了，说明治疗有效。

（1）“暗淡无光”（无/低代谢）：残留肿块在PET图像上不“亮”，提示其为无活性的“死组织”。这意味着化疗达到完全代谢缓解，治疗目标达成，后续可规律监测，守护战果。

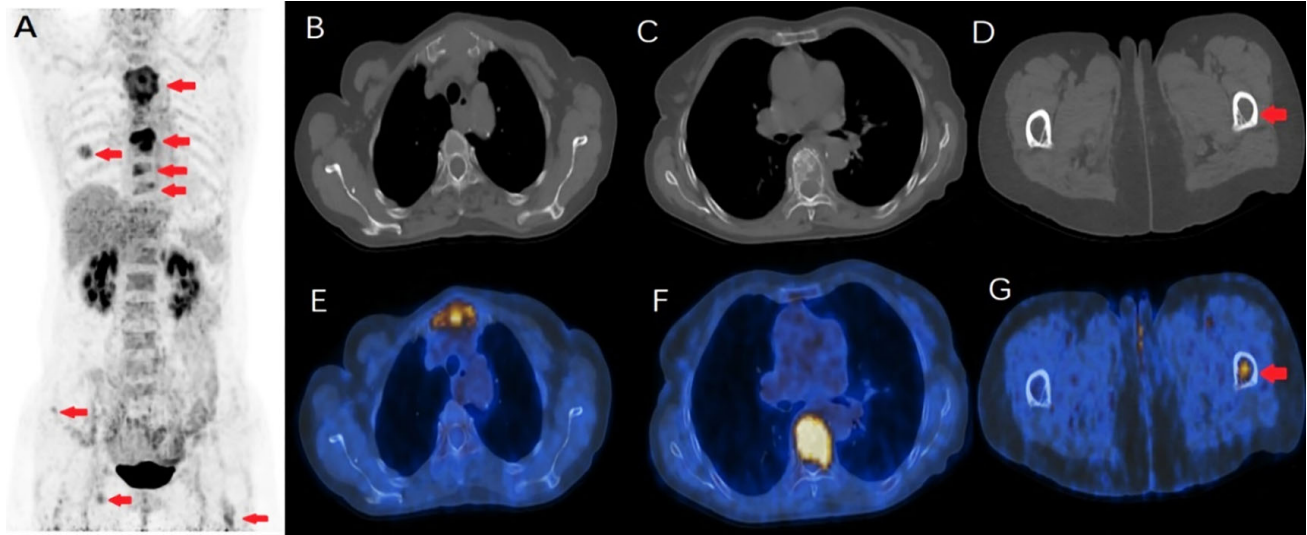
（2）“闪闪发光”（高代谢）：残留肿块在PET上出现异常“亮点”，警示其内仍有活跃的肿瘤细胞，称为部分代谢缓解或代谢进展，提示有潜在复发风险。医生将据此评估是否需要调整治疗策略，比如强化化疗、放疗，或用靶向、免疫治疗等新武器进行精准打击。

骨髓里的“隐形杀手”——多发性骨髓瘤，如何被精准曝光？

（李小明）

多发性骨髓瘤（血液系统第二大恶性肿瘤）狡猾地潜伏在骨髓深处，对其的精准诊断与分期面临挑战。早期骨质破坏细微，传统检查常难窥全貌。X线或CT虽能捕捉

到明显的溶骨病变信号，但需要在骨质被大量破坏（超过30%）后才会显影，容易漏诊早期或弥漫性骨髓浸润。骨髓穿刺活检虽是确诊该疾病的“金标准”，但仅提供局部信息，如同“盲人摸象”，无法全面反映全身骨髓瘤分布的“全景图”及肿瘤负荷，更易遗漏关键信息——髓外侵犯（肿瘤扩散至骨髓外软组织）。



多发性骨髓瘤FDG PET/CT显像

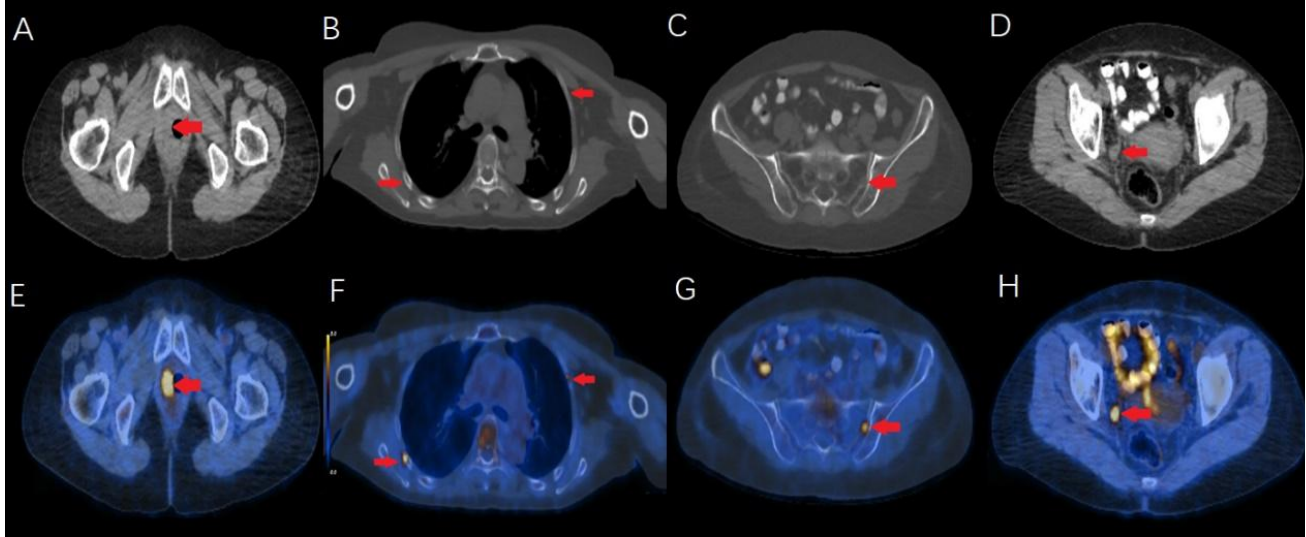
A. 全身最大密度投影图（MIP图），红色箭头所示均为多发性骨髓瘤病灶；B~D. CT图；E~G. PET/CT图。其中E、F黄色区域为胸骨及胸椎的骨髓瘤病灶，这些病灶大部分在上面的CT图中可以看出骨质破坏，但G中左侧股骨病灶（红色箭头）却在CT中无法看出，极易漏诊。

PET/CT正是破解这一难题的关键利器，它利用示踪剂氟代脱氧葡萄糖（FDG）进行全身显像，活跃的骨髓瘤细胞如同“葡萄糖掠夺者”，会异常大量地摄取FDG；而正常组织或非活跃区域则摄取很少的FDG。通过探测这种代谢差异，PET/CT能高效发现其他检查可能漏掉的全身微小活跃病灶（尤其在尚未有明显的骨质破坏时）和髓外侵犯病灶，清晰绘制“全身活性肿瘤地图”。在这张地图上，高代谢的病灶如同“亮点”清晰可见，是准确判断疾病范围（如是否累及多处骨骼、有无髓外病变）和整体肿瘤负荷的基石，为国际分期系统（如R-ISS分期）提供重要的补充信息，并直接影响初始治疗策略（如药物方案选择、是否需精准放疗等）。

最凶险的“黑色”皮肤癌，全身转移如何早发现？——核医学的“定制钥匙”

（李小萌）

恶性黑色素瘤是皮肤癌中最凶险的类型，其癌细胞如同狡诈的“隐形破坏者”，极易悄无声息地通过淋巴和血液向全身各处淋巴结及远处脏器（肝、脑、骨）潜行扩散。传统影像方法（CT、MRI）在捕捉这些早期、微小或散在分布的转移灶方面存在明显局限，可能导致延误关键的干预时机。



黑色素瘤FDG PET/CT显像

A~D. CT图；E~H. PET/CT图。PET/CT可精准显示出CT不易发现的阴道恶性黑色素瘤原发灶（E中红色箭头所示），以及常规显像极易漏诊的骨转移（F、G中红色箭头所示）、淋巴结转移（H中红色箭头所示）。

常规使用的核医学检查 ^{18}F -FDG PET/CT，能够利用肿瘤细胞高消耗葡萄糖的特性，在全身范围内搜寻转移灶。然而，当某些黑色素瘤的葡萄糖代谢活性不高，或者转移灶位于脑组织（本身葡萄糖代谢就高）等特殊区域时，FDG这把“通用钥匙”的探测灵敏度和特异性便大打折扣。

为了更精准地揪出这些善于伪装的转移“幽灵”，核医学又开发了针对恶性黑色素瘤的“定制探测器”——靶向显像剂。一个令人意外的发现是，用于前列腺癌的前列腺特异性膜抗原（PSMA）也在黑色素瘤的新生血管上大量表达。使用 ^{68}Ga 标记的PSMA抑制剂显像，往往能在FDG结果不明确时，以极高的图像对比度清晰呈现出黑色素瘤转移灶，尤其是在探查淋巴结、骨和内脏的隐匿转移方面。此外，正在研发中的专门靶向黑色素瘤特异性抗原[如黑皮质素-1受体（MC1R）]的新型探针有望进一步提升诊断的专一性。这些核医学的“精准之光”将持续照亮对抗“黑色癌症”的希望之路。

不明原因发烧、暴瘦，是肿瘤在作祟？全身显像来排查！

（朱夏夏）

“发热”“消瘦”是疾病常见的临床症状，其背后隐藏着的真正病因可能是肿瘤，也可能是感染等。PET/CT凭借其无创、全身显像、功能成像等优势，成为此类疾病的诊断利器，以弥补传统影像学方法的不足。

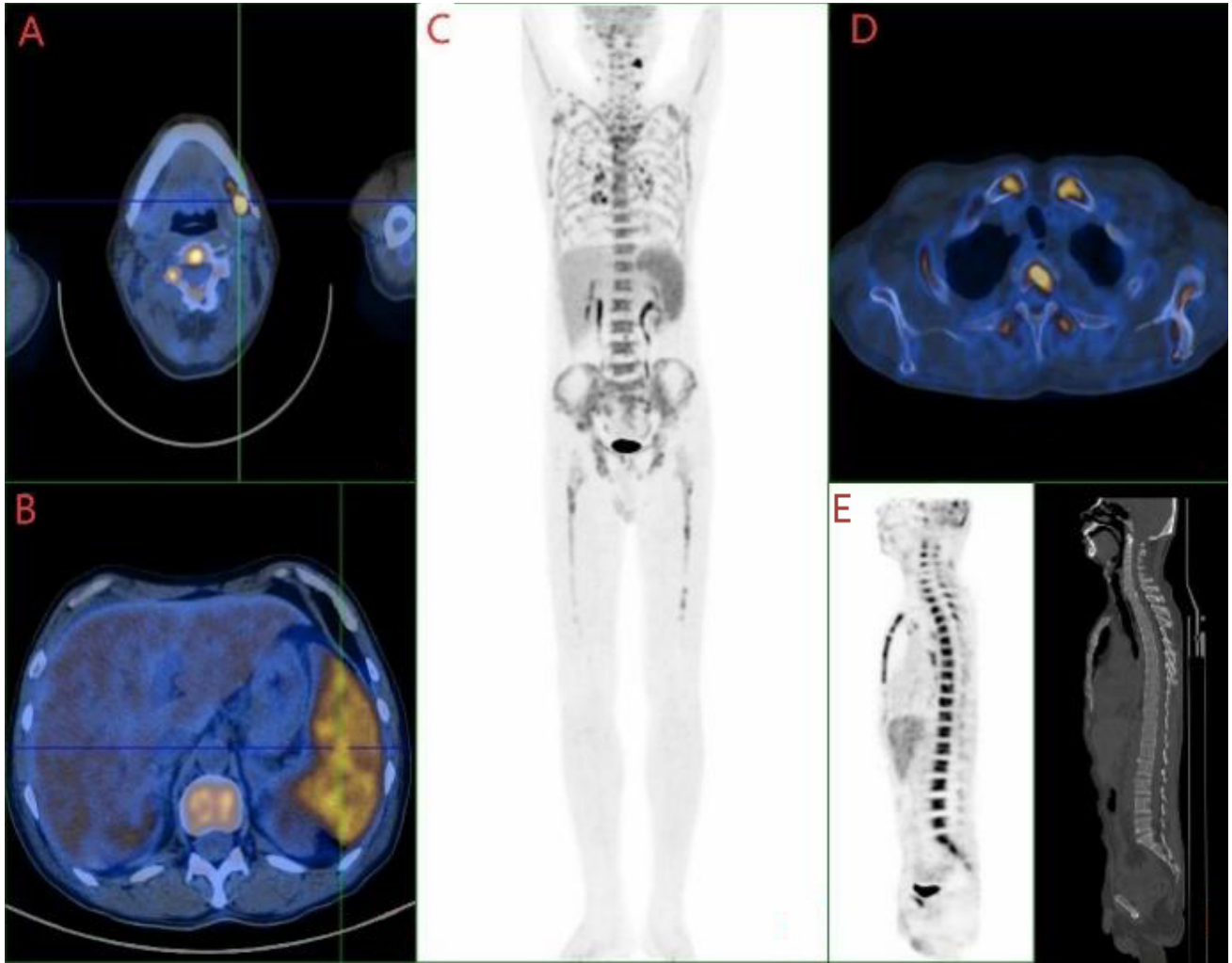
接下来我们通过一些病例来了解PET/CT如何帮助我们揪出幕后“真凶”。

病例一



患者为一位中年男性，间断发热已有2个月，超声和CT等常规检查并没有发现特别有价值的线索。

然而，PET/CT检查却显示出明显异常：颈部和胸部有多个“高亮”（高代谢）的肿大淋巴结，脾脏体积增大且代谢活跃，骨骼呈弥漫性代谢增高。对核医学科医生来说，这些线索高度提示可能存在淋巴瘤。随后，他进行了左颌下淋巴结穿刺，病理结果证实这正是间变性大细胞淋巴瘤。

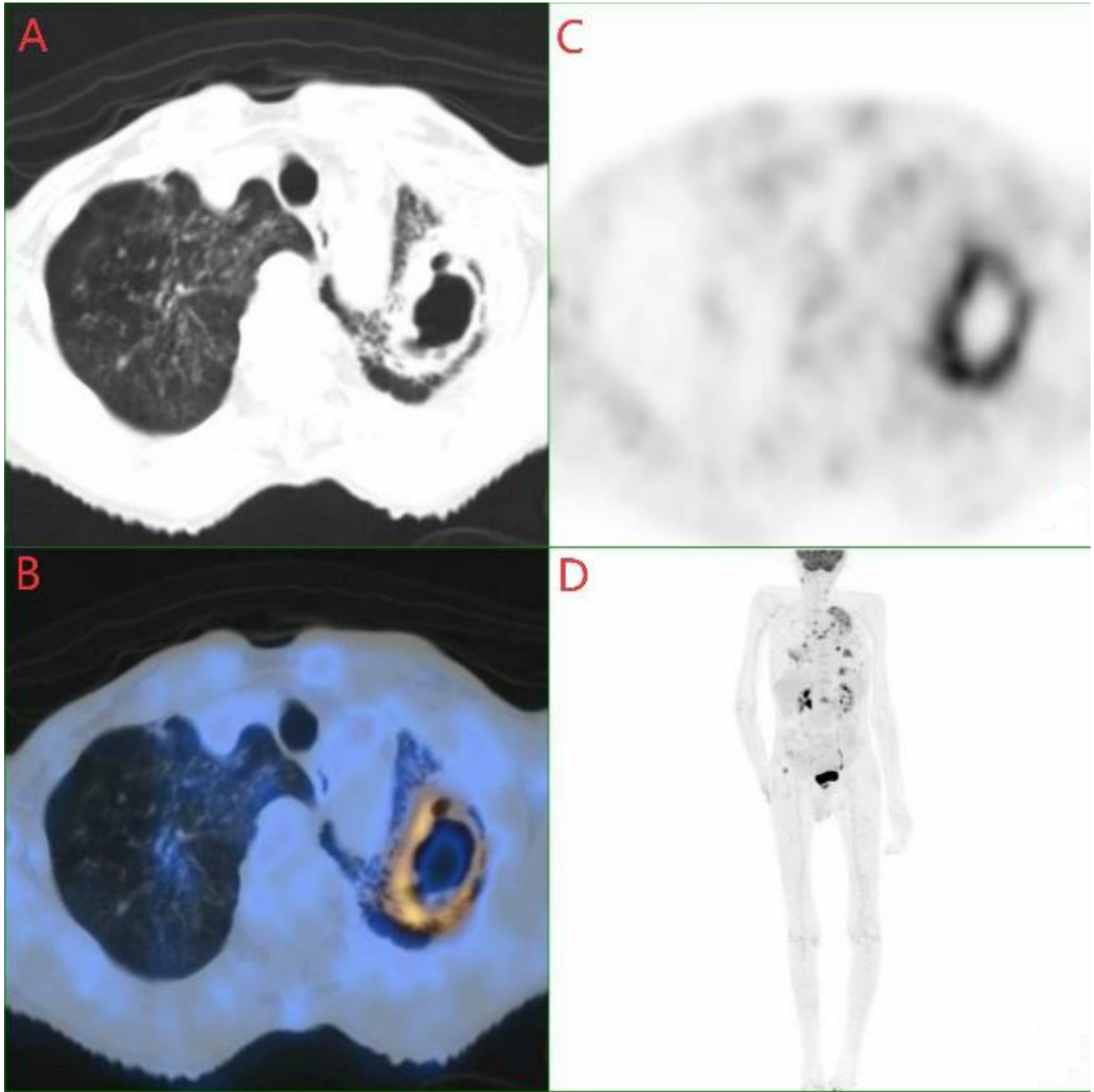


A图中的十字线所示为左颌下高代谢、肿大的淋巴结，B图中的十字线所示为增大且代谢增高的脾脏，C、D、E可见全身骨骼代谢也明显增高

病例二



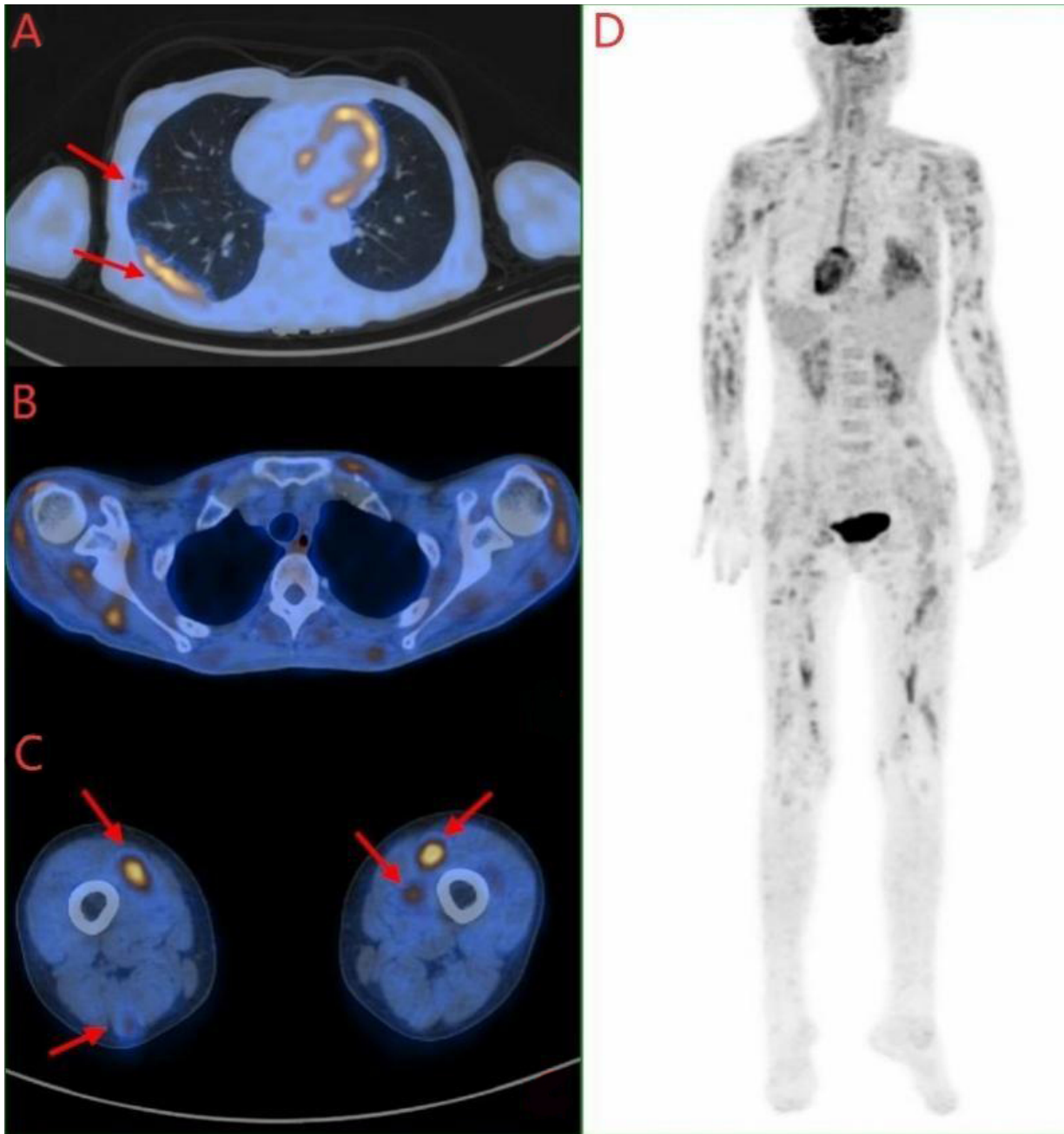
家人发现李爷爷近一个月明显消瘦、伴有发热，在医院抗感染治疗无效，PET/CT检查看到双肺多发病变（左肺更为明显），经验告诉我们：老人家发热的“真凶”可能是结核。后续痰培养也发现抗酸杆菌强阳性，最后确诊为肺结核。



A、B、C图可见左上肺病变伴有空洞，环形“高亮”（高代谢）；D图提示双肺病变
病例三



一位中年女性，间断发热并且浑身无力3个月了，抗炎、抗感染治疗后症状反复。最终PET/CT检查发现全身多处肌肉代谢不同寻常地增高、肺内有间质性炎症，这是典型的多肌炎表现。后经肌电图及相关实验室检查确诊多肌炎，据此对症治疗后，该患者病情好转，顺利出院。



A图箭头示右肺间质性炎症；B、C图高亮处及箭头示肌肉内的高代谢病变；D图可见全身弥漫分布的高代谢病变

由此，大家可以看到PET/CT在发热、消瘦患者中的应用，不仅可对各种肿瘤进行筛查和精准识别，还包括为感染性疾病（如结核等）、非感染性炎症性疾病（如皮肌炎/多肌炎、风湿性多肌痛等）和其他疾病（如坏死性淋巴结炎等）的诊断提供线索，以此帮助更快地揪出致病真凶，实现疾病的早诊早治。

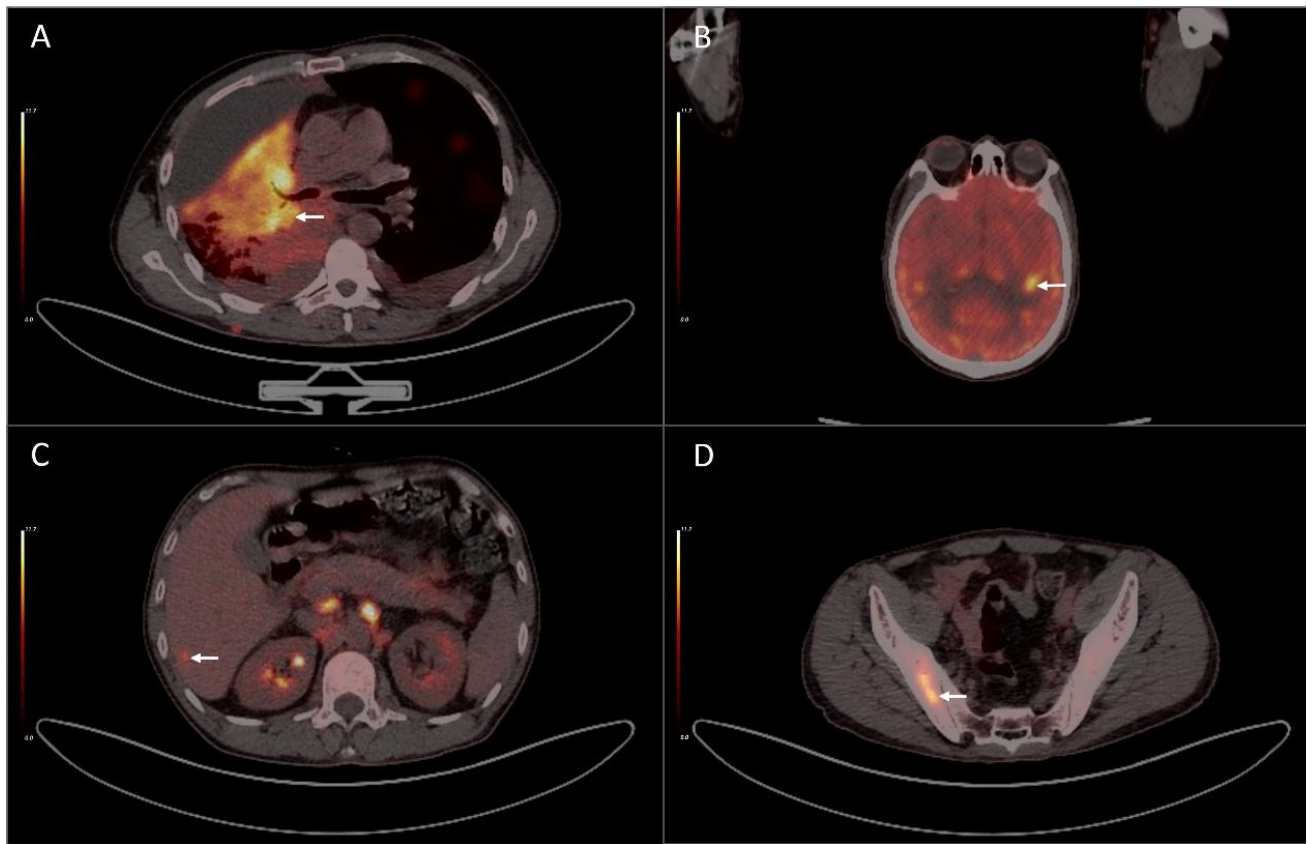
肿瘤脑转移、肝转移、骨转移……一次PET/CT能查全吗？

(蒋冲)

当肿瘤患者听到“转移”这个词时，最担心的莫过于癌细胞是否已经扩散到脑、肝、骨等关键部位。那么，一次PET/CT检查能否同时发现这些转移灶呢？

答案是：大多数情况下可以。PET/CT的核心优势是“一次扫描，全身评估”——在一次检查中即可覆盖颅顶到大腿中部甚至足底的全身范围，显示各部位代谢异常区域。许多转移灶在PET图像上表现为明显的放射性浓聚， SUV_{max} 有时甚至高于原发肿瘤，从而提示可能存在转移。

如下图所示，在一位肺癌患者的PET/CT图中同时发现脑、肝、骨多个部位的转移灶，实现一次检查全身评估。这正体现了PET/CT在肿瘤分期和转移评估中的独特价值——帮助医生在短时间内获得全面的病情信息，为治疗决策的制订提供依据。



FDG PET/CT显像示肺癌原发灶及脑、肝、骨多发转移

A. 原发肺部病灶 B. 脑转移灶； C. 肝转移灶； D. 骨转移灶

但是，仍然需要注意PET/CT的局限性。首先，脑组织对葡萄糖的代谢本身就很高，小转移灶或低代谢灶可能被生理性高代谢掩盖，因此，脑MRI对微小病灶的检出更

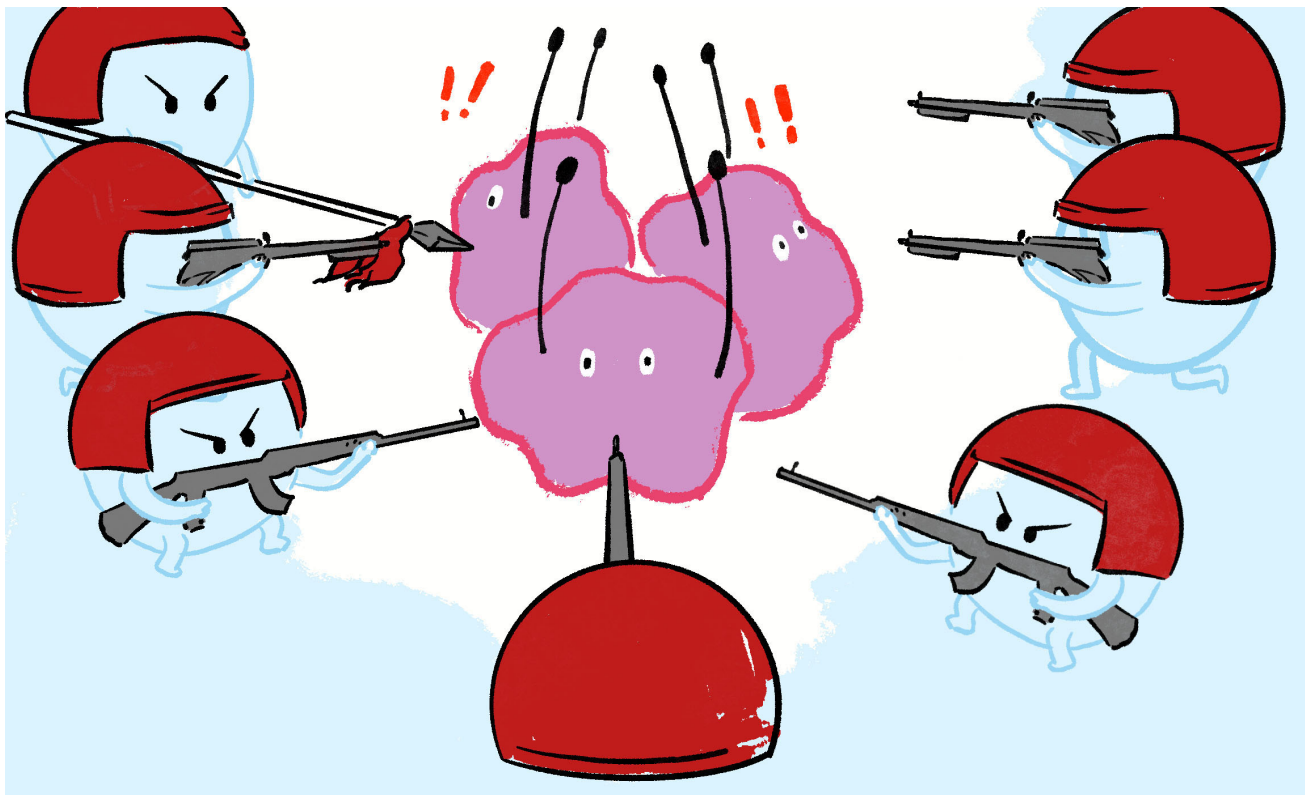
敏感。其次，肝脏因正常代谢活跃且有FDG生理性摄取，PET/CT对低代谢或微小转移灶的敏感性有限，必要时可结合增强MRI。最后，大多数溶骨性骨转移在PET/CT上清晰可见，但某些成骨性病灶的FDG摄取程度不高，骨扫描或NaF PET在此类病变的检查方法中可能更优。

在肿瘤全身转移评估中，PET/CT仍是首选工具，但在特定部位或特殊病变类型的检测上，结合其他影像学手段可进一步提升诊断的准确性。

免疫治疗后，肿瘤变大是恶化还是好转？PET如何分辨？

（蒋冲）

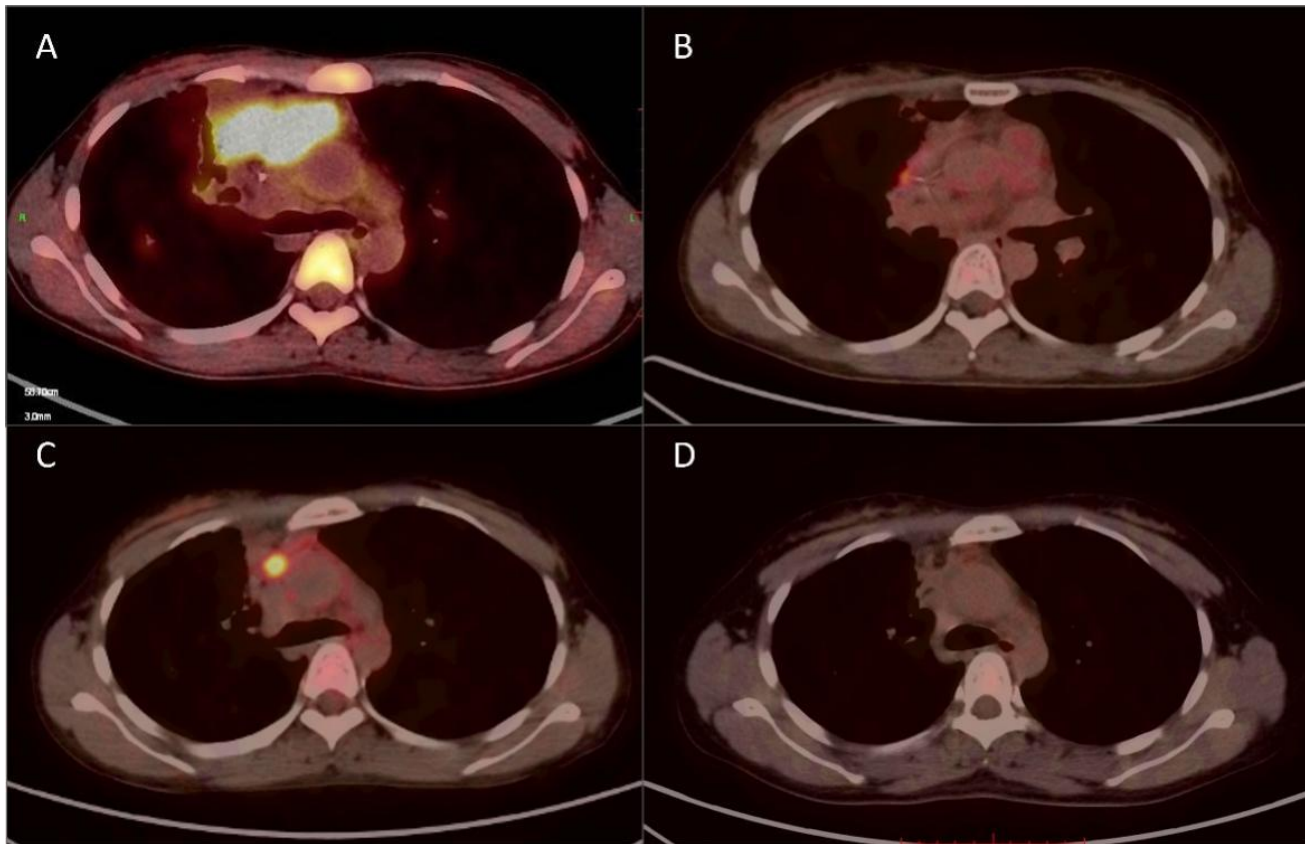
免疫治疗可以理解为“唤醒身体的警卫系统”，让免疫细胞重新识别并攻击肿瘤；而肿瘤影像就像战场的航拍图，有时并不能立刻反映真实战况。因此，患者在接受免疫治疗（如PD-1/PD-L1抑制剂）后，如果在影像上看到肿瘤变大了，这不一定意味着病情恶化，也可能是一种免疫治疗特有的“假性进展”。原因是大量免疫细胞包围肿瘤、展开“围攻”，会让病灶在影像上暂时变大，甚至出现新影像点，但这并不是肿瘤真正在恶化。



与CT/MRI主要“看大小”不同，FDG PET/CT更像是“测战场热度”，关注的是肿瘤的葡萄糖代谢情况：真性进展常表现为代谢活性，SUV持续升高，并在随访中继续升高；假性进展早期SUV可能轻度升高或稳定（因为免疫细胞也喜欢“吃糖”），但在4~8周短期随访中，代谢活性和病灶体积都会呈现下降趋势，有时还会看到病灶边界变得模糊，提示炎症与坏死。

如下图所示，一位患者在免疫治疗3个月后病灶缩小；继续治疗2个月后肿瘤看似“变大”、SUV略升，但因症状改善、肿瘤标志物水平降低，医生根据情况判断为假性进展，并未中断治疗，最终再继续治疗4个月后肿瘤完全消退。临床判断假性进展时，会参考iRECIST、imPERCIST等免疫疗效标准——可以把它们理解为“专门为免疫治疗设计的新规则”，避免把暂时的战场混乱误认为是治疗失败。

因此，免疫治疗中若发现肿瘤“变大”或出现新“亮点”，应在医生指导下综合评估，避免因误判而中断可能带来长期获益的治疗。



免疫治疗过程中FDG PET/CT代谢与病灶体积变化示意图（假性进展演变）

A. 治疗前；B. 接受免疫治疗3个月；C. 免疫治疗5个月；D. 免疫治疗9个月复查

头颈部肿瘤显像聚焦

脑肿瘤高风险：PET无创诊断如何替代活检？

（申梦琴）

当大脑里发现可疑“阴影”，传统的活检就像一场高风险“开盲盒”手术——创伤不小，风险还高，更麻烦的是，取的“一小块”可能刚好漏掉肿瘤中最危险的部分！别担心！现在，一项无创的“肿瘤指纹识别”技术——PET显像闪亮登场！只需向静脉注射一剂特殊的“追踪剂”，一次全身扫描，就能给大脑拍一张全彩的“代谢热力图”，没有开刀的痛苦和风险，也避免了活检“盲取”可能造成的漏诊，实现了更精准、更安全的诊断！PET的厉害之处在于以下几个方面。 🌈

看得更全，不怕“漏网之鱼”：活检只能取一小块地方，但PET一次扫描，全脑尽收眼底，大大降低了漏诊风险。 🌈

精准“导航”，指哪打哪：PET不仅能发现肿瘤，还能精准定位肿瘤里“最凶恶”的部分。指导活检部位，直奔要害取样，效率、准确性都猛涨！ 🌈

火眼金睛，真假立辨：新型“追踪剂”（比如 ^{11}C -MET、 ^{18}F -FET）本领更强，能更灵敏地区分低级别肿瘤和炎症等“伪装者”，大大减少误判。

当然，PET并非万能：有些罕见肿瘤，最终还得靠活检“一锤定音”。但在处理位置刁钻、风险极高的脑肿瘤时，PET已经成了不可或缺的无创“侦察尖兵”！它用独特的“代谢透视眼”，为患者提供了更安全的诊断选择，显著降低了诊断本身带来的额外风险。这无疑是精准神经肿瘤学迈向微创时代的关键一步！

脑瘤术前规划：PET如何辅助划定安全切除边界？

（冯静敏）

脑瘤，是颅内各种良恶性肿瘤的统称。脑瘤的切除，对神经外科医生来说是一个极为棘手的难题。通常，良性脑瘤（如脑膜瘤）大多数生长缓慢、边界清晰，都比较“好切除”；但恶性脑瘤就没那么“好切除”了，比如恶性程度非常高的胶质瘤，侵袭性强，边界模糊不清，甚至有些胶质瘤的侵袭边缘看起来跟正常的脑组织一样，切除少了，肿瘤随时可能卷土重来；切除多了，又可能会失去部分正常的脑功能。这时候，医生最头疼的问题来了——“究竟切多少才算安全？”



这时候，PET的出现，就像高精度GPS，可帮助医生在大脑地图上精准地标出“肿瘤区”和“正常组织区”，轻松完成从“肉眼判断”到“代谢地图”的革命。

PET究竟有什么秘密武器能那么厉害？就是各种各样的正电子示踪剂！最常用的就是 ^{18}F -FDG，还有氨基酸显像剂，如 ^{11}C -MET、 ^{18}F -FET等。

那么，PET如何利用各种示踪剂辅助划定脑瘤的安全切除边界？关键有三步：

第一步，用“糖水”对肿瘤进行定位：注射的 ^{18}F -FDG显像剂（“糖水”）会被高代谢的肿瘤细胞疯狂摄取，使得肿瘤在图像上亮如灯泡。不仅如此，医生还会设定“标准化摄取值（SUV）阈值”来判断肿瘤侵袭范围， $\text{SUV}_{\max} \geq 2.5$ 的区域，则大概率是肿瘤的核心浸润区。

第二步，联合氨基酸显像剂“双管齐下”：通过联合使用氨基酸类示踪剂，能更清晰地区分肿瘤和正常脑组织，方便手术时最大限度地保留正常的脑组织。

第三步，应用多模态融合及高新技术：只要医生在术中将PET数据导入神经导航系统，当器械尖端接近代谢活跃区时就会触发警报——就像手术刀装了“防撞雷达”一样。最新技术甚至能通过PET/MR一体机，在术中实时更新代谢地图，对付那些“边切边逃”的侵袭性肿瘤。

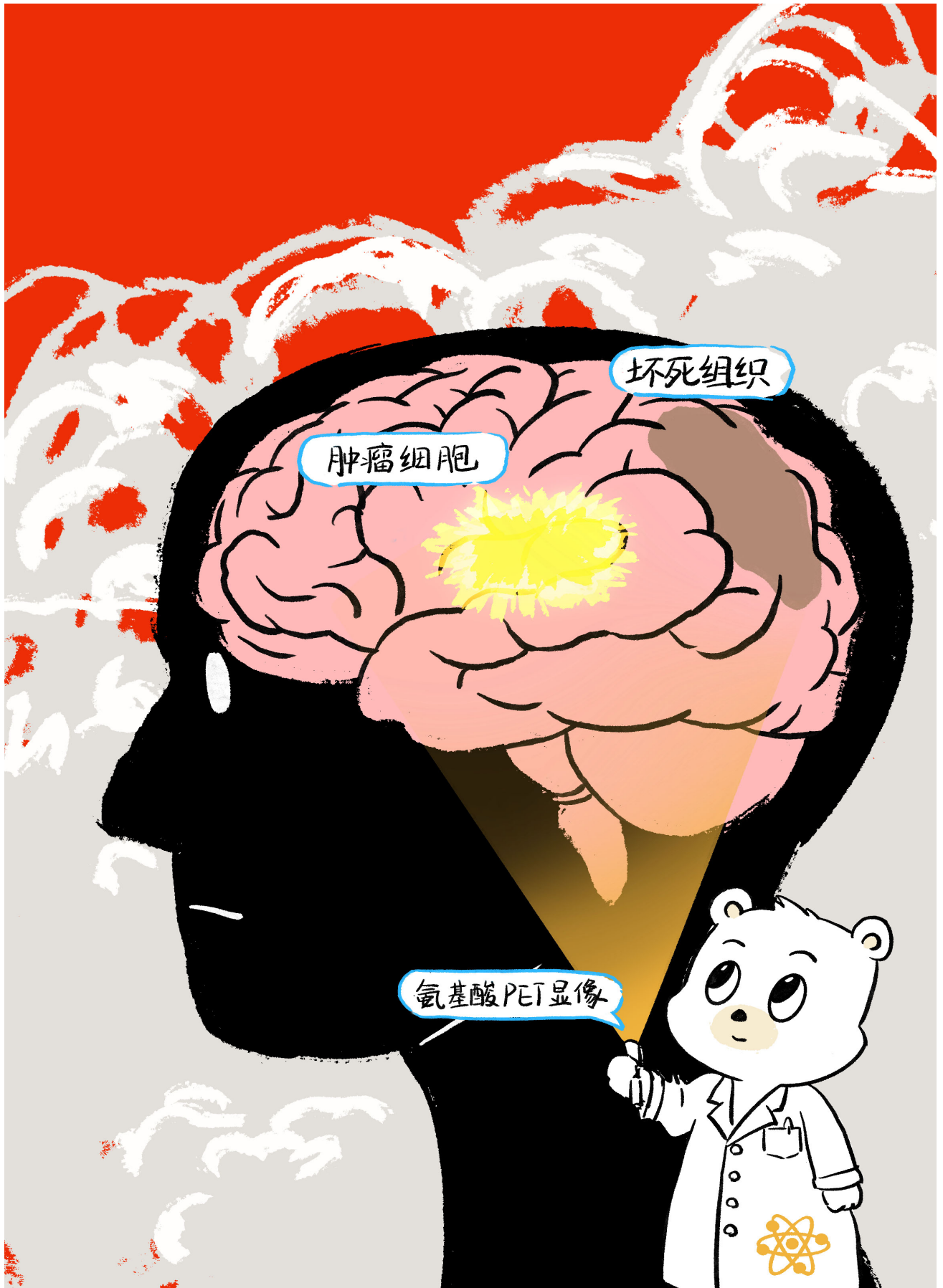
你看，PET是不是实至名归的“肿瘤侦探”呢？有了它的保驾护航，医生在切除肿瘤时就可以“百发百中”，不会“误伤友军”啦！



脑胶质瘤术后：如何鉴别复发与放疗坏死？氨基酸PET显像的关键作用

（申梦琴）

当术后复查的MRI再次拉响警报时，患者仿佛站在生死岔路口：是肿瘤死灰复燃（需紧急治疗），还是放疗所致误伤引起的“假火灾”（需保守修复）？传统影像如同模糊的监控——MRI只能看到结构破坏后产生的“浓烟”，分不清是肿瘤反扑还是治疗误伤；FDG-PET试图抓住肿瘤“爱吃糖”的特点来定位病灶，却因大脑本身是高代谢的“糖罐子”，加上炎症细胞也“抢糖”，常把坏死误判成复发（假阳性），或漏掉“节食”的肿瘤（假阴性）。这时，氨基酸PET显像就会化身“超清侦探”登场！只需静脉注射放射性氨基酸示踪剂（如 ^{18}F -FET），疯狂“盖房子”的肿瘤细胞就会拼命吞噬这些“建材”，在图像上高亮如灯泡；而坏死的细胞则会“躺平”而不显影。这位“侦探”眼光毒辣，专盯肿瘤细胞“搞基建”的独特嗜好：它们需要大量氨基酸合成蛋白质来疯狂增殖，正常脑组织和炎症细胞对此“建材”需求平平，坏死灶更是毫无“施工”动静。因此，图像上亮起的“灯泡”区域，极可能就是肿瘤复发的确凿“工地”，反之则更倾向是放疗后的“废墟”。这种精准辨别力，能让医生果断地制订决策：对真复发的“火苗”及时扑灭（调整治疗），对假警报的“废墟”则避免过度“拆墙”（减少不必要的侵入性活检或二次手术），守护宝贵的脑组织。氨基酸PET显像，如同拨开迷雾的探照灯，在胶质瘤术后的复杂战场，为精准治疗指明方向，给患者带来更清晰、更安心的诊疗导航。



鼻咽癌复发藏在哪里？PET/CT打破“看不见”的困局！

（樊卫 魏园）

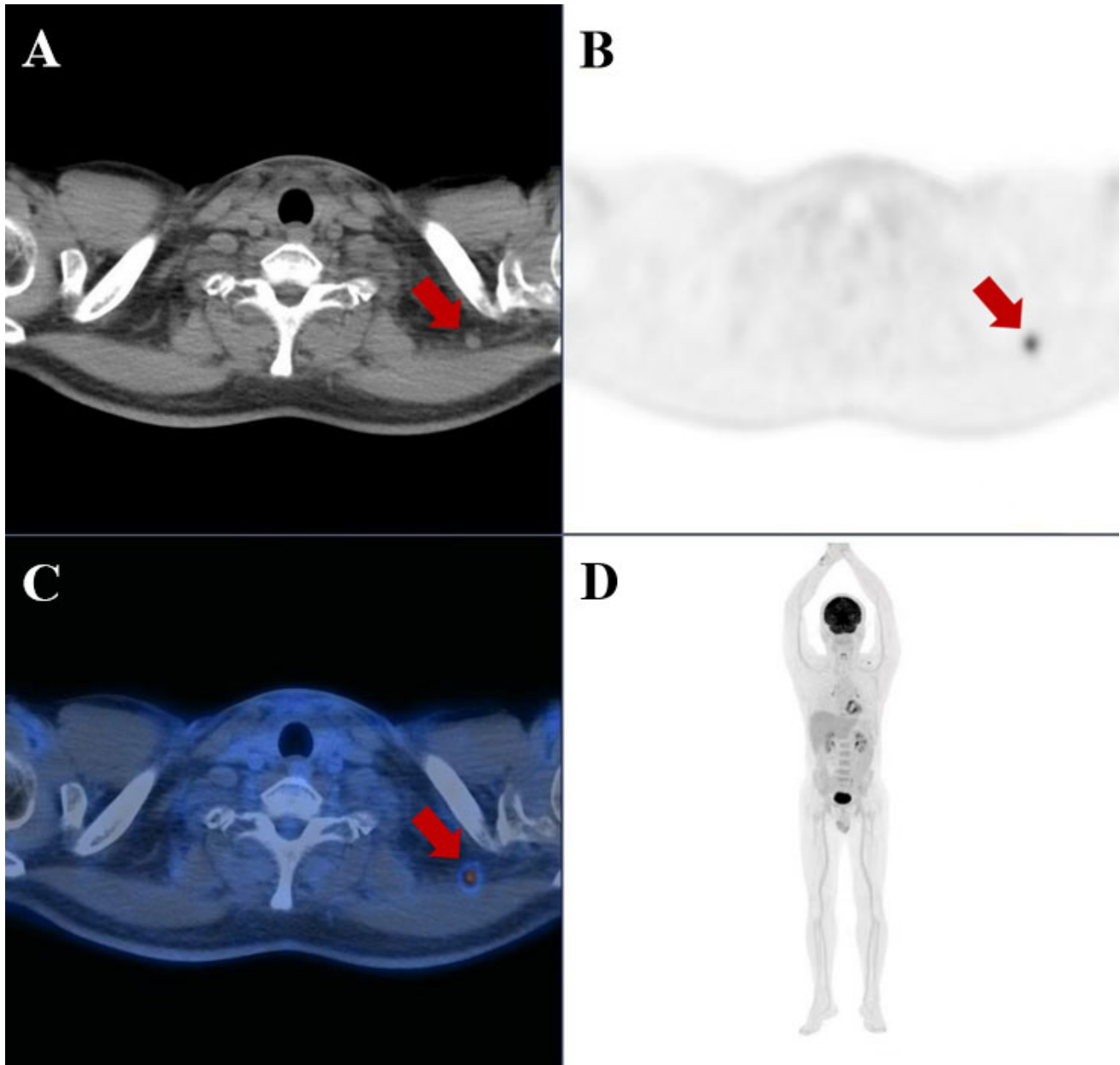
王大爷战胜鼻咽癌两年后，总觉得脖子不舒服，检查后发现EB病毒脱氧核糖核酸（EBV-DNA）也升高了。医生怀疑有复发可能，做了CT和MRI检查都没有发现问题，医生却建议他再做一个PET/CT检查。他充满疑惑：“CT和MRI明明都正常，为什么还要做这么贵的检查？”

鼻咽癌的复发灶特别狡猾：它们或是藏身于鼻腔后方死角处，或是躲在淋巴结里装成炎症，或是可能为仅有几毫米的小病灶，传统影像检查很难发现。

PET/CT听起来很高大上，其实原理很简单：癌细胞会大量摄取注射的显像药物，从而在PET图像上“闪闪发光”。

PET/CT有几个很厉害的本领。①发现早：很多病灶在CT或MRI上还看不清、患者无明显症状时，在PET上就已有异常代谢。②看得全：一次检查能从头到大腿扫一遍，既能寻找局部是否复发，又能排查有无远处转移；部分新设备甚至可以实现从头到脚全身扫描。③看得细：哪怕只有几毫米的小病灶，只要代谢异常，就有可能被揪出来。

王大爷接受了PET/CT检查，果然揪出了藏在颈部淋巴结里的小小复发灶，直径只有8 mm！经过及时治疗后，他的病情得到了控制。



王大爷的FDG PET/CT图像

A. 横断面CT图像；B. 横断面PET图像；C. 横断面PET/CT融合图；D. 全身MIP图像。红色箭头所指为转移性淋巴结。

温馨提醒：虽然PET/CT检查很有用，但它也不是万能的，需要在医生的指导下进行。

颈部淋巴结转移却找不到原发癌？全身显像开启“寻根”之旅！

当颈部出现肿块，经检查竟是淋巴结转移癌，却怎么也找不到癌症的“老巢”——原发灶时，这种情况在医学上被称为“原发不明的颈部转移癌”。别慌，现代医学的“侦查利器”正在开启一场精准的“寻根”之旅。

「为何原发灶如此隐蔽？」

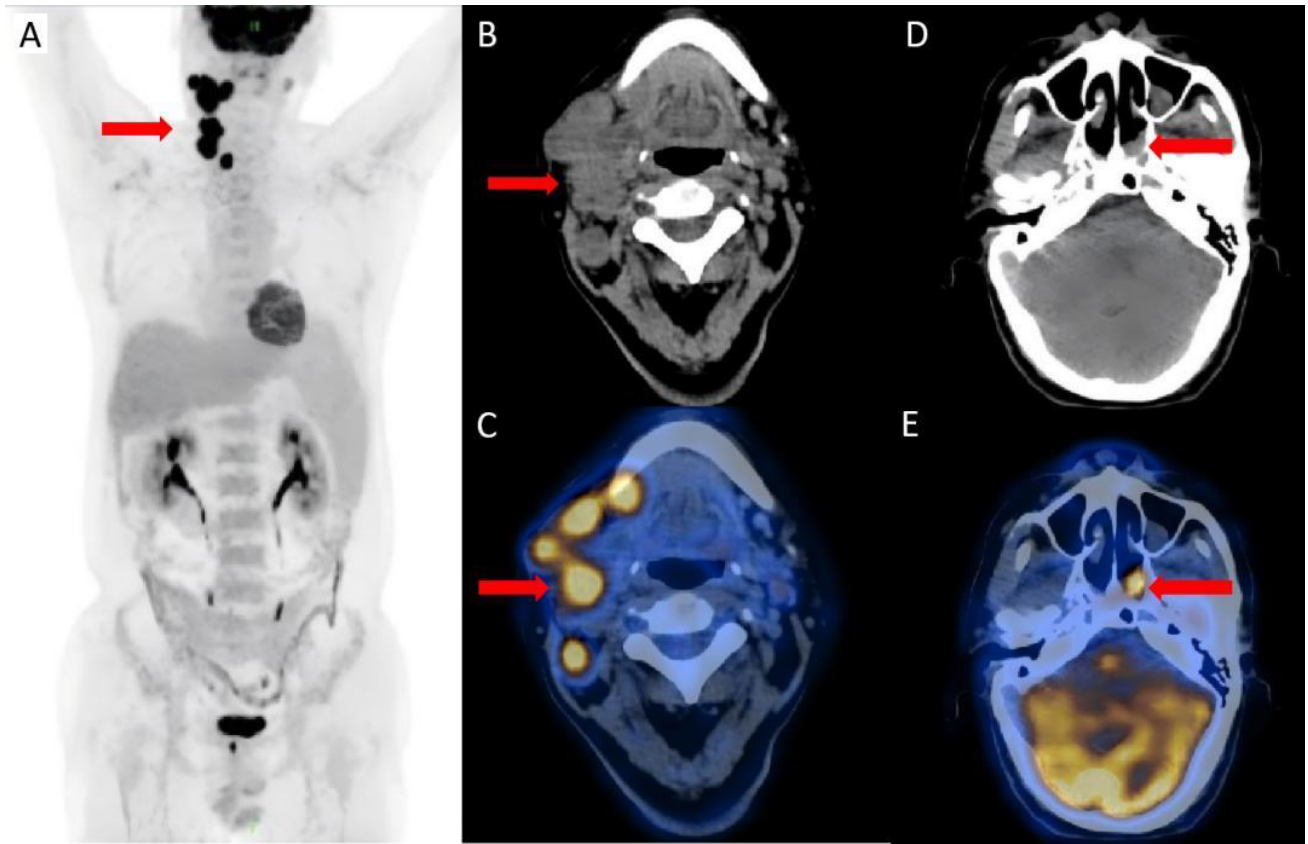
有时，原发肿瘤可能非常微小（甚至小于1 mm），生长极其缓慢，或隐藏在鼻腔、舌根、扁桃体等隐蔽角落。它本身悄无声息，却率先通过淋巴系统“派出的先锋”——转移的癌细胞在颈部“安营扎寨”。

「全身显像如何“大海捞针”？」

此时，全身PET/CT这类功能代谢显像技术便可大显身手，能对患者全身进行一次快速扫描。其原理是：癌细胞通常代谢异常活跃，会大量摄取示踪剂（ ^{18}F -FDG）。通过追踪示踪剂在体内的聚集点，PET/CT就能敏锐地锁定那个代谢异常亢奋的“嫌疑犯”——原发肿瘤，哪怕它藏得再深也容易被找到。

即便经过全力搜寻，仍有少部分原发灶无法查明。但请不要灰心，这并不意味着无法治疗。医生会根据转移癌的病理类型、部位等信息，制订以放疗、手术和化疗为主的综合治疗方案，精准打击已知的“敌人”。

因此，面对原发不明的颈部转移癌，积极利用全身显像等现代技术进行系统排查，是明确诊断、指导治疗的关键一步，能为后续战胜疾病赢得宝贵先机。



FDG PET/CT显像图

A图（全身最大密度投影）中的红色箭头所示为多发肿大淋巴结；B图（CT图）、C图（PET/CT融合图）中的红箭头所示为多发肿大淋巴结及葡萄糖代谢异常增高；D图（CT图）、E图（PET/CT融合图）中的红箭头所示为鼻咽后壁软组织增厚及葡萄糖代谢异常增高，极易漏诊。患者最终被确诊为鼻咽癌并颈部淋巴结转移。

头颈部肿瘤术后/放疗后，是复发还是瘢痕？PET/MR显优势！

（冯静敏）



“发现有个新肿块，有可能是复发……”——这是头颈部肿瘤患者在术后或放疗后复查时最怕听到的话了。别慌！它也可能只是愈合过程中“瘢痕组织”伪装的“肿块”。那么，该如何区分这肿块是“坏蛋归来”还是“无辜伤疤”？这时候，传统影像学（如CT、B超）就像近视眼——看得到轮廓，却分不清是敌是友。而PET/MR则像装了“透视镜+代谢扫描仪”的“超级侦探”，能一眼看穿本质。

PET/MR在鉴别头颈部肿瘤复发和瘢痕组织中有哪些优势？这个“超级侦探”有三大破案技能： 🔍

精细结构对比：MRI对软组织有较高的分辨率，能提供高清解剖图像。医生通过用多种“滤镜”（MRI序列：T1WI、T2WI、DWI等）给肿块“拍照”，获取肿块在多种“滤镜”下的细节，来鉴别是肿瘤复发还是瘢痕化。比如，鼻咽癌的复发灶在MRI看起来是一个灰灰的（T1WI）、亮亮的（T2WI、DWI）肿块，而瘢痕则像一团色泽斑驳、灰灰暗暗的（T1WI、T2WI、DWI）组织，尤其是打完“增强针”后，“真”肿瘤会变得更亮，而瘢痕组织并没有明显变化。 🔍

代谢活性检测：复发的肿瘤细胞代谢水平高，会疯狂消耗能量，吸收大量的 ^{18}F -FDG显像剂，在PET上“亮得像灯泡”；而瘢痕组织代谢水平极低，在PET上“安静如鸡”。 🔍

早期预警能力：放疗后炎症也可能在CT上会伪装成肿瘤，但PET能通过动态扫描或延迟扫描进行区分。如果把炎症和肿瘤比作是一个亮灯泡，“炎症灯泡”会随着时间的推移越来越暗（代谢水平越来越低），而“肿瘤灯泡”则会越来越亮（代谢水平越来越高）。

在这个精准医疗时代，有了PET/MR，再也不怕肿瘤的任何伪装啦！

胸部肿瘤显像全攻略

肺小结节是癌吗？PET/CT给出关键“代谢身份证”！

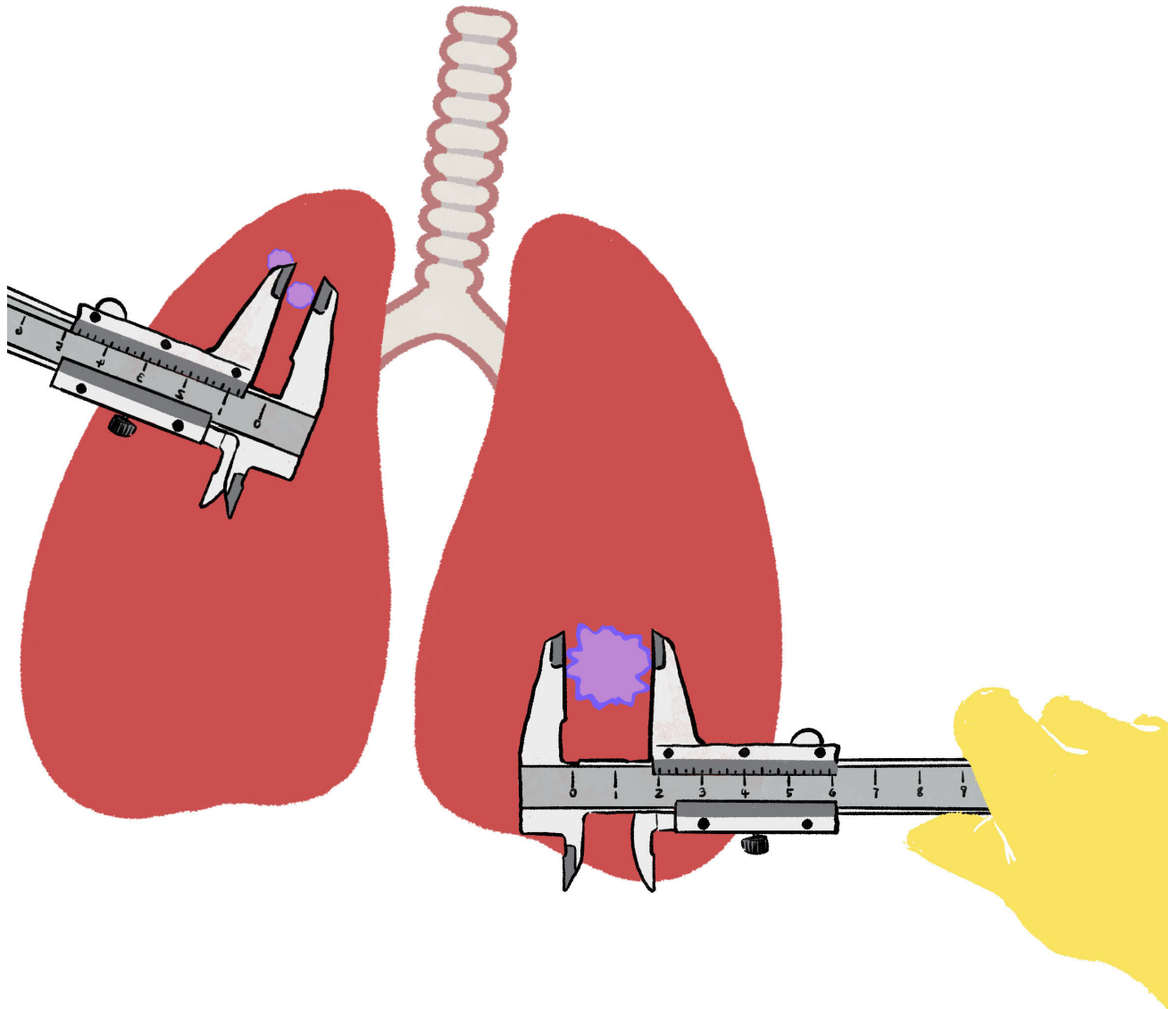
（施一平）

肺小结节并不一定是癌！肺小结节通常是指在肺部影像检查（如CT）中发现的直径 $\leq 10\text{mm}$ 的圆形或类圆形病灶。

（1）约90%的肺小结节为良性，多数由肺部炎症（如细菌、病毒感染后遗留的瘢痕）、结核钙化灶、陈旧性出血、粉尘沉积、良性肿瘤（如错构瘤、硬化性血管瘤）等引起，这类结节通常边缘光滑、密度均匀、长期稳定无变化，或伴有钙化灶。

（2）仅5%~10%的肺结节可能为恶性，若结节直径 $> 8\text{mm}$ ，边缘呈分叶状或毛刺状，出现胸膜牵拉、空泡征，或磨玻璃结节中出实现性成分、实性成分短期内增大，则需要警惕肺癌可能。尤其是长期吸烟、年龄 > 40 岁、有肺癌家族史或接触致癌物（如石棉、放射性物质）的人群，需要进一步检查。

PET/CT结合了葡萄糖代谢与解剖信息，通过检测肺结节对氟代脱氧葡萄糖（ ^{18}F -FDG）的摄取程度，判断其恶性风险，PET/CT在肺小结节诊断中具有不可替代的核心价值。



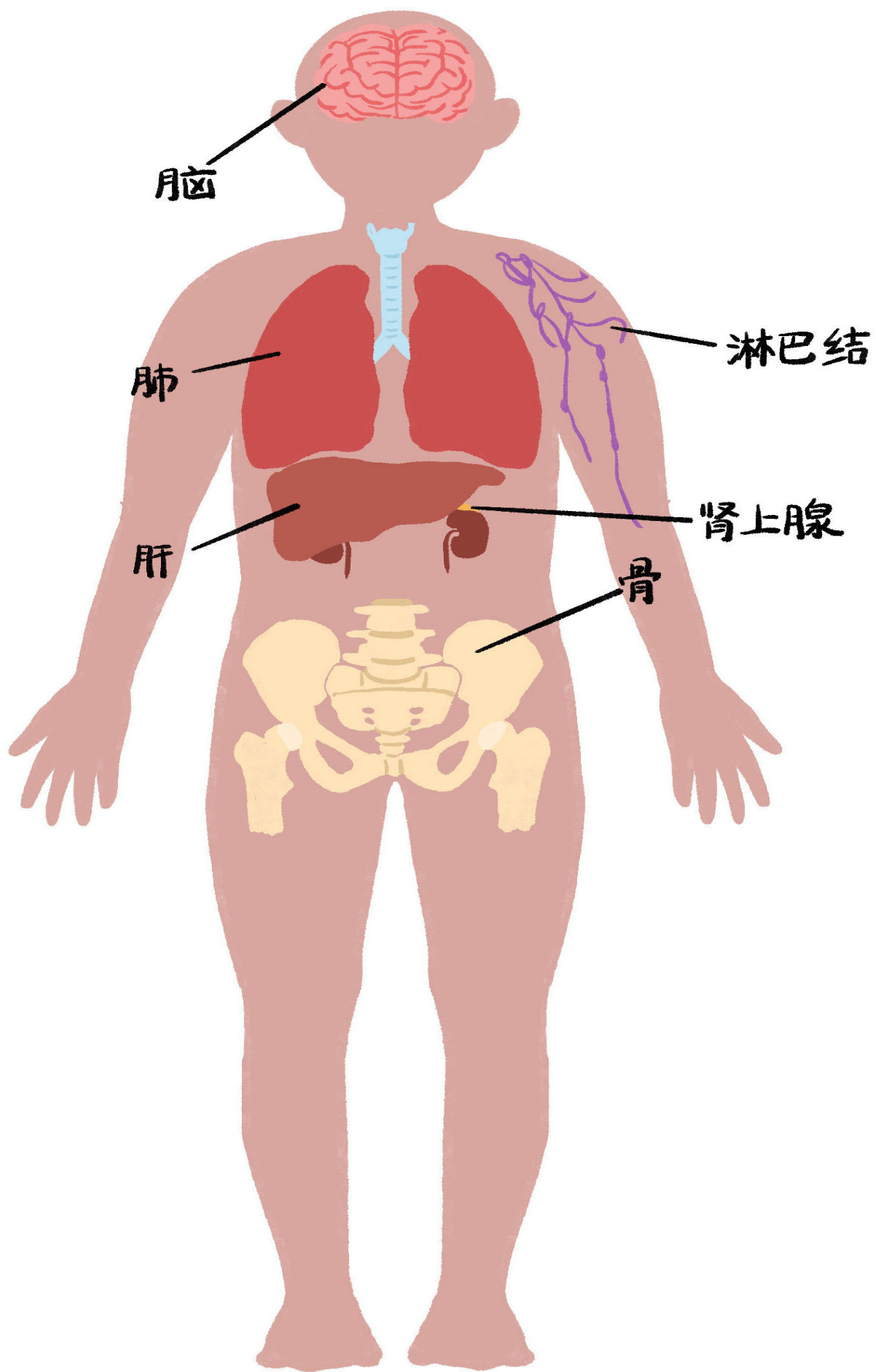
恶性肿瘤通常表现为葡萄糖高代谢，而多数良性结节对葡萄糖的代谢较低，通过PET/CT进行鉴别的准确率可达80%~90%，但对低代谢型肺癌（如原位腺癌、微浸润腺癌）或高代谢的炎症（如结核、肉芽肿）可能存在假阴性或假阳性，故需要结合肺结节大小、形态及生长速度综合判断，必要时通过气管镜检查或CT引导下肺穿刺明确结节性质。

肺癌手术前，为什么PET/CT是分期“金标准”？

（施一平）

肺癌术前分期是制订科学治疗方案的关键环节，规范分期可筛选出真正适合手术的早期患者，同时避免晚期患者承受无效手术的痛苦，确保医疗资源合理分配、最大

化患者生存获益。



PET/CT有助于更精确地判断肿瘤有无转移，实现精准分期并指导手术决策。

(1) 明确肿瘤侵犯深度(T分期)、淋巴结转移范围(N分期)，以此确定手术切除范围(肺段/肺叶/全肺切除)及淋巴结清扫程度，并排查胸膜侵犯(如脏层胸膜凹陷)或邻近组织浸润情况。PET/CT通过全身代谢显像技术探测传统CT难以识别的远处器官(如骨骼、肝脏、肾上腺)的隐匿转移灶。

(2) 若发现广泛转移，手术无法达到根治效果，则调整为化疗、靶向或免疫治疗等系统性方案，避免无效开胸手术。

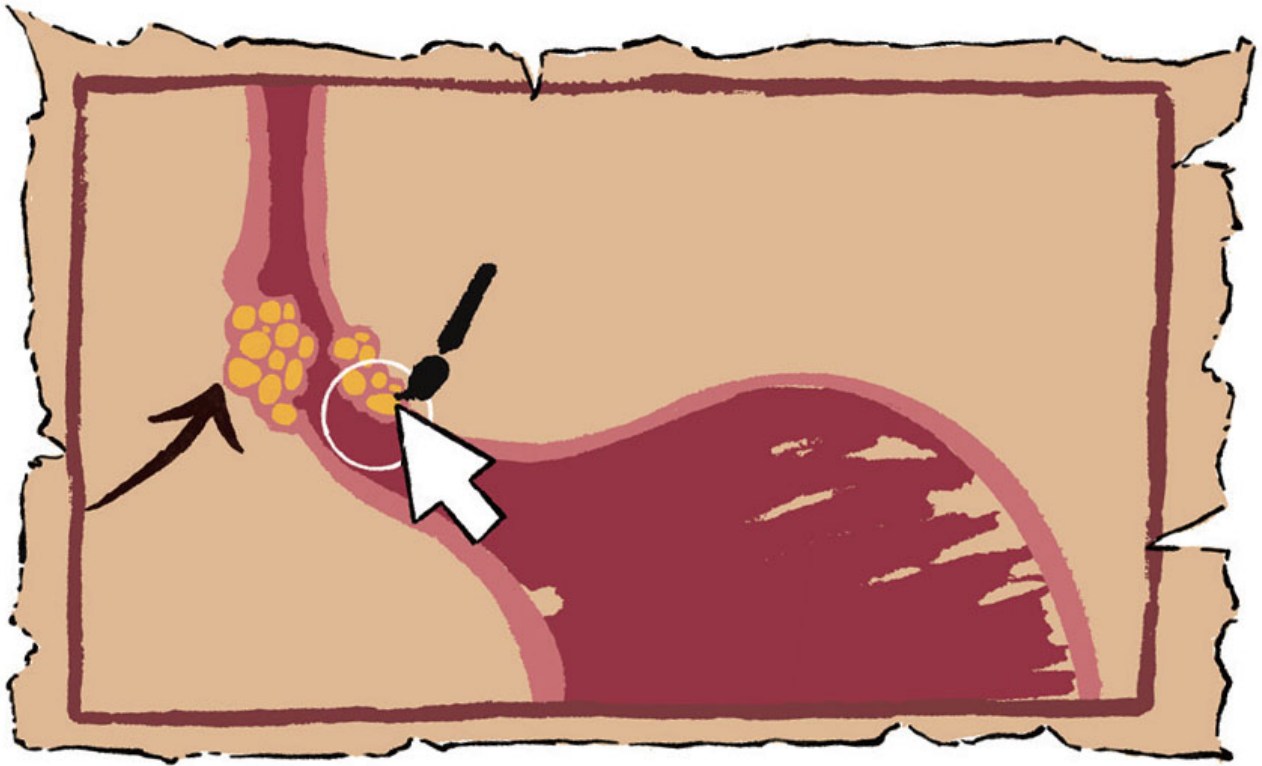
(3) 部分局部晚期肺癌患者，需要通过PET/CT评估新辅助化疗/放疗后是否降低分期至可手术状态。

若忽略分期而盲目手术，可能会加速病情进展，在PET/CT指导下的规范化分期体系是肺癌个体化精准治疗的基石。

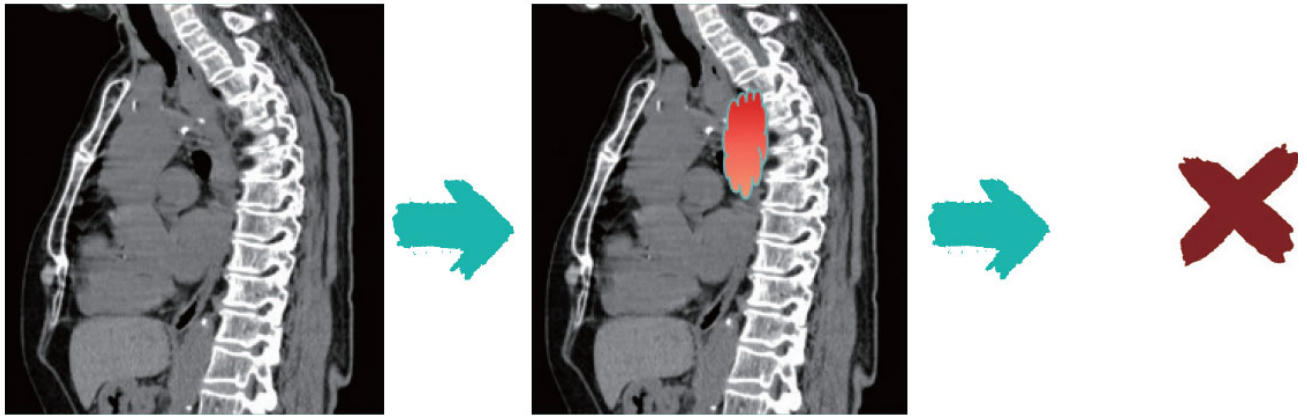
食管癌放疗精准打击：“代谢地图”显神威！

(王伟)

我国是全球食管癌的高发地区，虽然这个病的死亡率总体呈下降趋势，但如果治疗不当，后果仍不堪设想，试想一下咽不下饭的滋味，怎一个“惨”字了得。别慌，我们有两大杀手锏——手术和放疗。放疗好比进行一场精准的“导弹打击实战”，医生需要在电脑上勾画出肿瘤的靶区，这可不是随便画画，而是在绘制一张“制导地图”，传统方法通过普通CT“绘图”，就像用老式望远镜扫描阵地，能看清大体轮廓，但分不清“敌军”(肿瘤)的精确位置和周围的正常阵地，结果呢？往往无法精确打击“敌军”，还有可能误伤“友军”(正常组织)。有了PET/CT的“代谢地图”，就像装上了“北斗高清导航系统”，可以清楚分辨出“敌军”(肿瘤)的准确位置，进行定点清除，这样既能有效歼灭“敌人”(肿瘤)，又能最大限度保护好“友军”(正常组织)，可以精准到毫米级！对了，这张“代谢地图”不光在放疗中大显身手，手术前如果有了它，外科医生们就像拥有了“上帝视角”，能更快、更稳、更准地切除病灶。总之，PET/CT这张“代谢地图”是现代医学的利器，可让食管癌治疗从盲打升级到精确打击。



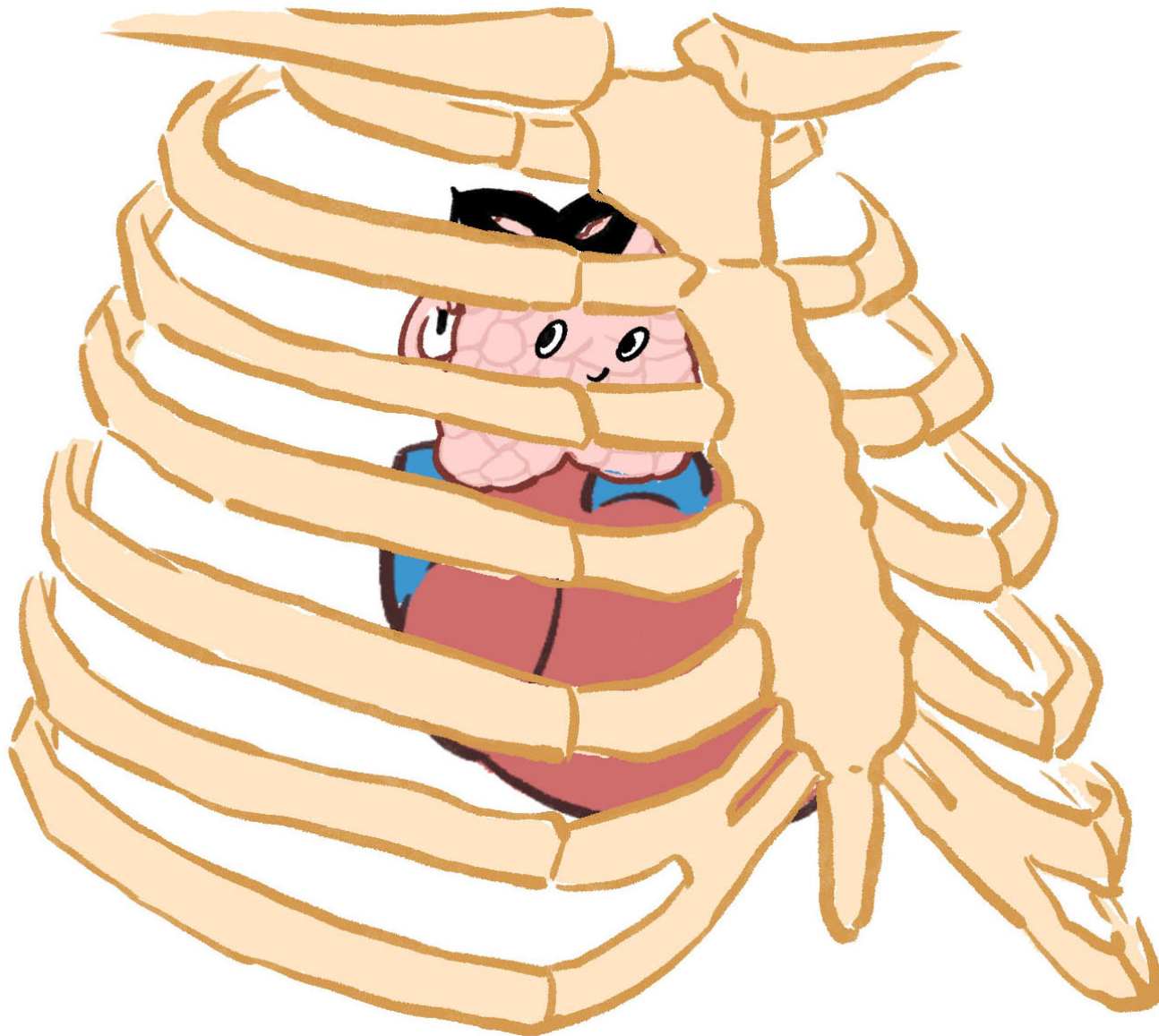
PET/CT “代谢图” 精确引导放疗靶区勾画



CT引导放疗靶区勾画—伤敌一千，自损八百

罕见胸腺瘤：如何严防死守转移与侵袭？全身显像来监控！

（王伟）



嘿！你听说过胸腺吗？它呀，住在咱们的胸腔里，躲在胸骨后面、心脏前上方，是我们免疫系统的“低调大咖”！一般情况下，从我们出生到青春期，它会持续生长，在青春期之后开始慢慢缩小，在成年后渐渐被脂肪组织“接管”。不过，有些人成年后胸腺还不愿“退休”，这就形成传说中的“胸腺退化不全”；还有些人的胸腺不甘平凡，悄悄伪装并演变成了胸腺瘤！胸腺瘤这家伙，堪称“隐形刺客”，症状隐蔽，很多人压根不知道它的存在，直到它长大到压迫气管、神经，才突然刷起存在感：咳嗽、胸痛、声音变“唐老鸭”、喘不上气……还有些人是因为软瘫无力去检查，才揪出这个“幕后黑手”！是时候请出我们的“侦察高手”——PET/CT了！它就像给身体做一次“全身扫描+代谢测谎”，通过肿瘤代谢水平，可以推测它的“战斗力”和“侵略性”。CT看结构，PET看代谢，强强联手，既能精准锁定肿瘤边界，又能一眼看穿它有无侵犯心包、胸膜、肺、大血管等重要“邻居”。更

厉害的是，用PET/CT做一次全身扫描，就能将偷偷转移的肿瘤“潜伏分子”揪出来，让转移性肿瘤这一“隐形刺客”无所遁形！所以，对付这个低调但不好惹的胸腺瘤，全身PET/CT显像来负责侦查，妥妥的“法网恢恢、疏而不漏”。



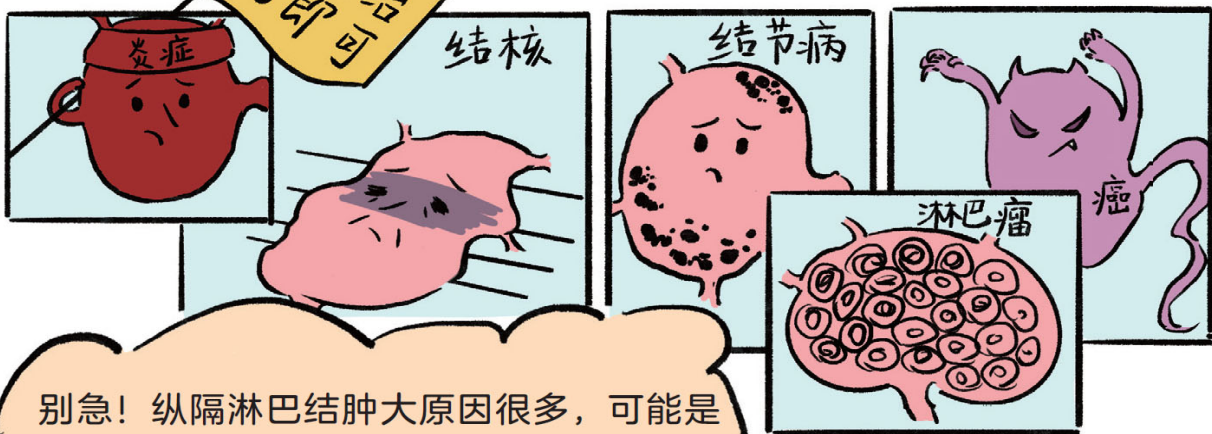
恶性胸腺瘤术后PET投影图

A. 颈椎转移；B. 肺转移。

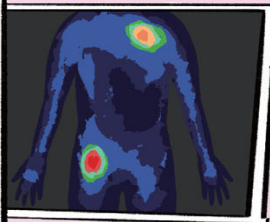
纵隔淋巴结肿大，是炎症还是肿瘤转移？PET助鉴别

（董萍）

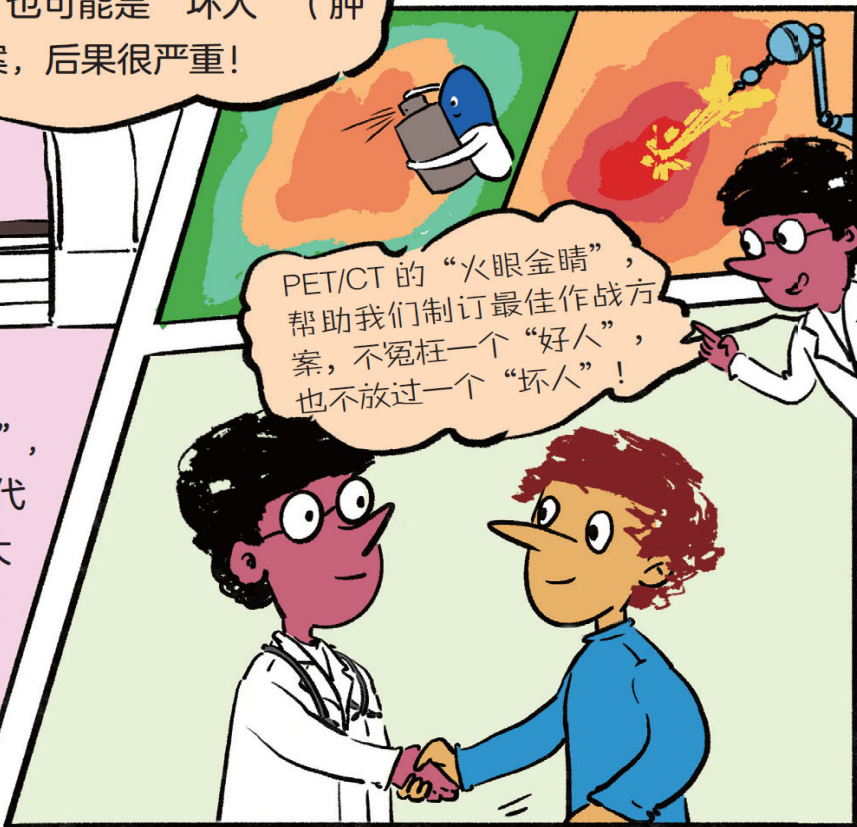
“医生，我的检查报告显示纵隔淋巴结肿大，是不是肺癌转移了？”这是在门诊常遇到的问题。其实，纵隔淋巴结肿大是临床常见的影像学表现，但其病因复杂，可能是炎症、结核、结节病、淋巴瘤或恶性肿瘤转移等所致。炎性病变仅需抗炎治疗，而肿瘤转移则需放化疗等综合治疗，误诊可能导致治疗延误或过度治疗。如何区分是炎症还是肿瘤转移？PET/CT堪称“火眼金睛”！



别急！纵隔淋巴结肿大原因很多，可能是“好人”（炎症），也可能是“坏人”（肿瘤）。用错治疗方案，后果很严重！



普通CT像看“骨架”，而PET/CT能看“代谢”。肿瘤细胞是“大胃王”，会疯狂吸收显像剂（葡萄糖类似物），在图像上无处遁形！



「为什么传统检查会“迷茫”？」

CT或MRI只能显示淋巴结大小和形态，但炎症和肿瘤都可能引起淋巴结肿大。比如淋巴结结核和肺癌转移的CT表现常“撞脸”。

「PET/CT如何“断案”？」

PET/CT整合了纵隔淋巴结的代谢显像（ ^{18}F -FDG）与解剖成像。恶性肿瘤细胞代谢旺盛，会高摄取FDG，表现为SUV升高；而炎症虽也可能摄取FDG，但其分布模式和动态变化与肿瘤不同。例如：

- （1）肿瘤转移：SUV常较高，且多呈局灶性、不对称分布。
- （2）结核/结节病：常呈多发性、对称性摄取，可能伴钙化。
- （3）炎性反应：治疗后复查SUV常明显下降。

总之，PET/CT并非万能，需结合临床症状、病理结果或动态随访进行综合判断。但作为无创手段，其高阴性预测值（ $>90\%$ ）可帮助避免不必要的活检。

肺癌靶向/免疫治疗中，PET能提前预测效果吗？

（董萍）

肺癌靶向治疗和免疫治疗显著延长了患者的生存期，但部分患者疗效不佳。如何避免“无效治疗”？PET/CT或许能提前剧透！

「传统评估的局限性」

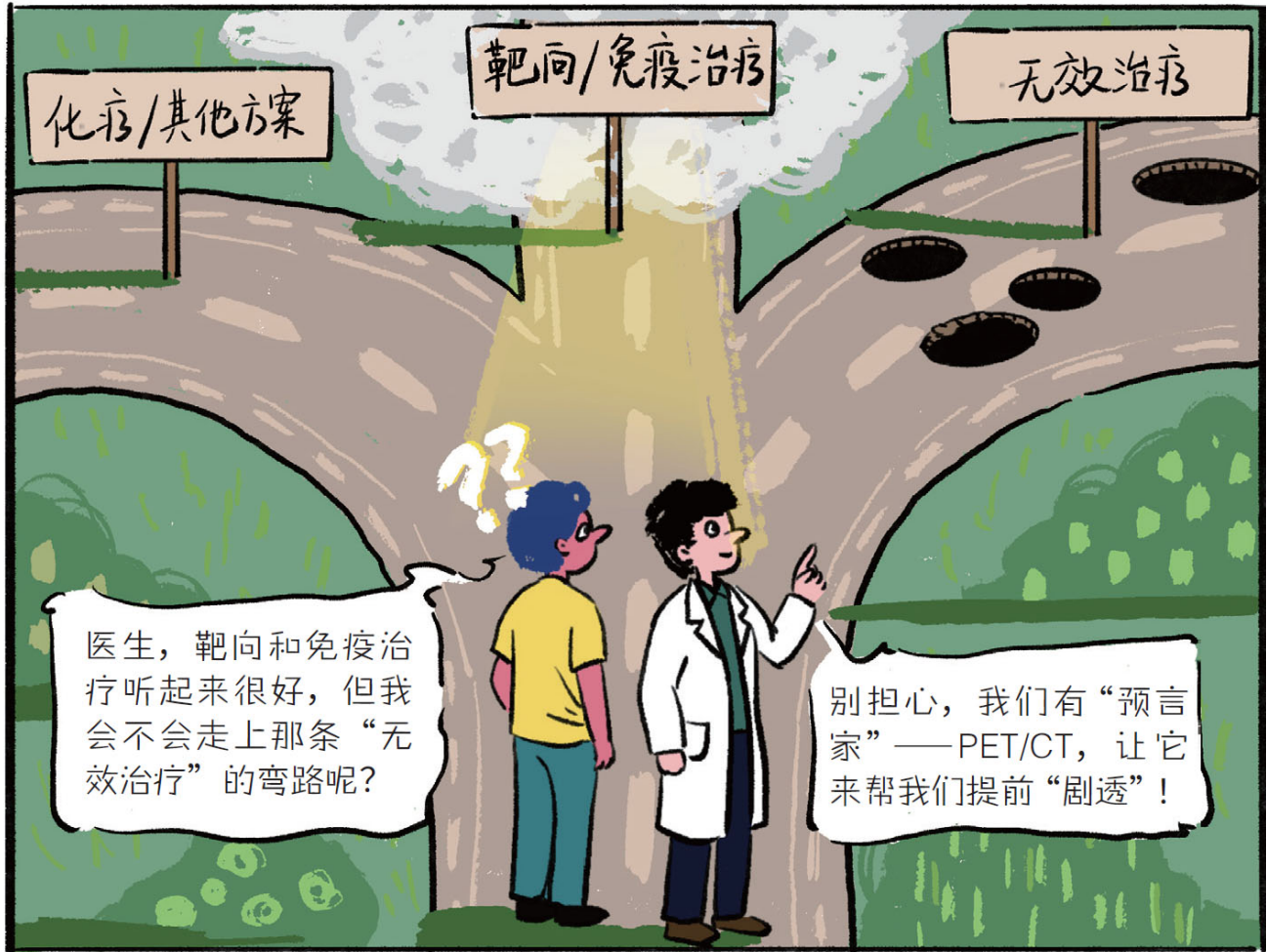
过去我们判断肿瘤疗效，常用的是RECIST标准——看肿瘤长大还是缩小。但是靶向治疗和免疫治疗有个特点：它们先改变肿瘤的代谢，肿瘤体积可能还没变化。这就容易让医生“看不出效果”。比如免疫治疗早期，有些患者的肿瘤看似长大了，其实是“假性进展”，治疗其实是有效的。

「PET预测的“三大绝招”」 🍷

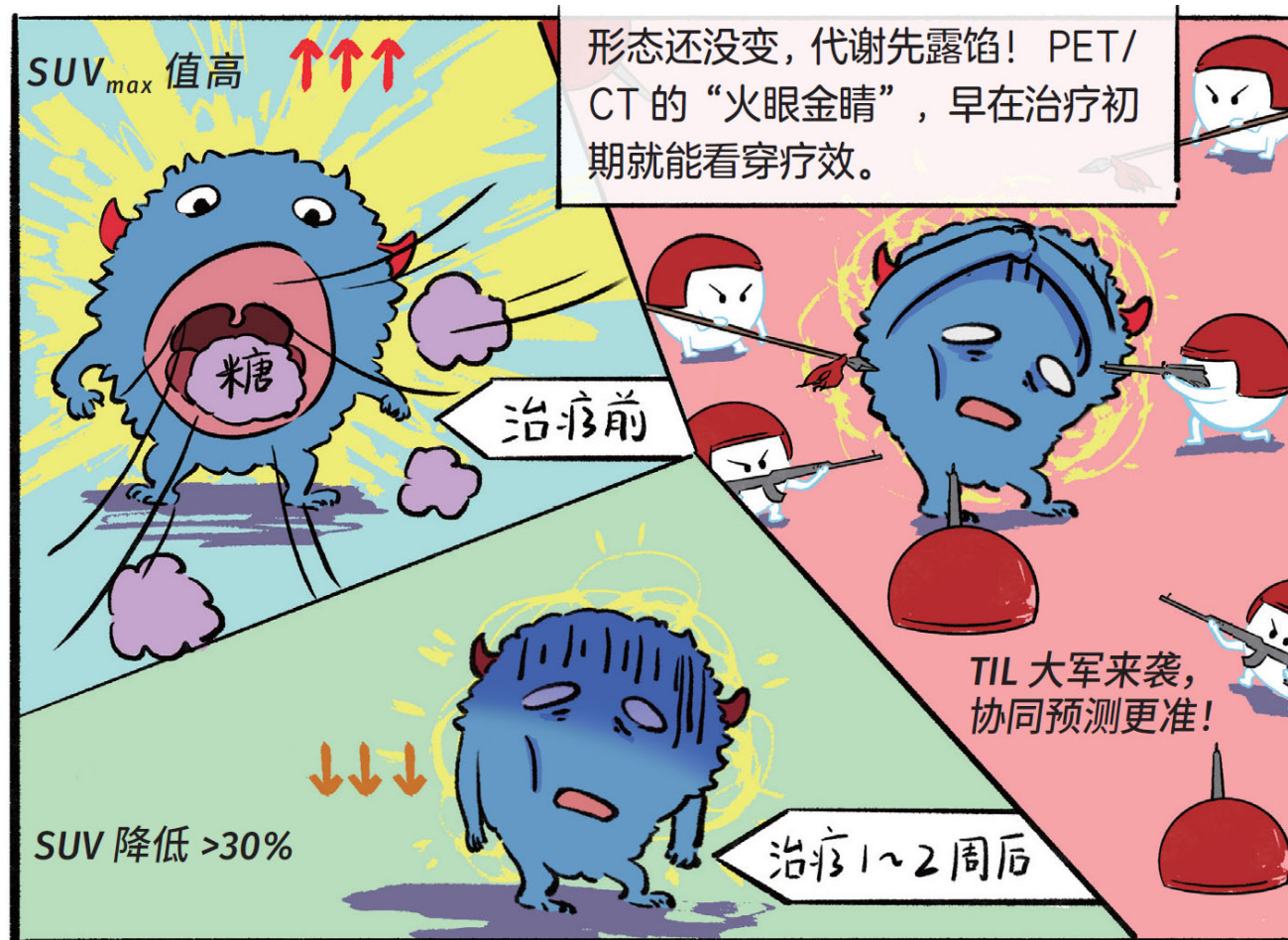
代谢反应早于形态变化：治疗1~2周后，若FDG摄取显著下降（SUV降低 $>30\%$ ），提示疗效良好；免疫治疗中，SUV变化联合肿瘤浸润淋巴细胞（TIL）检测可提高预测的准确性。 🍷

识别超进展和假性进展：有些患者的肿瘤恶化得非常快（SUV短期急升），这叫超进展；有些肿瘤暂时长大，但代谢下降，这就是假性进展。PET能帮我们分清楚谁是真危险，谁是假“进展”。 🍷

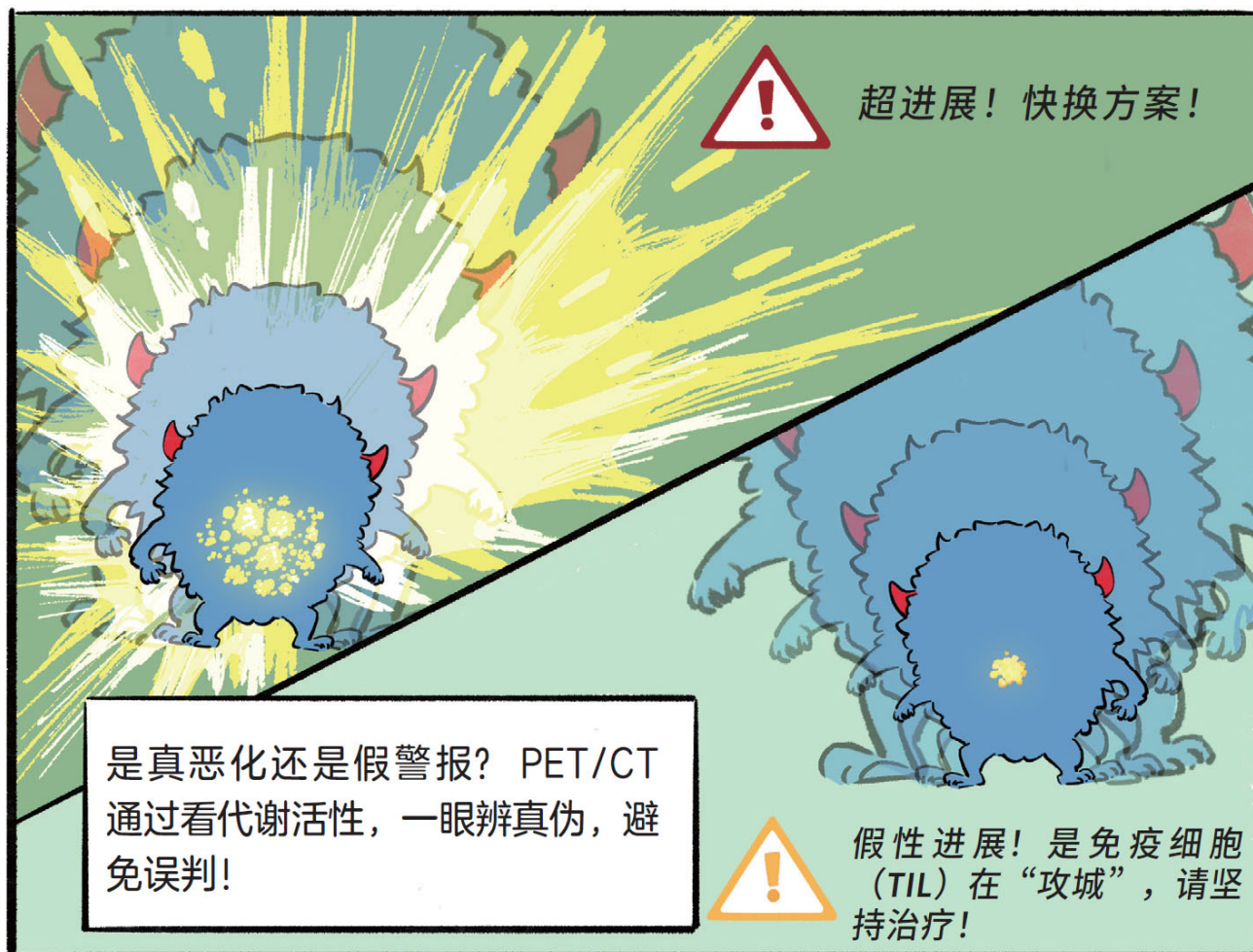
追踪肿瘤微环境：新型显像剂，比如把 ^{18}F -FDG和PD-L1联合起来做成“组合探照灯”，可以动态观察肿瘤周围环境的变化，让医生更精准地掌握治疗效果。



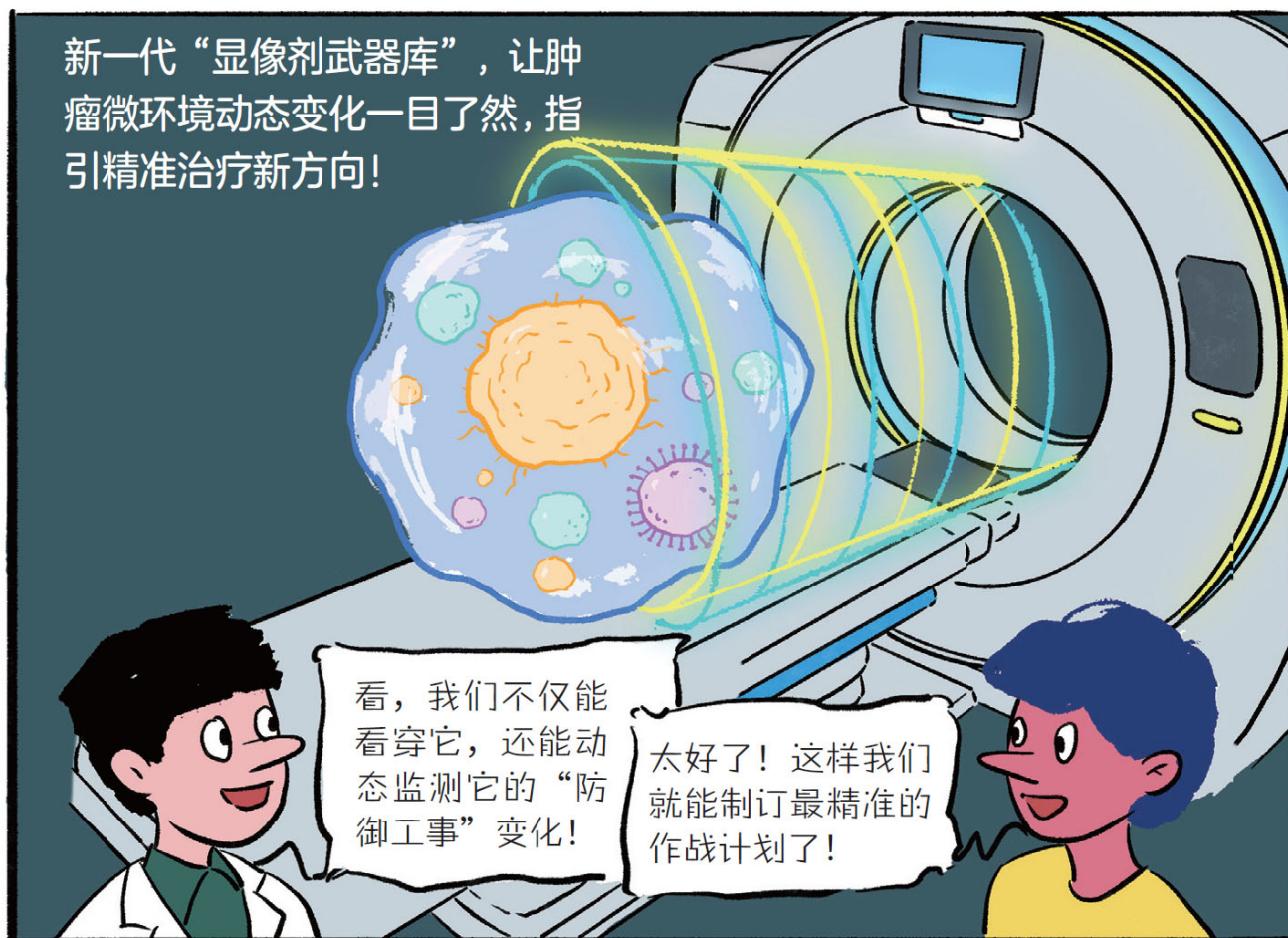
绝招一·洞察先机（代谢反应）



绝招二·明辨真伪（识别超进展与假性进展）



绝招三·探索未来 (生物标志物)



「真实世界数据」

现实研究告诉我们，PET预测免疫治疗效果的准确率高达85%，比CT提前大约8周就能发现哪些疗法无效，帮医生和患者赢得宝贵的调整时间。更具体的例子：治疗两周后，PET检查显示有代谢应答的患者，1年生存率能达到75%；而无代谢应答的患者，1年生存率仅为20%。提前知道疗效，不仅能让治疗更有把握，还能省去不少不必要的折腾和花费。

恶性胸膜间皮瘤范围多大？疗效如何？全身显像来评估！

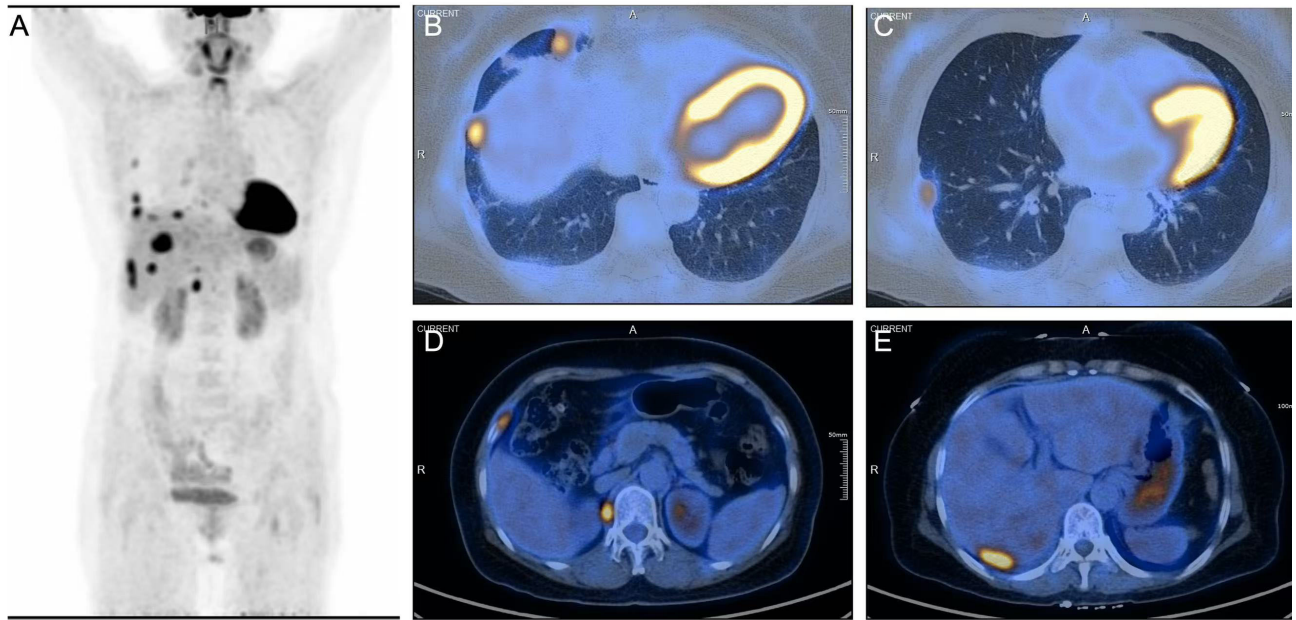
（贺慧慧）

恶性胸膜间皮瘤是一种长在肺外面那层胸膜上的恶性肿瘤，这种病进展比较快，治疗起来难度也不小。而全身PET/CT就像给医生装了一双“透视眼”，在搞清楚肿瘤范围和治疗效果方面特别管用。咱们知道，肿瘤不光会在原来的地方长，还可能往周围或远处扩散。PET/CT不仅能清楚地看出肿瘤长在胸膜的哪个位置、有多大，有

没有侵犯到旁边的肺、胸壁、心脏周围的组织等，还能判断其有没有转移到全身其他地方，比如淋巴结、骨头、肝脏等，这样医生就知道肿瘤进展到哪一步了，有助于制订治疗方案。

此外，恶性胸膜间皮瘤在经过化疗、靶向治疗、免疫治疗等各种治疗后，医生需要知道治疗有没有效果。PET/CT可观察肿瘤病灶的代谢活性变化，比如SUV（反映病灶代谢的指标）有没有降低，以及肿瘤大小有没有变化，比单纯做CT能更早、更准确地判断治疗是否有效。另外，治疗后可能会有一些残留组织，PET/CT能区分这些残留的是还有活性的肿瘤组织，还是已经坏死、纤维化的组织。同时，它还能帮助早期发现肿瘤有没有复发，让医生能及时调整后续的治疗策略。

总的来说，全身PET/CT在恶性胸膜间皮瘤的诊疗中是个重要工具，不过它的结果还需要结合患者的症状、其他检查结果以及治疗反应来综合分析，这样才能更准确地判断病情。



恶性胸膜间皮瘤患者的FDG PET/CT显像

A. 全身MIP图；B、C. 肺窗示右侧胸膜多发肿块；D、E. 纵隔窗示右肺底胸膜多发肿块。

乳腺癌淋巴结转移到哪一站？PET捕捉代谢“蛛丝马迹”

（贺慧慧）

乳腺癌细胞转移到淋巴结时，通常会按“站点”逐步扩散，PET/CT通过捕捉淋巴结的异常活跃信号，能够精准发现转移的痕迹。

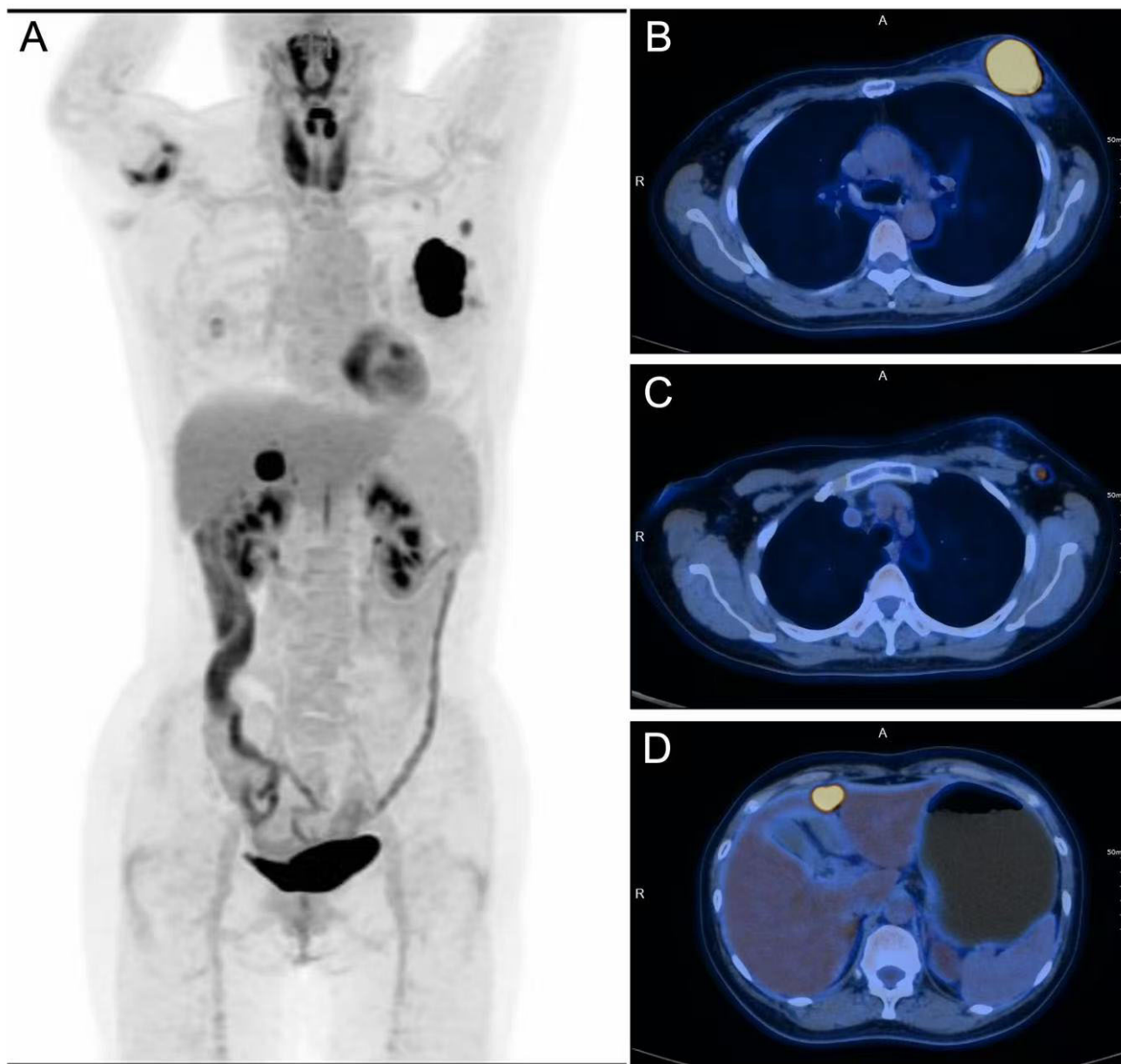
最开始，癌细胞多半先跑到“第一站”——腋窝淋巴结。腋窝就是胳膊窝，这里的淋巴结分为好几层，比如靠近胳膊那边最容易先被侵犯，之后可能往腋窝深处、胸小肌前后的淋巴结蔓延。

如果肿瘤长在乳房内侧或正中间，“第二站”——内乳淋巴结就可能较早出现转移。这些淋巴结藏在胸骨旁边，平时不太容易通过常规检查发现。

这种“代谢+解剖”的双重优势，能比普通CT或超声更早发现微小转移，帮医生判断癌细胞有没有突破前几站、有没有跑更远，从而制订更精准的治疗方案，比如要不要清扫特定区域的淋巴结。病情进一步发展，癌细胞可能扩散到“第三站”——锁骨上窝淋巴结可能被波及，这通常意味着转移范围在扩大。

要是控制不住，癌细胞还可能往更远的地方跑，比如胸腔中间的纵隔淋巴结、对侧腋窝，甚至大腿根的腹股沟淋巴结等，但这些情况大多出现在病情较晚期的时候。

转移了癌细胞的淋巴结疯狂生长繁殖，代谢变得特别“活跃”，就像一群“闹腾的小家伙”在消耗更多能量。PET能捕捉到这种异常的代谢信号，哪怕淋巴结还没明显肿大，也能发现异常。



乳腺癌患者的FDG PET/CT显像

A. 全身MIP图；B. 左侧乳腺肿块；C. 左侧腋窝淋巴结转移；D. 肝脏转移灶。

乳腺癌术后复查，假体对检查的影响大吗？PET/CT如何查复发？

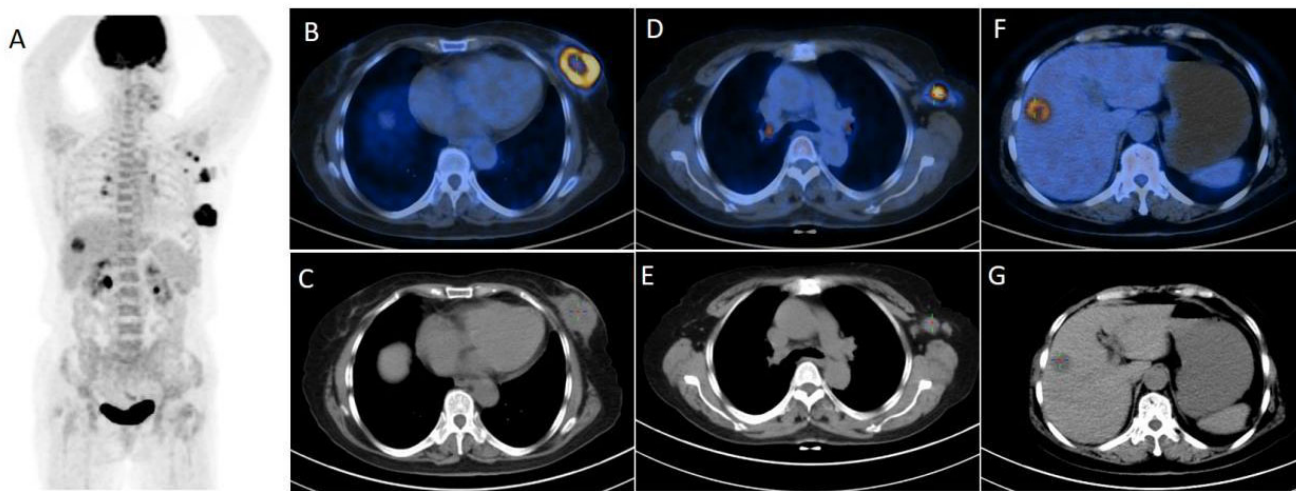
（来瑞鹤）

乳腺癌术后复查对确保健康至关重要，虽然有些女性担心假体会影响检查，但现代技术可以轻松绕过假体，确保检查准确。

假体最常见的问题是可能挡住X线的视线，尤其是硅胶款，常导致医生难以看清。但医院有很多先进工具：超声波探头能绕过假体，MRI能提供乳房的3D透视，而PET/CT则是全身扫描的“劳模”。这些技术可以帮助医生准确检查隐患。

PET/CT在监测复发方面尤为突出。它通过注射“追踪剂”，标记癌细胞，并利用PET的敏锐度和CT的精确性定位肿瘤，帮助找到转移灶。虽然PET/CT的费用较高，并且偶尔会误诊（假阳性），但它通常能提供有效的信息，帮助医生做出准确判断。

对于装有假体的女性，超声检查和MRI是不错的选择。如果病情复杂或需要彻底检查，PET/CT是最佳选择。总之，有假体不必过于担心，按时复查并使用合适的检查技术是保障健康的重要举措。



乳腺癌患者复发的FDG PET/CT图

A. MIP图；B、D、F. PET/CT图；C、E、G. CT图。图示左侧乳腺癌复发（B、C）、淋巴结转移（D、E）及肝脏转移（F、G）。

乳腺癌新辅助化疗效果怎么样？PET显像早知道

（来瑞鹤）

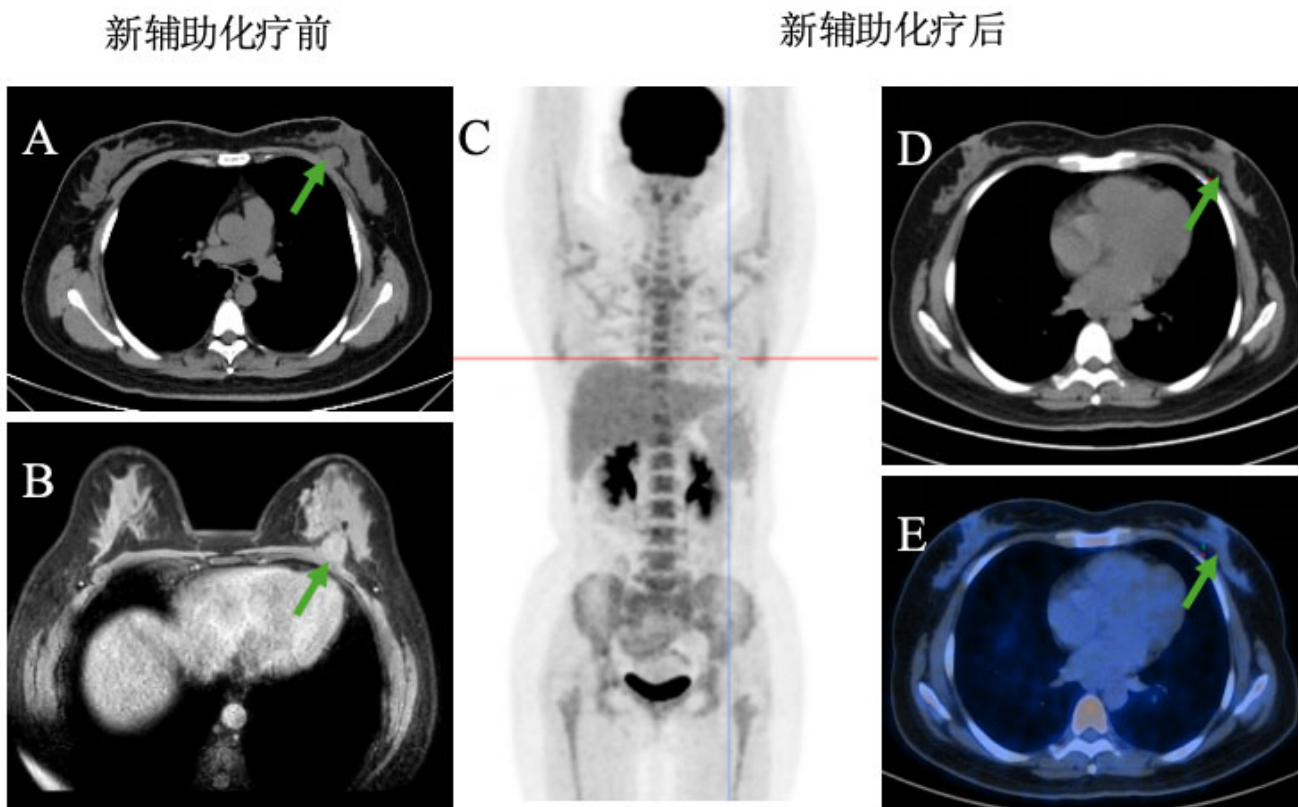
得了乳腺癌，医生有时候不会先开刀，反而先开化疗药，这就是“新辅助化疗”。它就像打仗前先削弱敌军实力——让大肿瘤变小，方便后续手术切除，还能帮医生

摸清癌细胞对药物的“脾气”。

新辅助化疗的效果到底咋样？对不少患者来说，这招挺管用：有的肿瘤明显缩小，甚至小到几乎看不见；还有些原本没法保乳的患者，化疗后有了保乳机会。不过，新辅助化疗的效果因人而异，就像同样的感冒药，有人吃了立竿见影，有人则见效慢些。

那怎样能早点知道化疗有没有用呢？以前靠摸肿块、做B超，往往要等化疗几轮后才看得出变化。现在有个“火眼金睛”——PET显像。它能捕捉癌细胞的“活跃度”：癌细胞越活跃，就越容易被PET发现。化疗后如果癌细胞“蔫了”，PET能很快“看”出来，比传统方法早2~4周给出信号。PET检查又快又准，比如有些肿瘤摸起来没变化，但PET能更早发现内部癌细胞已经被打垮了，可避免患者白白多受化疗的折磨。当然，PET也不是万能的，偶尔会“看走眼”，医生通常会结合其他检查综合判断。

总之，新辅助化疗是个“好帮手”，PET显像则让我们能更早、更准地知道这个“帮手”够不够给力，帮助患者少走弯路。



乳腺癌新辅助化疗前后FDG PET/CT图像

图A、B为新辅助化疗前，图A为CT图像，图B为MRI图像，显示左乳一软组织结节（绿色箭头标注），病理证实为乳腺癌。经过新辅助化疗后，图C（MIP图）、图D（CT图）和图E（PET/CT图）显示乳腺病灶几乎消失（C~E）。

腹部肿瘤显像全攻略

当肝癌FDG PET检查结果为阴性时，乙酸盐显像如何补位？

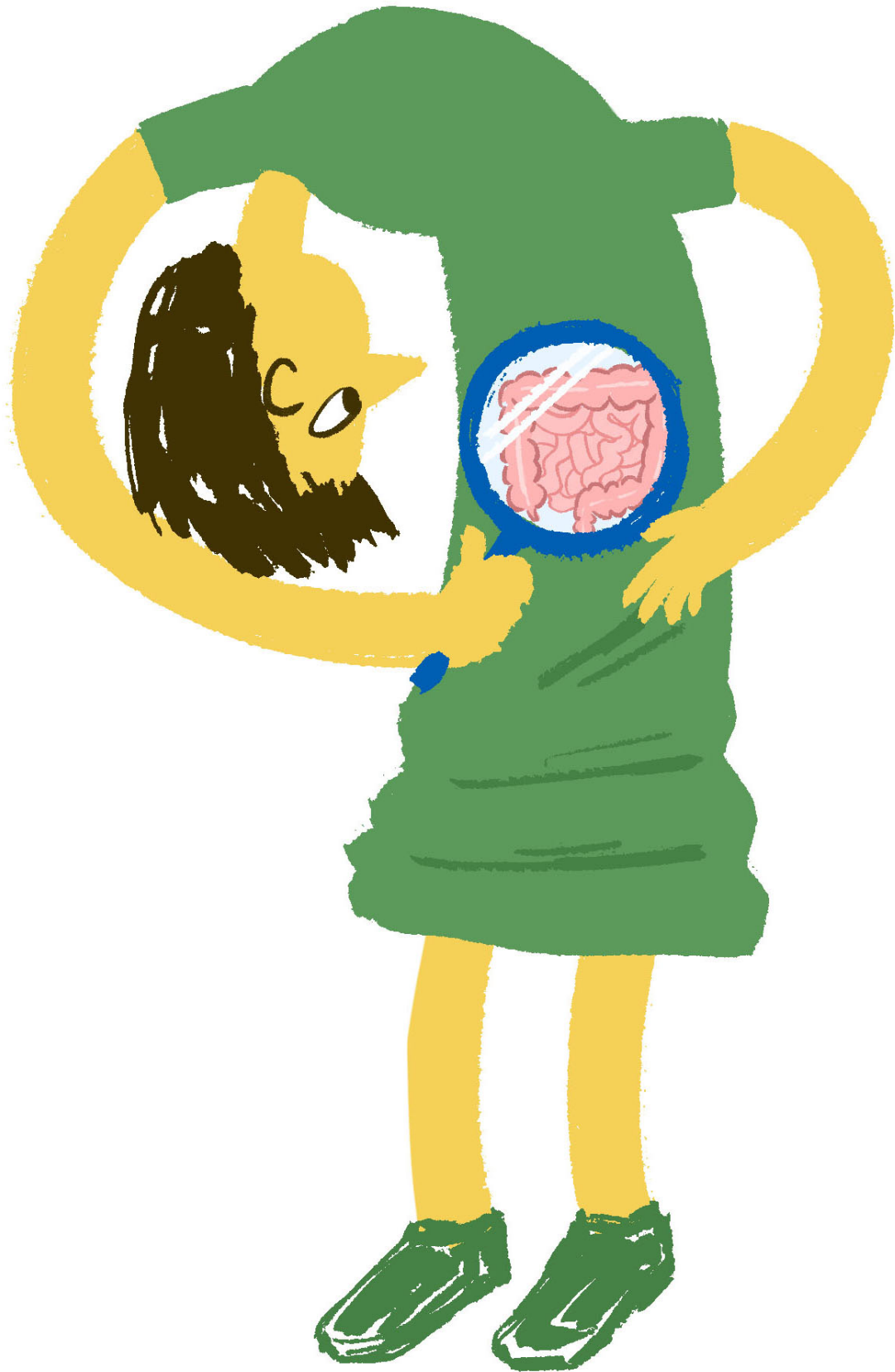
（安淑娴）

在核医学科，FDG PET是肿瘤显像的最常用利器，它通过检测肿瘤细胞异常旺盛的葡萄糖代谢来“锁定”病灶。然而，对于肝癌，尤其是分化较好的肝细胞肝癌（HCC），这个方法有时会“失灵”——表现为“FDG PET阴性”。首先，我们要清楚HCC患者在进行FDG PET检查时出现假阴性的原因。对于部分分化较好的HCC，肿瘤细胞会保留正常肝细胞的代谢特点，富含葡萄糖-6-磷酸酶。该酶可以将进入肿瘤细胞并且进行磷酸化修饰的FDG进行去磷酸化，从而将本该滞留于肿瘤细胞的FDG排出肿瘤细胞，降低了肿瘤显像对比度。致使30%~50%的HCC患者在进行FDG PET显像时出现假阴性的表现。这时，另一种显像剂——乙酸盐便能发挥关键的“补位”作用。乙酸盐PET可以作为互补检查被应用于FDG PET阴性的可疑HCC患者，其原因在于，正常肝细胞及分化较好的肝癌细胞，会更多地利用一种叫“氧化磷酸化”的代谢途径，乙酸盐正是这个通路上的重要原料。在这些肝癌细胞内，乙酸盐会大量聚集，从而使肿瘤在PET图像上“亮起来”。乙酸盐PET对高分化HCC的检出率为70%~80%，而将两者联用可将HCC检出率提升至90%以上。对于FDG PET阴性的可疑HCC患者，乙酸盐PET提供了重要的互补诊断价值。

肠癌术后CEA升高，是复发吗？PET/CT精准“挖”病灶

（贾文芝）

肠癌术后患者最担心的莫过于肿瘤复发，而癌胚抗原（CEA）作为重要的肿瘤标志物，其数值的升高常让人紧张不已。但CEA升高一定代表肿瘤复发吗？如何快速锁定可疑病灶？PET/CT技术正是精准“侦查”的利器！



CEA升高≠100%复发：CEA是一种糖蛋白，肠癌患者的术前CEA水平通常较高，术后若持续升高（尤其是超过正常值的2倍以上），须警惕复发或转移可能。但感染、炎症、吸烟或良性胃肠疾病也可能导致CEA轻度升高。因此，仅凭CEA无法确诊肿瘤复发，需要结合影像学检查进一步判断。

PET/CT：一“扫”定位隐匿病灶。传统CT或B超难以鉴别术后瘢痕组织与微小肿瘤灶，而PET/CT通过追踪肿瘤细胞特有的高代谢特性（如摄取¹⁸F-FDG示踪剂），能清晰显示全身代谢异常区域，灵敏度更高。

临床建议：



动态监测：术后每3~6个月复查1次CEA，异常升高时1个月内复查确认。



影像优选：CEA持续升高但常规检查呈阴性时，尽早行PET/CT排查。



综合判断：结合病理活检、临床症状（如腹痛、消瘦）等明确诊断。

早期发现复发是改善预后的关键。PET/CT犹如“肿瘤探测器”，能为患者争取二次手术或精准放疗的机会。若CEA异常，不必过度焦虑，但务必科学应对，让现代医学技术为健康护航！

胰腺炎和胰腺癌如何辨别？PET让胰腺疾病现形

（俞小凤）



胰腺藏在胃后面，一旦出问题，CT和B超往往只能看到“一团模糊”。这时，PET/CT检查就像派出一支“侦察小队”，给患者注射一种带微量放射性的葡萄糖示踪剂，再用特殊“相机”追踪。癌细胞和炎症细胞都会“吃糖”，但吃法大不相同：癌细胞是“糖瘾君子”，恶性肿瘤疯狂消耗葡萄糖——示踪剂在癌灶处大量聚集，在PET图像上可看到边界不清的一团“亮如灯泡”的病灶。而炎症细胞是“短期吃货”，急性炎症也会暂时性吸收糖分，但远不如癌细胞“贪吃”，且治疗后亮斑会消失，病变也基本是沿着胰腺弥漫性分布。

PET/CT检查存在独特优势，可提前预警早期肿瘤病灶。在肿瘤直径小于1cm、CT容易漏诊的情况下，PET/CT检查就能通过“糖代谢异常”锁定目标；同时，PET还能全身扫描：一次检查看清胰腺病灶是否存在全身其他部位的转移，比如肝、骨及淋巴结等。此外，PET/CT检查还能评估疗效：如化疗后亮斑变暗，则说明治疗有效；如化疗后病灶仍亮，则说明需要更换方案。但需要提出的是，PET/CT检查也不是万

能的：慢性胰腺炎可能长期微亮，需结合血液检测（如CA19-9）进行诊断。与此同时，PET/CT也存在一定的辐射性：1次PET辐射≈2年自然本底辐射；而“终极裁判”仍需穿刺活检来确诊病理类型。

PET让胰腺疾病现形，“亮得刺眼+赖着不走”→警惕癌症！“温和发亮+治疗后消退”→多为炎症！

胃癌术后疑复发、常规PET“看不见”，新型分子探针（FAPI）能否追踪“隐形”癌灶？

（徐莲）

陈奶奶一年半前做了胃印戒细胞癌手术，术后恢复良好。然而，最近两个月复查发现肿瘤标志物——CEA持续升高，医生怀疑肿瘤复发或转移。但奇怪的是，常规的FDG PET/CT检查并未发现明显病灶。FDG PET是临床上常用的肿瘤显像方法，像“糖追踪器”，癌细胞爱吃“糖”，可通过检测糖代谢来发现肿瘤。然而，胃印戒细胞癌等低代谢肿瘤可能对FDG摄取水平不高，导致“假阴性”结果。面对这种情况，医生建议陈奶奶尝试一种新型分子探针——FAPI PET检查。FAPI（成纤维细胞活化蛋白抑制剂）是一种针对肿瘤微环境中成纤维细胞的显像剂。许多肿瘤，尤其是低代谢或隐匿性病灶，会刺激周围成纤维细胞活化，FAPI PET像“纤维侦探”，专门盯住肿瘤周围的“帮凶”——活化的成纤维细胞，让肿瘤无所遁形。果然，FAPI PET在陈奶奶的腹盆腔发现了多发性转移灶，为后续治疗提供了关键依据。

FAPI PET让“隐形”癌症无处可藏，提高了检出率，尤其适用于：①常规影像检查阴性但肿瘤标志物升高的患者；②低代谢或隐匿性肿瘤的早期发现；③精准指导治疗，如放疗靶区勾画或疗效评估。





陈奶奶的FDG PET及FAPI PET图像

A. FDG PET全身图像无明显异常，B. FAPI PET全身图像显示腹盆腔多发异常放射性浓聚灶（红色箭头）。

肝转移瘤做射频消融/微波消融前，PET如何实现“精确制导”？

（安淑娴）



肝脏是人体内最大的解毒工厂，也是肿瘤转移的“重灾区”——约60%的结直肠癌、40%的胃癌患者会发生肝转移。这些转移瘤常像沙粒般隐匿在肝组织中，传统影像学对其难以进行精准捕捉。PET/CT通过融合代谢与解剖影像，可以提高微小转移灶的发现率。对肝转移瘤的消融治疗而言，既要“彻底灭活”肿瘤，又要保护健康组织。PET/CT就像给医生装上了“透视眼”，帮助确认肿瘤位置，规划穿刺路径，避开血管和胆管，把消融针精准送到肿瘤核心。术后复查PET/CT，如果原来高代谢的区域完全“熄灭”，则说明消融很彻底；如果边缘还有亮点，就提示需要补充治疗。这种“即做即评”的模式，能够显著降低局部复发的风险。而最新的⁶⁸Ga-FAPI探针则更像肿瘤的“导航仪”，它可以靶向肿瘤周围的成纤维细胞，甚至能发现代谢较低的肿瘤，而且几乎不受炎症干扰，为肝转移瘤的精准介入治疗提供了新工具。

捕捉“静默杀手”：核医学显像如何揪出早期胆囊癌？

（俞小凤）

胆囊癌早期像“隐形杀手”——不痛不痒，却能在一年内从早期进展到晚期。胆囊癌早期基本无症状，确诊时75%已是晚期！B超/CT常把早期癌误认为是胆结石或“无害息肉”，而PET/CT显像通过捕捉细胞“贪吃糖”的特性，在症状出现前锁定癌变，能提前1~2年揪出癌变。PET/CT检查在注射带有微量放射性的葡萄糖后：癌细胞像超级糖耗子，疯狂吸收糖分，在PET图像上亮如灯泡；而胆结石/息肉就像糖分绝缘体，几乎不吸收糖分，在图像上呈现为黑洞。

B超/CT检查通常只能看到直径>1cm的病灶，在病灶直径<0.5cm时，B超可能漏诊；对于报告为良性的胆囊息肉，也存在一定的漏诊率；而PET/CT检查对于胆囊癌的诊断准确率可高达92%，对于小病灶，也能精准点亮。因此，PET/CT检查特别适用于无症状但高危的人群：如瓷样胆囊、胆囊结石直径>3cm；胆囊息肉直径>1cm。

PET/CT拥有与众不同的超能力：①提前1~2年预警胆囊恶性病变；②一次全身扫描可检测全身其他部位的转移灶；避免过度手术。但PET/CT检查也存在不典型情况：比如急性胆囊炎可能短暂微亮（抗炎后消失）；部分腺瘤息肉也可呈现一定的假阳性，此时需结合增强CT及血液学检查。PET提示恶性时需要通过手术活检得到病理结果。

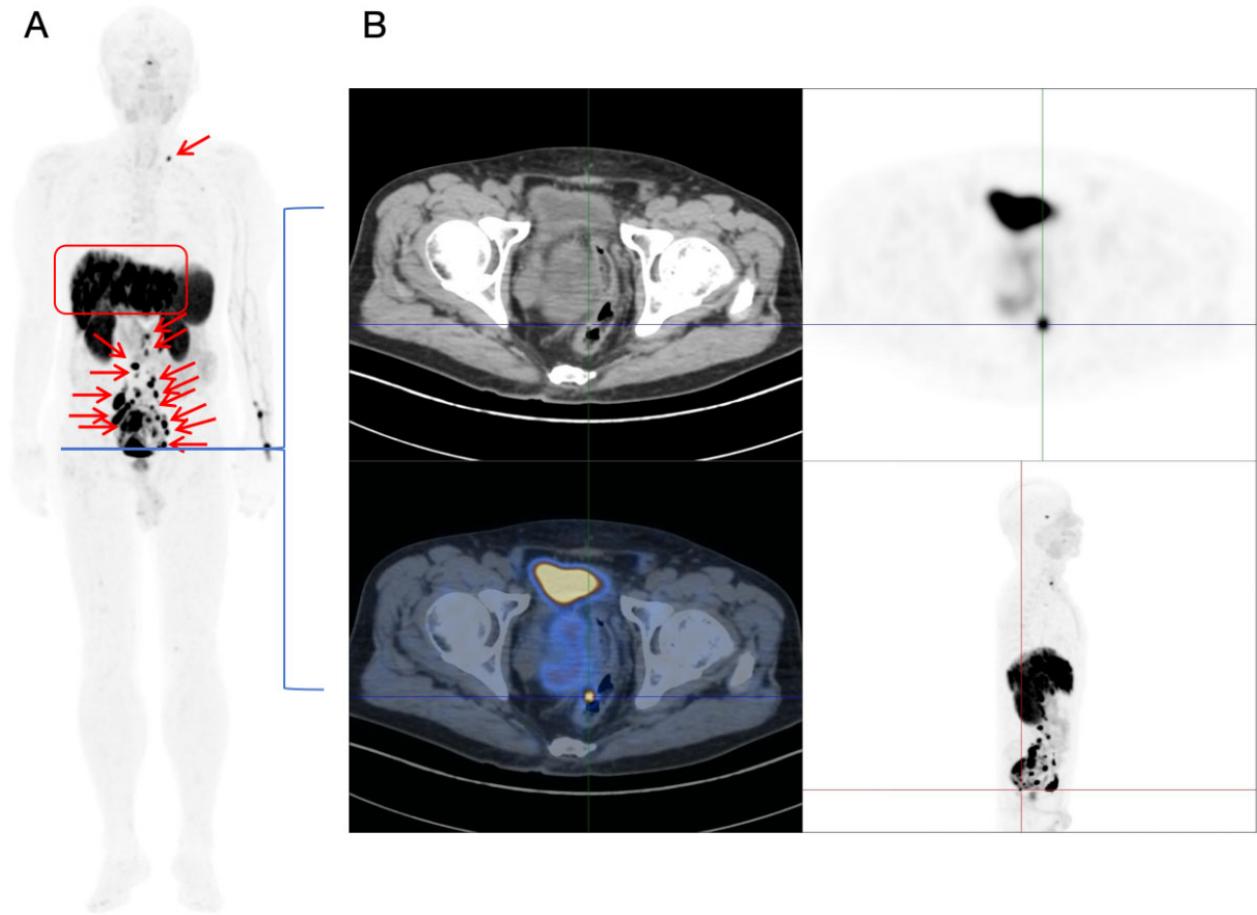
神秘莫测的神经内分泌肿瘤，如何一网打尽？

（徐莲）

71岁的王大爷在体检时发现肝脏多发占位，进一步检查怀疑是神经内分泌肿瘤。然而，常规影像学检查（如CT、MRI）难以确定肿瘤的原发灶和全身转移情况。医生建议他进行⁶⁸Ga-DOTATATE PET/CT检查，结果发现原发灶是直肠内一个仅5 mm的小肿瘤（图-B），在普通肠镜检查时容易漏诊！而他全身已经出现了多发转移灶，包括多区域淋巴结、盆腔和肝脏广泛转移（图-A）。

神经内分泌肿瘤生长缓慢，症状隐匿，常常在出现肝转移后才被发现。传统影像检查（如CT、MRI）主要依赖肿瘤的形态学变化，而神经内分泌肿瘤往往体积小、血供特殊，容易漏诊。神经内分泌肿瘤细胞表面有丰富的生长抑素受体，而⁶⁸Ga-DOTATATE能精准结合这些受体，使所有肿瘤病灶“发光”，可将其一网打尽。它的优势包括：①超高灵敏度：能发现直径小至2mm的病灶；②全身无死角扫描：一次检查即可评估原发灶和转移灶情况；③指导精准治疗：为手术、靶向放疗提供关键依据。





王大爷的DOTATATE PET/CT图像

A. DOTATATE PET全身图像显示左锁骨上区、肝脏、腹盆腔多发异常放射性浓聚灶（红色箭头及矩形框）；B. 盆腔横断面显示直肠微小结节对DOTATATE的摄取水平明显增高（十字线）。

胃肠胰神经内分泌肿瘤诊疗决策，生长抑素受体显像如何帮助评估？

（朱夏夏）

胃肠胰神经内分泌肿瘤是肿瘤中的小妖精，它们狡猾多变、位置隐匿，采用常规影像学检查方法可能会出现漏诊和误诊情况。而生长抑素受体显像是此类肿瘤特异的“照妖镜”，其一对一的强特异性、高灵敏性等特点不仅能帮助找到肿瘤的“老巢”（原发部位），还能精确定位它的“徒子徒孙们”（转移灶）。

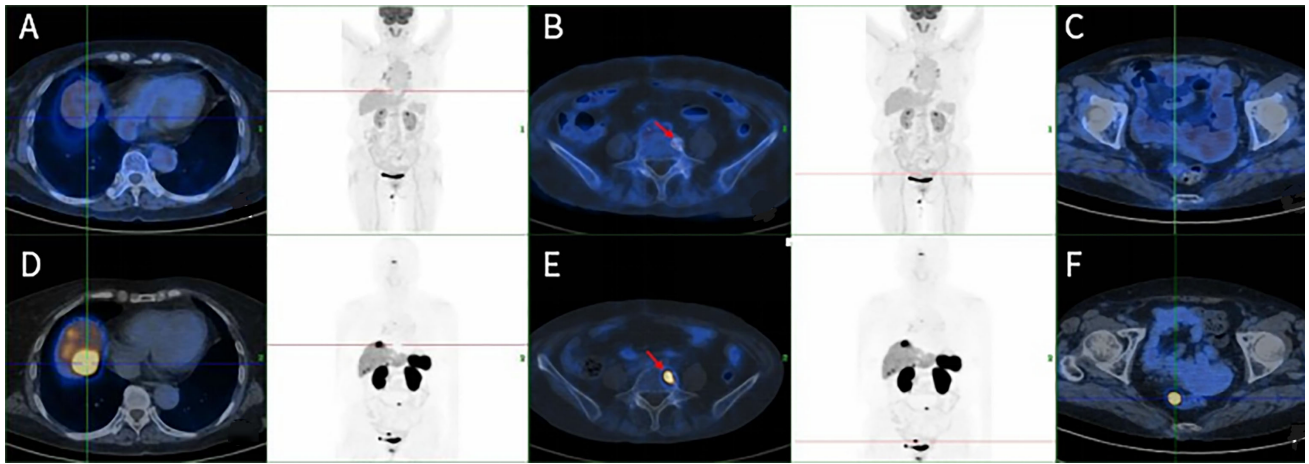
但是，仅仅“找得到”还不够，核医学科医生还得给这类肿瘤精准“画像”，判断它有没有转移、转移到哪里、转移多少，为后续治疗方案的选择提供关键证据。如果这个特异的“照妖镜”（生长抑素受体显像）发现肿瘤还没有来得及转移，那么手术切除这个“老巢”为治疗的首选方案。如果肿瘤已经转移了，那就失去手术机会了，但是如果“照妖镜”能明显看到肿瘤（局部“高亮”），那么我们就用“金箍棒”[如生长抑素类似物（奥曲肽、兰瑞肽等）、放射性核素治疗（如 ^{177}Lu -DOTATATE）]来消灭它；相反，若“照妖镜”也无法发现肿瘤（为阴性），则“金箍棒”就不能随意使用，需要选择其他治疗方案，以减少无效治疗。

治疗过程中仍需重复进行生长抑素受体显像，根据肿瘤显像“亮度”和大小变化以评估治疗是否有效，指导下一步治疗。它在诊断、精准分期、选择最佳治疗方案和全程疗效监测过程中都发挥着不可或缺的关键作用。

生长抑素受体显像阳性病例

患者为一位老年女性，发现肝占位1个月。



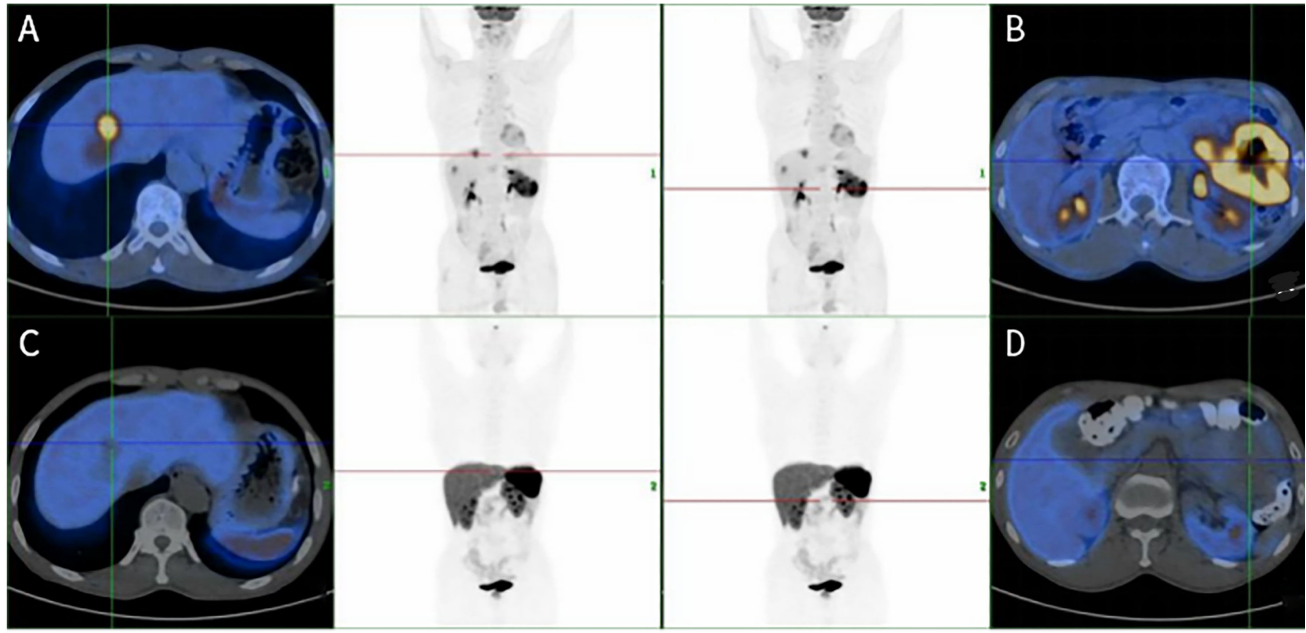


图A~C为常规 ^{18}F -FDG PET/CT，肿瘤显示不清；图D~E为 ^{68}Ga -DOTATATE（生长抑素受体）PET/CT显像，肿瘤显示清晰；图D为肝脏转移；图E为骨转移；图F为直肠原发灶。诊断为神经内分泌瘤（G2）。

生长抑素受体显像阳性病例

患者为一位老年男性，腹胀3个月。





图A、B为常规 ^{18}F -FDG PET/CT，肿瘤高摄取，A为肝转移，B为小肠原发灶；图C、D为 ^{68}Ga -DOTATATE（生长抑素受体）PET/CT显像，肿瘤相应部位不摄取。诊断为小肠神经内分泌癌。

肠癌肝转移，化疗/靶向药有效吗？PET看代谢变化早知道！

（贾文芝）

肠癌患者最担心的转移部位之一就是肝脏，但即便发生肝转移，化疗、靶向治疗等综合手段仍能有效控制病情。如何快速判断药物是否起效？PET/CT通过观察肿瘤的代谢变化，能比传统影像学检查方法更早给出答案！

化疗/靶向药：肝转移并非“无药可医”。肠癌肝转移的治疗方案取决于转移灶的数量、大小和位置，常见手段包括：

- （1）化疗（如FOLFOX、FOLFIRI方案）：缩小肿瘤，为手术创造条件。
- （2）靶向药（如贝伐珠单抗、西妥昔单抗）：抑制肿瘤血管生成或信号转导。
- （3）局部治疗（射频消融、放疗等）联合全身治疗。研究表明，部分患者通过系统治疗可显著延长生存期，甚至获得手术根治机会。

PET/CT：疗效评估“快人一步”。传统CT评估依赖肿瘤大小变化，通常需用药2~3个月才进行疗效评估；而PET/CT通过检测肿瘤细胞的葡萄糖代谢活性，能在用药1

~2个周期后预测疗效。

(1) 代谢降低：提示药物有效，可继续原方案。

(2) 代谢无变化或升高：须及时调整治疗策略，避免无效治疗延误时机。此外，PET/CT还能发现其他隐匿转移灶，避免“漏网之鱼”。

科学应对，精准治疗：

(1) 个体化方案：根据基因检测（如RAS突变状态）选择靶向药。

(2) 动态监测：治疗初期每2~3个月复查1次PET/CT，结合CEA等肿瘤标志物综合判断。

(3) 多学科协作：肝胆外科、肿瘤内科等共同制订最佳治疗方案。

肠癌肝转移≠绝望，现代医学的进步让“带瘤生存”成为可能。PET/CT犹如治疗路上的“导航仪”，能帮助患者少走弯路，赢得更长的生存时间和更高的生活质量！



泌尿系统肿瘤显像专篇

前列腺癌诊疗革命：PSMA PET显像为何是“游戏改变者”？

（陈若华）

前列腺癌的传统影像检查（如CT、骨扫描）往往难以发现微小转移灶，导致许多患者分期不准确、治疗不精准。而PSMA PET显像的出现彻底改变了这一局面，成为前列腺癌诊疗的“游戏改变者”，原因如下：

精准定位癌细胞。PSMA（前列腺特异性膜抗原）是II型跨膜蛋白，在正常前列腺组织中表达较低，但其在前列腺癌细胞中的表达是正常细胞的100~1000倍，PSMA相当于前列腺癌细胞的一个“特征性标签”，让本来隐藏在体内的前列腺癌细胞“脱颖而出”。PSMA PET通过注射靶向PSMA的放射性示踪剂，像“GPS”一样精准追踪癌细胞，即使长径小至2 mm的病灶也能清晰显示，灵敏度远超传统检查。

改变治疗决策。过去，约30%的患者因传统影像漏诊转移灶而接受不必要的手术或放疗。PSMA PET能更准确区分早期和晚期患者，帮助医生选择手术、放疗、靶向治疗或全身治疗，避免过度或不足治疗。

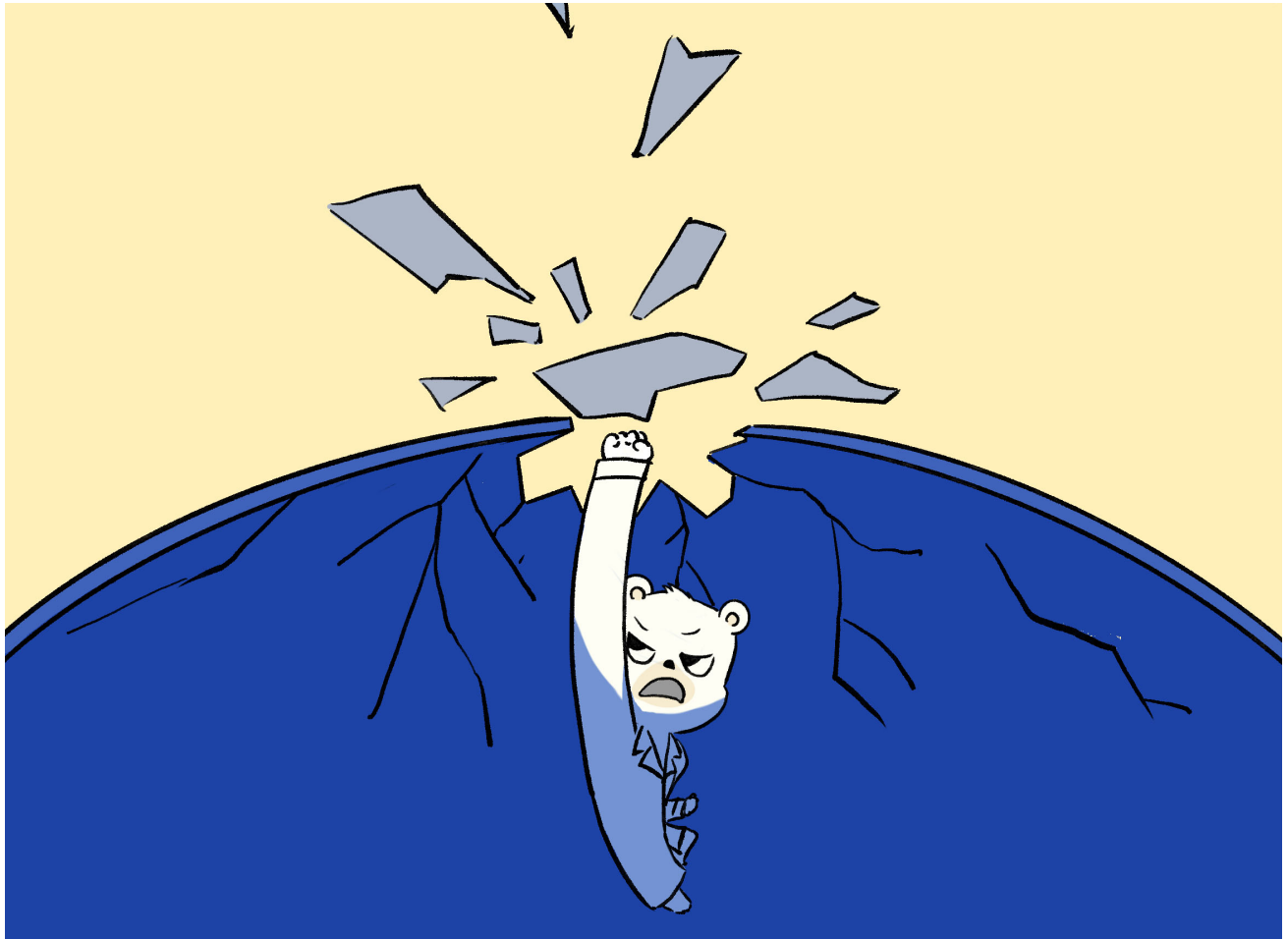
动态监测疗效。治疗中，PSMA PET可快速判断癌细胞是否残留或复发，比前列腺特异性抗原（PSA）指标更直观。例如，术后PSA升高时，它能明确复发位置，指导精准放疗或靶向治疗。

总之，PSMA PET显像让前列腺癌诊疗从“模糊经验”迈向“精准导航”，显著提升了诊断准确性和患者生存率。

PSA升高但穿刺活检未发现癌细胞？PSMA PET如何打破诊断僵局？

（陈若华）

当患者的前列腺特异性抗原（PSA）升高，但穿刺活检未发现癌细胞时，医生和患者往往陷入两难：是癌症被漏诊，还是PSA升高由其他原因（如前列腺炎、前列腺增生）引起？此时，PSMA PET显像可以打破僵局，提供关键答案。



首先，为什么穿刺活检可能漏诊？前列腺癌可能位于穿刺难以触及的位置（如前尖部）；或肿瘤体积过小，活检针未能命中；或穿刺样本有限，存在“假阴性”可能。

那么PSMA PET如何破局？PSMA PET通过分子影像技术，像“雷达”一样扫描全身，精准定位PSMA高表达的癌细胞，即使传统影像检查（MRI、CT）或穿刺未发现病灶，它仍可能发现隐匿性肿瘤，检出穿刺遗漏的小病灶，指导精准地进行二次活检。与此同时，PSMA PET还能识别远处转移，若PSA持续升高，可能提示转移，PSMA PET可发现淋巴结或骨骼的微小转移灶。除此以外，还可以排除非癌因素，若PSMA PET检查结果阴性，PSA升高更可能由良性病变引起，避免不必要的重复穿刺。

PSMA PET的应用可以减少盲目穿刺，精准定位可疑区域，提高活检命中率，避免因漏诊延误治疗，PSMA PET对高危患者（如PSA快速上升）尤其有效。此外，PSMA PET还可提供个性化管理，明确病因后对患者进行针对性治疗（如抗炎或癌症干预）。

总之，PSMA PET以“分子探针”突破传统诊断局限，为PSA升高但穿刺结果呈阴性患者提供明确的诊疗方向，大幅提升前列腺癌的检出率和诊疗效率。

肾癌诊断与分期：PET显像为何常需“组合拳”？

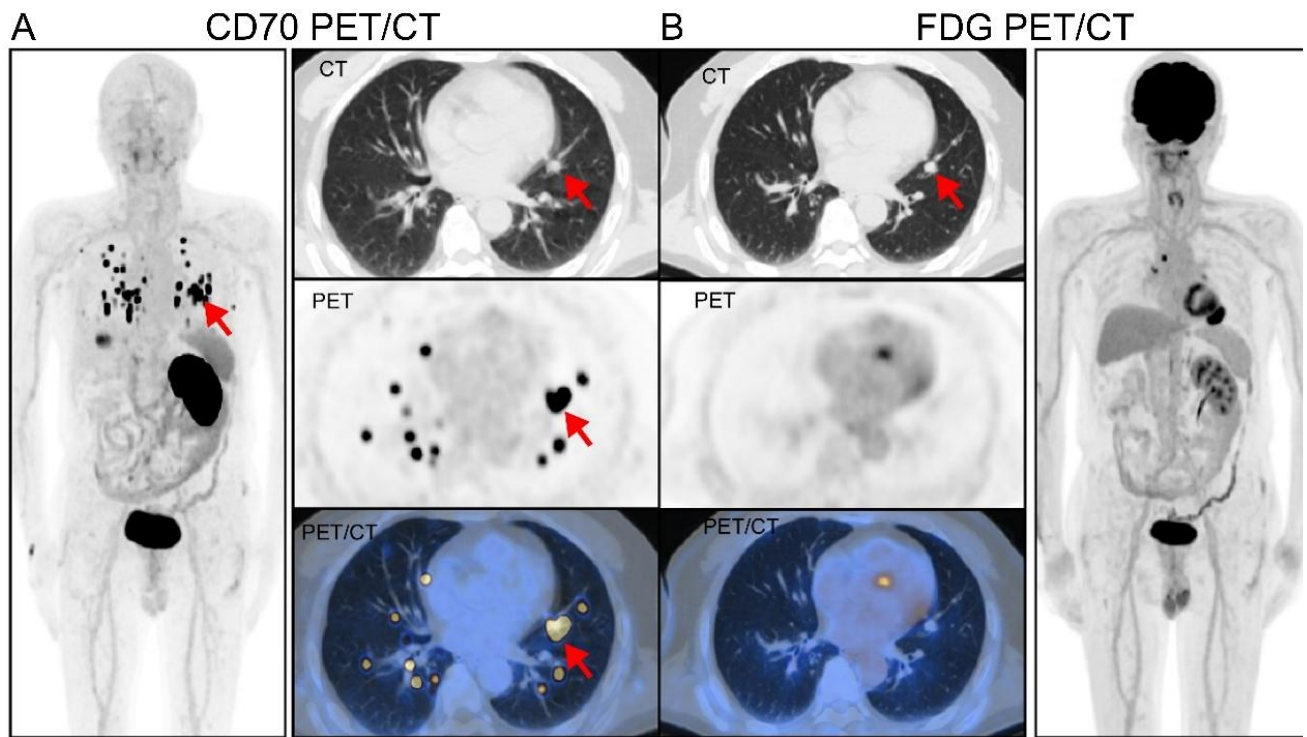
（吴倩芸）

肾癌具有高代谢异质性，不同显像剂各有优势和局限，只有组合使用才能更全面、更准确地评估病情。¹⁸

F-FDG PET/CT的短板：¹⁸F-FDG PET/CT擅长显示葡萄糖代谢活跃区域，对发现部分葡萄糖高代谢的肿瘤远处转移灶有效，但是部分病理类型的肾癌（透明细胞癌）摄取葡萄糖类似物的能力不强，导致¹⁸F-FDG PET/CT单独检查容易漏诊。

CD70 PET/CT精准分期：利用特殊的放射性示踪剂，能精准结合肾透明细胞癌细胞表面过度表达的CD70蛋白。相比传统FDG PET，它能更清晰、特异地显示肾癌转移灶（如淋巴结、骨、肺），尤其有助于发现体积较小或¹⁸F-FDG PET/CT显示不佳的病灶，为精准分期、评估治疗效果及筛选适合CD70靶向治疗（如抗体偶联药物）的患者提供关键信息。

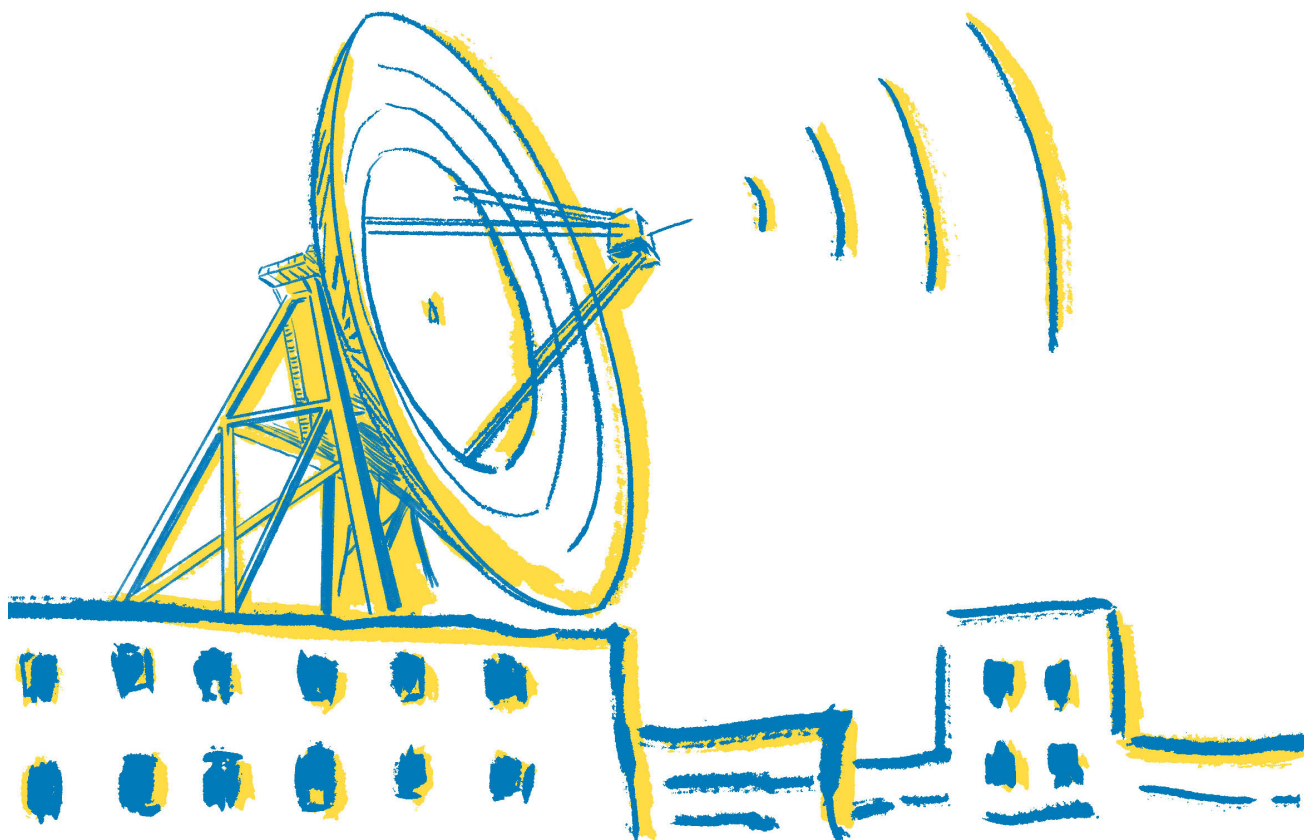
CAIX PET/CT诊断原发灶：利用放射性标记的抗体，特异性结合肾透明细胞癌细胞表面的碳酸酐酶IX蛋白。有助于区分良恶性肾脏肿瘤（如复杂囊肿与囊性肾癌）；能清晰显示原发肾肿瘤，解决¹⁸F-FDG PET/CT在肾癌原发灶显像不佳的问题。



同一位肾透明细胞癌患者接受CD70 PET/CT显像 (A) 和糖代谢FDG PET/CT显像 (B)，CD70显像可以更加灵敏地发现和定位FDG显像剂无摄取的转移灶 (红色箭头)



肾癌术后防复发，PET/CT能当预警“雷达”吗？



早期肾癌术后仍有约3%的复发风险，而局部中晚期肾癌患者术后复发率可达20%~30%。传统的超声、CT等检查虽能监测局部复发，但对全身微小转移灶的敏感性有限。此时，PET/CT凭借其“功能+解剖”的双重优势，正成为重要的预警工具。

- (1) 精准捕捉肿瘤：PET/CT通过追踪放射性标记的葡萄糖类似物或分子探针（CD70或CAIX），能在解剖结构出现明显改变前发现肿瘤细胞。
- (2) 全身扫描高效筛查：一次检查即可覆盖肺、骨、淋巴结等高发转移部位。
- (3) 临床应用分阶段：低危患者首选CT/MRI监测局部，经济且有效；高危患者（局部晚期、存在肉瘤样分化等）使用PET/CT可早期发现转移，及时治疗。

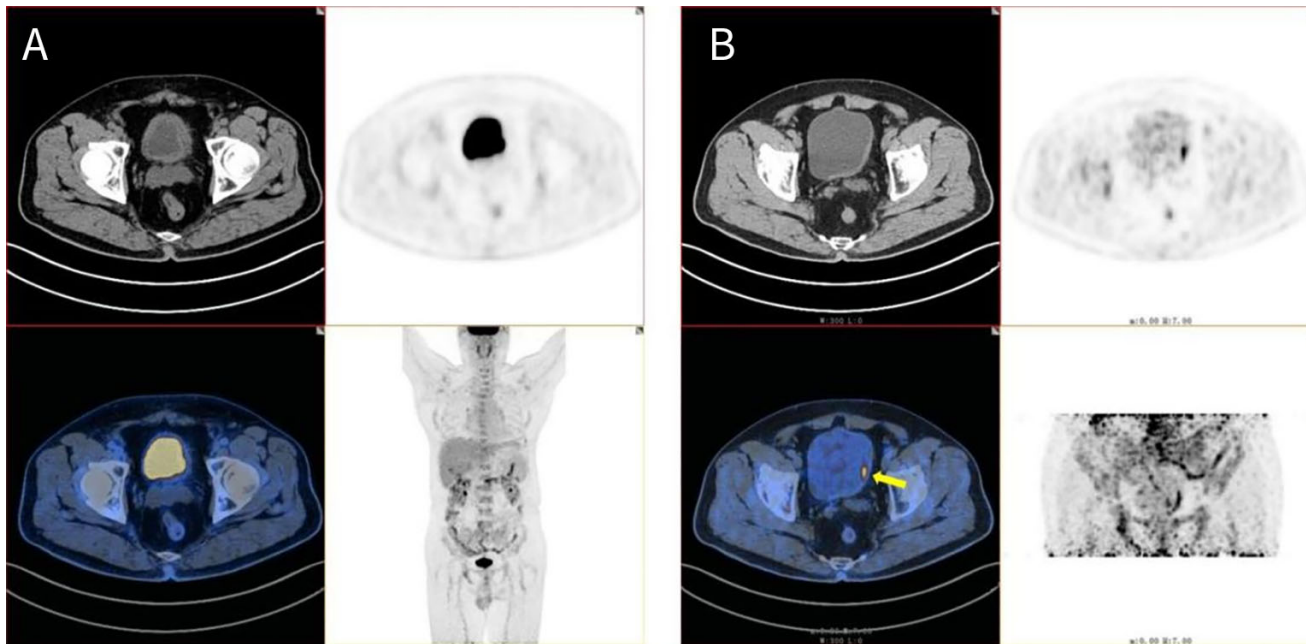
PET/CT如同肾癌术后的“高精度雷达”，尤其在转移风险筛查中优势较为突出。但普通患者无须过度检查，遵循医嘱进行分层监测才是关键——早期靠CT/MRI守局部，高危用PET/CT扫全身，让肿瘤复发病灶无处可藏。

膀胱癌显像：如何破解尿液放射性“干扰波”？

（周翔）

膀胱癌是泌尿系统最常见的恶性肿瘤，其中90%以上为尿道上皮癌（移行细胞癌）。传统 ^{18}F -FDG PET/CT检查因显像剂主要通过泌尿系统排泄，易在膀胱内积聚高浓度放射性物质，导致病灶观察受干扰，曾被视为膀胱癌原发灶诊断的“盲区”。

近年来，医学界通过技术创新突破了这一局限。对于无排尿障碍的患者，医生建议常规PET/CT检查后，采用“利尿介入+延迟显像”方案：通过口服或静脉注射利尿剂，配合大量饮水及反复排尿，2小时后进行局部二次扫描。这种方法可使膀胱内显像剂活性下降90%以上，让隐藏的肿瘤组织“水落石出”。研究显示，该技术对浸润性膀胱癌的检测灵敏度和特异性分别为80%和84%，显著优于增强CT。当然，对于肾衰或排尿困难的患者，则不推荐使用利尿剂的延迟介入显像，建议在导尿管辅助下行膀胱冲刷和逆行性膀胱充盈，这样有助于提高 ^{18}F -FDG PET/CT检查对膀胱癌原发灶定位和定性的准确性。



利尿延迟显像技术使膀胱癌病灶“水落石出”

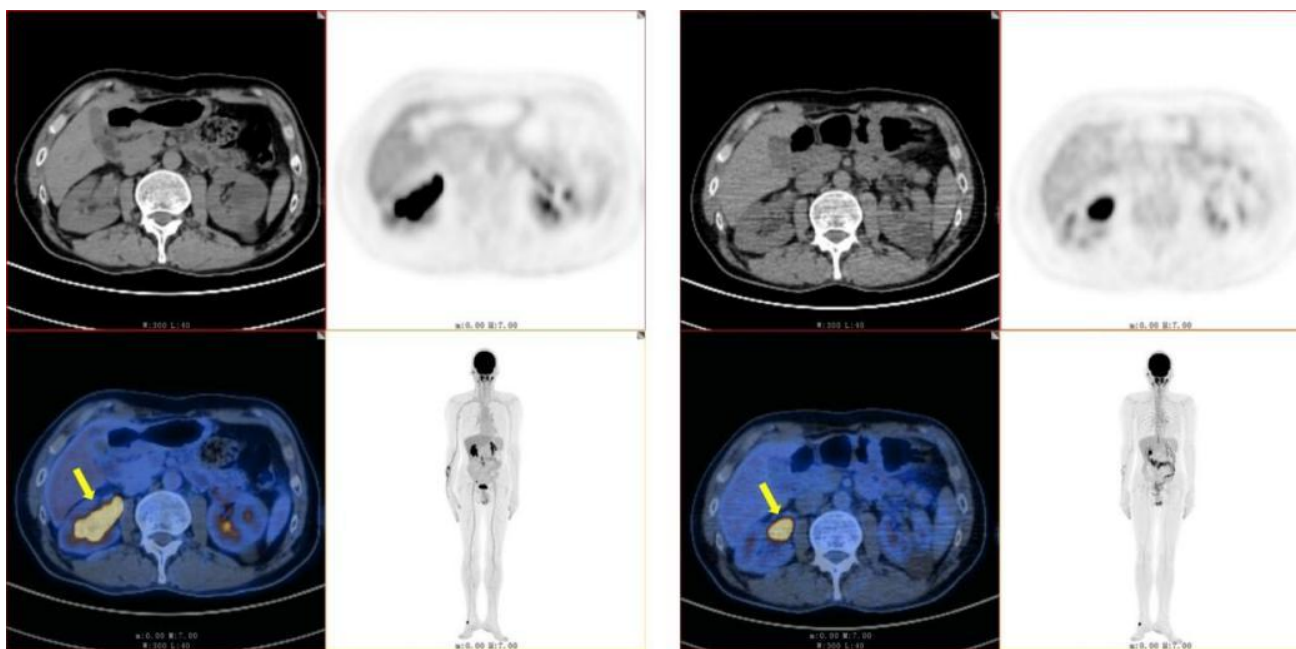
膀胱癌患者常规 ^{18}F -FDG PET/CT显像（A），膀胱中富集显像剂的尿液滞留，影响对膀胱病灶的观察，PET/CT未能探查膀胱病灶；利尿延迟显像（B），富集显像剂的尿液排出，膀胱左侧壁病灶“水落石出”。

容易被忽视的上尿路癌（肾盂/输尿管癌），诊断有新招吗？

（周翔）

上尿路癌（肾盂/输尿管癌）因发病部位隐蔽、早期症状不典型，常被患者忽视，以致错过最佳治疗时机。传统影像学检查对于较小的肿瘤，极易漏诊或误诊。与膀胱癌类似，上尿路癌细胞的糖代谢活跃，高摄取 ^{18}F -FDG，从而能被PET/CT精准捕捉病灶。但 ^{18}F -FDG显像剂易在泌尿系统积聚形成高本底干扰，导致微小病灶被“淹没”，尤其是直径小于2cm的肿瘤，其常规检出率大幅降低。

为解决这一难题，利尿延迟显像技术被应用：注射 ^{18}F -FDG后1小时首次扫描完成初步定位，随后根据体重注射速尿（呋塞米）并指导患者大量饮水、反复排尿，加速尿液中FDG的排泄，2~3小时后进行二次扫描时，肾盂、输尿管及膀胱内FDG浓度显著下降，而肿瘤组织因代谢活跃仍保持高摄取，可形成鲜明对比（下图）。



突破上尿路癌诊断盲区：利尿延迟PET/CT精准显像

利尿前，肾盂结节受尿液影响，结节的FDG摄取情况难以判断；利尿后，尿液对肾盂病灶的影响降低，肾盂肿瘤在PET/CT显像中“水落石出”。

研究显示，该技术使肿瘤组织的阳性检出率从17.9%提升至89.7%，肿瘤/尿液比值提高近4倍，灵敏度、特异性及准确性分别达91.3%、87.5%和90.0%。无排尿障碍患者可优先采用此方案。随着技术优化，PET延迟显像不仅突破了诊断瓶颈，还为肿

瘤分期、疗效评估及复发监测提供了全流程管理方案，更多患者有望通过早期精准诊断获得治愈机会。

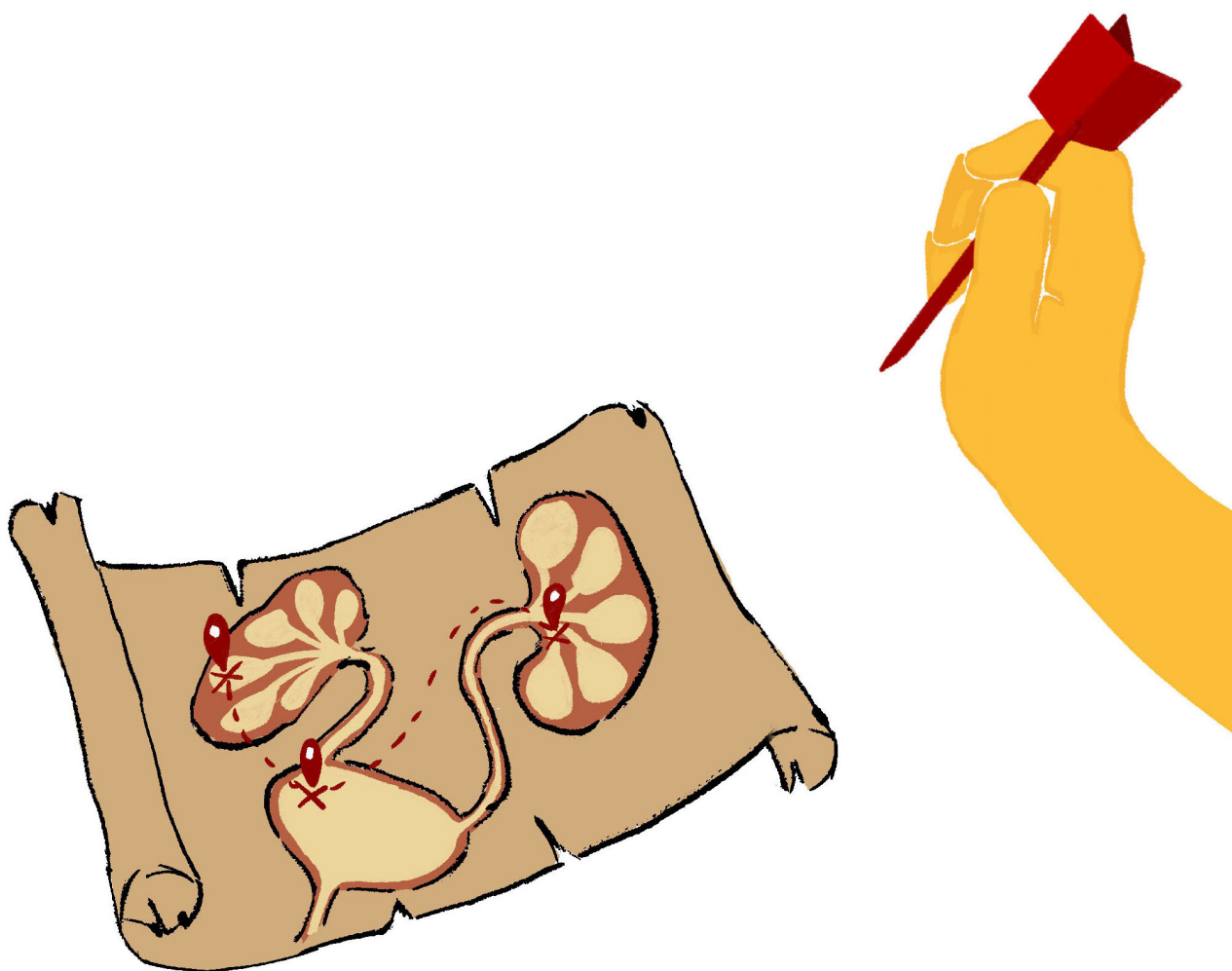
妇科肿瘤显像专篇

宫颈癌精准放疗：PET/CT如何绘制个性化“打击地图”？

（王婷婷）

放疗的挑战：肿瘤在哪？边界怎么定？

宫颈癌放疗的关键在于精准锁定肿瘤范围——既要彻底消灭癌细胞，又要最大限度保护正常组织。但传统CT/MRI有时难以区分肿瘤与炎症、瘢痕组织，可能导致“打击范围”不精准。这时，PET/CT就像一位军事测绘专家，为放疗医生绘制个性化的“肿瘤打击地图”！



代谢定位：通过注射放射性标记的葡萄糖（ ^{18}F -FDG），PET/CT能清晰地显示高代谢的肿瘤区域，即使是CT上隐匿的淋巴结转移也无所遁形。

靶区勾画更精准：放疗医生可结合PET代谢信息与CT解剖图像，精确勾画生物靶区（BTV），避免漏照肿瘤或误伤肠道、膀胱等正常组织。

疗效实时监控：放疗过程中定期复查PET/CT，可早期发现活性残留或耐药的病灶，动态调整“打击策略”。

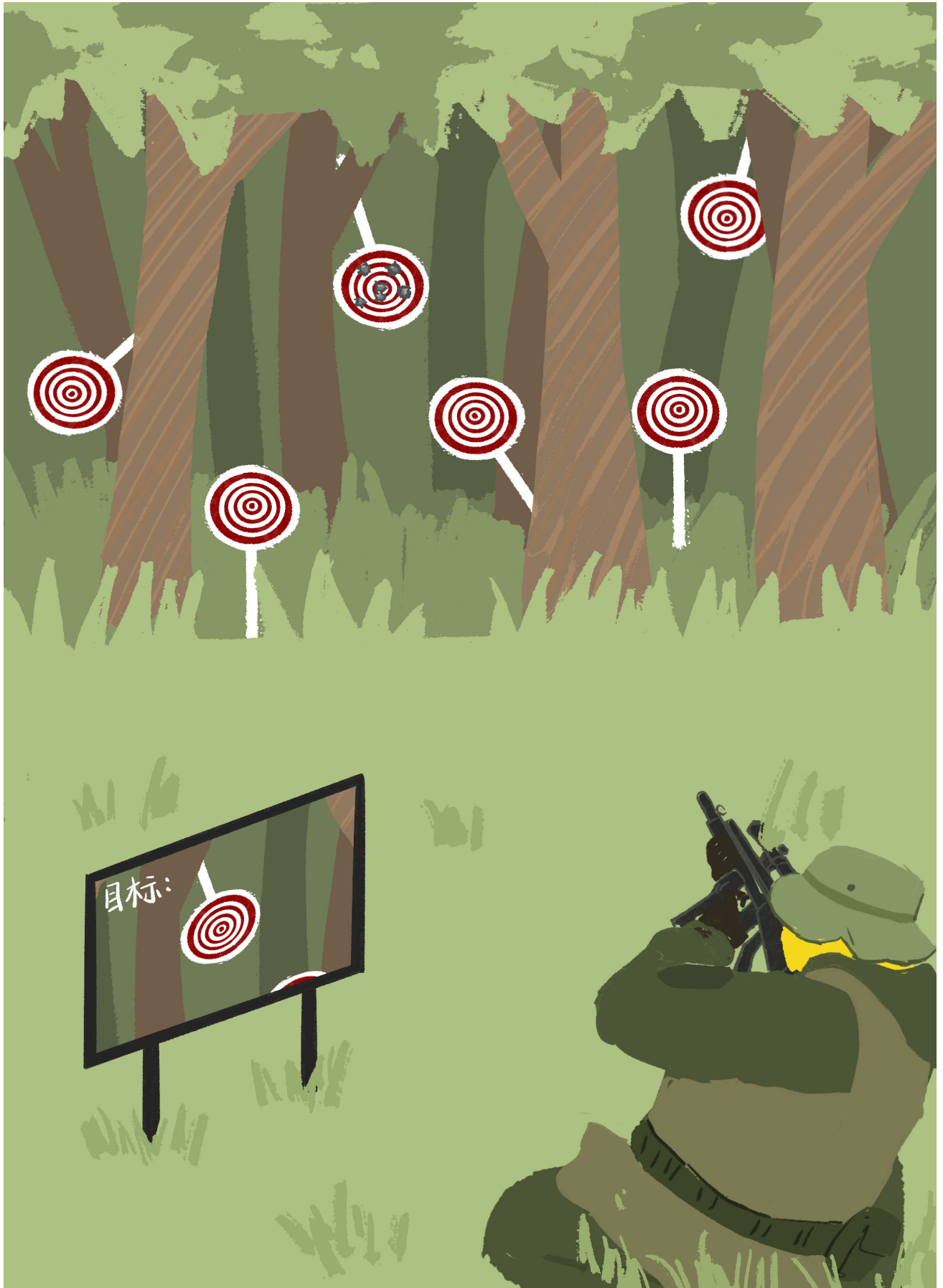
在未来，联合新型分子探针的PET/MR多模态影像学技术、AI辅助靶区勾画技术等的发展，可让宫颈癌治疗从“地毯式轰炸”升级为“精准狙击”，真正实现“指哪打哪”！

卵巢癌复发：CA125升高却找不到病灶？PET/CT是“肿瘤侦探”！

（王婷婷）

卵巢癌患者在随访期间最担心的就是CA125升高，这往往提示肿瘤可能复发。但有时候，即使CA125不断上升，B超、CT甚至MRI等常规影像学检查也找不到病灶，让患者和医生都陷入焦虑。PET/CT就像一位“肿瘤侦探”，而它的两大“法宝”——FDG和FAPI探针，能联手揪出那些狡猾的癌细胞！

常规检查为何“失灵”？卵巢癌复发灶可能非常微小（甚至直径仅几毫米），或藏在腹膜、肠系膜等复杂位置，传统影像学检查难以分辨。而PET/CT结合了“功能显像”与“解剖定位”两大优势：通过标记肿瘤高摄取的放射性葡萄糖（ ^{18}F -FDG），能像“点亮灯泡”一样暴露代谢活跃的病灶，再通过CT精确定位，连0.5 cm的病灶也无处遁形。但有些肿瘤（如部分黏液性癌、低级别浆液性癌或治疗后残留灶）对FDG摄取不高，可能导致假阴性。这时，新型探针FAPI（成纤维细胞活化蛋白抑制剂）就派上用场了！FAPI探针能特异性结合肿瘤微环境中的成纤维细胞（癌症微环境的关键成分），即使肿瘤代谢不高也能被清晰显示，大大提高了检出率。

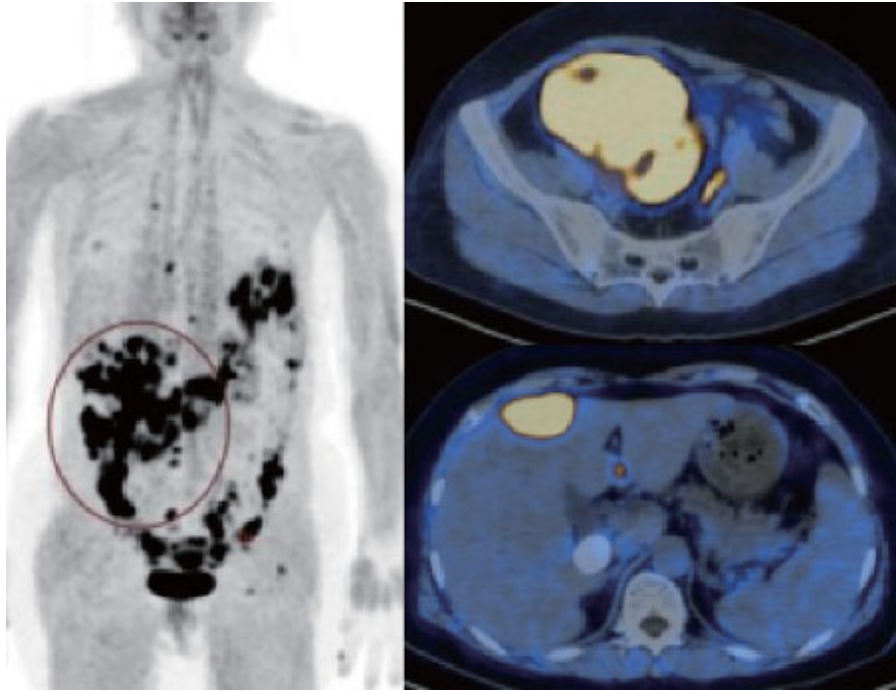


何时选择FDG或FAPI？

首选FDG：适用于大多数卵巢癌（如高级别浆液性癌）。

补充FAPI：若FDG阴性但CA125持续升高，或怀疑低代谢肿瘤复发时。

因此，PET/CT的FDG+FAPI双探针策略，可让卵巢癌复发灶无处可藏，为精准治疗提供关键依据！



卵巢癌患者FAPI PET/CT显像

子宫内膜癌：肿瘤侵犯有多深？淋巴结有无转移？PET显像进行全面评估！

（张帆）

在我国，子宫内膜癌是妇科恶性肿瘤里的“二号杀手”，仅次于宫颈癌。想要搞定它，第一步就得给肿瘤做全面“体检”——搞清楚它侵犯子宫有多深、有没有偷偷转移到淋巴结或者其他地方，这直接决定后续治疗方案能不能“对症下药”。

PET显像技术就像给肿瘤装了个“荧光追踪雷达”，通过探测体内放射性示踪剂的分布，就能清晰锁定肿瘤“兴风作浪”的部位。不过，单独的PET/CT有点小“偏

科”——CT看骨头和肺的能力很在行，但看软组织像戴了磨砂眼镜，可能会漏判肿瘤向子宫肌层及周围组织的侵犯程度。这时候就得请“全能搭档”登场——要么选PET/MR，要么让PET/CT搭配MR强强联合，MR对软组织的分辨能力特别强，像用了高清显微镜似的，肿瘤侵犯有多深一查便知。

另外，检查淋巴结有无转移，PET显像就是个“火眼金睛的侦察兵”！多项研究证实，它找转移灶的侦察能力（敏感性和特异性）比传统影像学检查厉害，它不仅能标记转移的淋巴结，还能揪出一些普通CT、MR未能发现的隐匿转移灶。

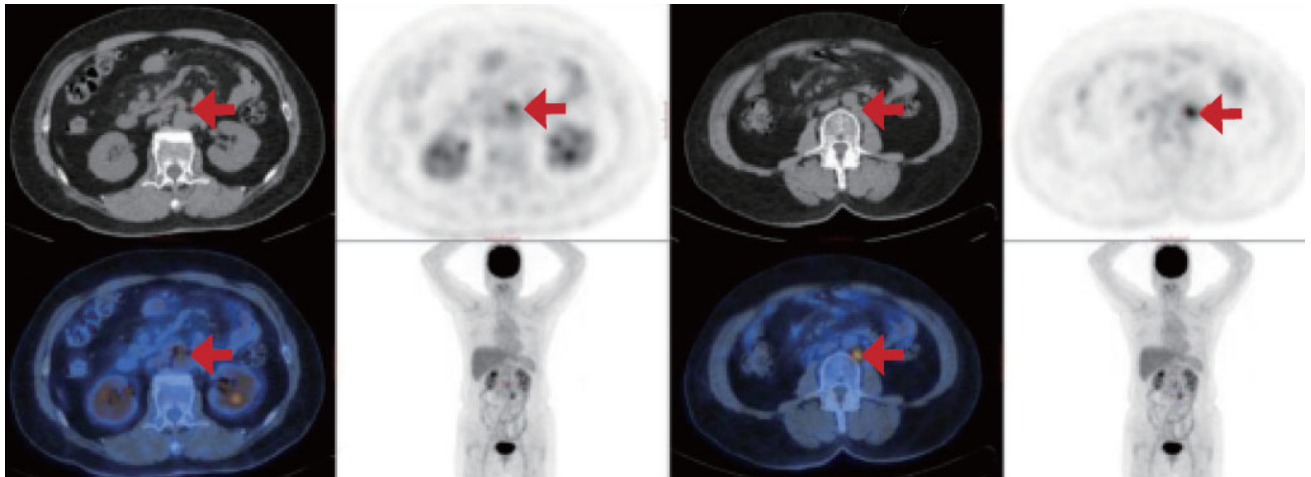
对于子宫内膜癌患者来说，能否手术？手术范围多大？需不需要化疗、放疗？这都取决于肿瘤分期。PET显像的核心作用就是帮助医生精准评估肿瘤分期，合理选择治疗方案，让患者获益。

妇科肿瘤术后随访，PET/CT在什么情况下最有用？

（张帆）

「常规影像发现“可疑淋巴结”，难辨良恶性时」

当超声、CT等常规影像学检查发现新发淋巴结，但肿瘤标志物（如糖类抗原125、癌胚抗原、鳞状细胞癌抗原等）无异常升高时，若想明确这些淋巴结是否为转移性淋巴结，就可以派PET/CT这个“精密侦察兵”出马，它往往能够精准识别“敌人”，转移性淋巴结在PET/CT检查中多表现为高代谢（见下图）。

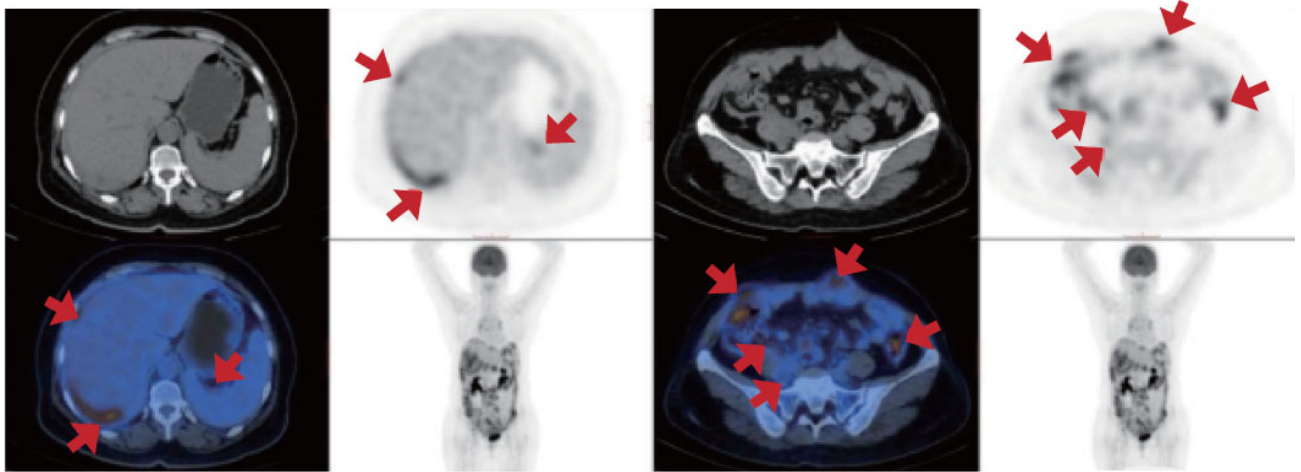


宫颈癌术后FDG PET/CT显像

红色箭头所指为腹主动脉旁淋巴结， ^{18}F -FDG明显高代谢，说明淋巴结转移。

「身体发“警报”，但常规影像学“查无实据”」

术后随访中，若出现腹痛、腹胀、阴道流液、出血、腹部肿块或体重下降等临床症状（伴或不伴肿瘤标志物升高），但常规影像学“探测器”找不到问题根源，PET/CT大概率能揪出隐匿的复发或转移病灶，还能摸清它们盘踞的范围，为及时治疗争取时间（见下图）。

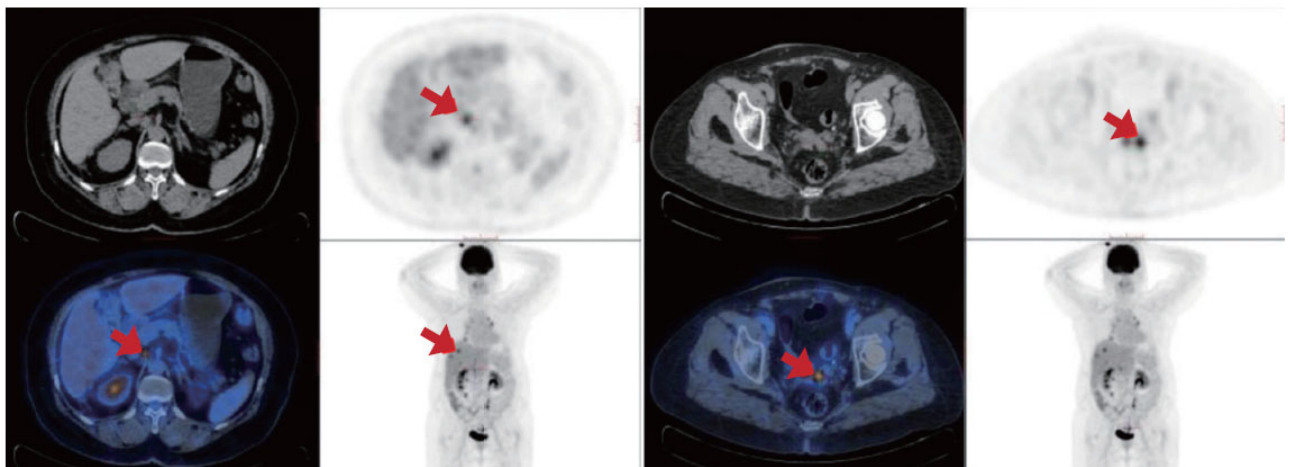


卵巢癌术后FDG PET/CT显像

红色箭头所指为腹膜和淋巴结转移灶， ^{18}F -FDG明显高代谢，PET/CT较CT检查能更清晰地显示病灶，避免漏诊。

「明确肿瘤复发，制订治疗方案前」

术后随访中已明确肿瘤复发，需要再治疗（如化疗、放疗或手术）前，PET/CT能绘制详细的“肿瘤分布图”，甚至找到常规检查容易漏诊的微小转移灶，为医生提供准确的肿瘤临床分期，助力制订更合理的治疗方案（见下图）。



子宫内膜癌术后FDG PET/CT显像

红色箭头所指为¹⁸F-FDG高代谢处（腹膜后转移性淋巴结、肝脏转移瘤、阴道残端复发灶），部分小病灶在CT检查中极易漏诊，该病例的肿瘤临床分期进展至IV B期。

「高复发风险者的“预警雷达”」

对于肿瘤晚期或有高复发风险的妇科肿瘤患者，术后定期做PET/CT检查，就像开启了一台“高灵敏度预警雷达”，能更早地捕捉肿瘤复发或转移的“蛛丝马迹”，助力早发现、早治疗，提升治疗效果。

「肿瘤复发后再治疗时的疗效评估」

在肿瘤复发后再治疗（化疗、放疗等）期间，PET/CT可“验收治疗成果”：若病灶代谢减弱或消失，说明治疗有效，癌细胞受到抑制；若代谢增强或出现新病灶，则提示可能存在耐药情况，需要及时调整治疗方案，避免无效治疗。

罕见妇科肿瘤，核医学显像能提供什么独特帮助？

（辛玫）

说到妇科肿瘤，大家常想到三大“巨头”——宫颈癌、卵巢癌、子宫内膜癌。但有些“小众反派”——罕见妇科肿瘤，因为发病率低、早期症状隐蔽，常常让医生和患者都很头疼。这时候，核医学显像尤其是PET检查，就像肿瘤界的“福尔摩斯”，带着“火眼金睛”来帮忙了。

首先，它能给肿瘤“贴标签”。检查前会让患者先“打”一点带微弱放射性的示踪剂如¹⁸F-FDG（以下简称“FDG”），这种“含糖饮料”特别受肿瘤细胞“欢迎”，罕见的妇科肿瘤如卵巢透明细胞癌、子宫内膜间质肉瘤等会主动摄取大量的FDG。通过PET仪器扫描，这些原本藏在人体深处的肿瘤就会被贴上FDG标签，在PET图像上一举被“点亮”，比常规其他检查更早、更容易发现“敌情”。

再者，它能画“全身通缉令”。罕见妇科肿瘤如阴道黑色素瘤，具有爱“乱跑”、容易全身多器官累及或转移的特点；再如延胡索酸水合酶缺陷型子宫平滑肌瘤这类罕见肿瘤，具有喜欢“呼朋引伴”、容易合并肾细胞癌的特点。核医学PET检查一次扫描就能查遍全身，不像CT、B超等需要“逐个排查”，更容易揪出那些狡猾逃跑的肿瘤细胞及它们的“同伙”。

对付罕见妇科肿瘤这个“狡猾对手”，核医学显像就像精准导航，既能早期发现踪迹，又能锁定全身病灶，让这些“小众反派”无处遁形，为患者争取更多的治疗时间。

前沿技术与未来展望

PET/MR强强联合：在哪些肿瘤上能发挥“1+1>2”的威力？

（杨亲亲）

当强大的PET（观察功能代谢）遇上高清的MR（显示精细解剖），两者的结合不是简单的相加，而是会产生“1+1>2”的协同效应。哪些肿瘤患者能从这一“双冠王”检查中获益最大呢？

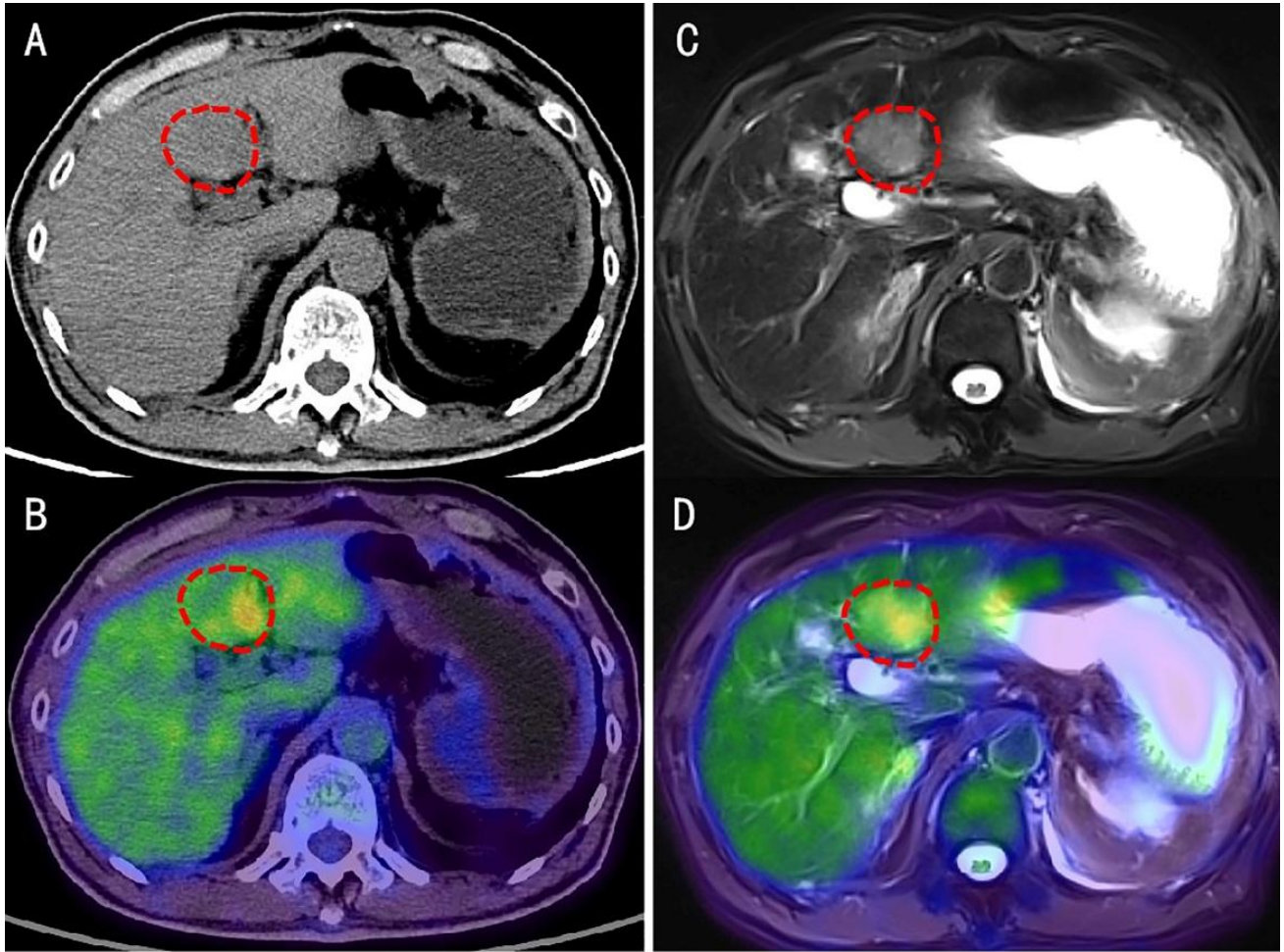
「为什么说PET/MR能达到“1+1>2”的效果？」

PET像安了“肿瘤发光棒”，既精准揪出活跃的原发灶、转移灶及转移淋巴结（尤其是小到传统检查容易漏诊的！），又能探测远处器官有无“秘密据点”（转移）。MR多参数、多序列、多平面图像能提供高清解剖、功能和灌注信息，清晰显示原发肿瘤大小，判断其是否“翻墙”入侵周围组织。强强联合，把发光点精准叠加在高清解剖图上，医生能看清肿瘤具体侵犯到哪里、淋巴结是“敌”是“友”（是转移癌还是炎症？），术前进行精准分期，在制订手术/放疗方案时更有底气。还能协助放疗靶区勾画，保护正常组织。并且能引导活检，协助病理科医生“精确制导”到肿瘤最活跃部位进行取材。

「哪些肿瘤更需要PET/MR加持？」

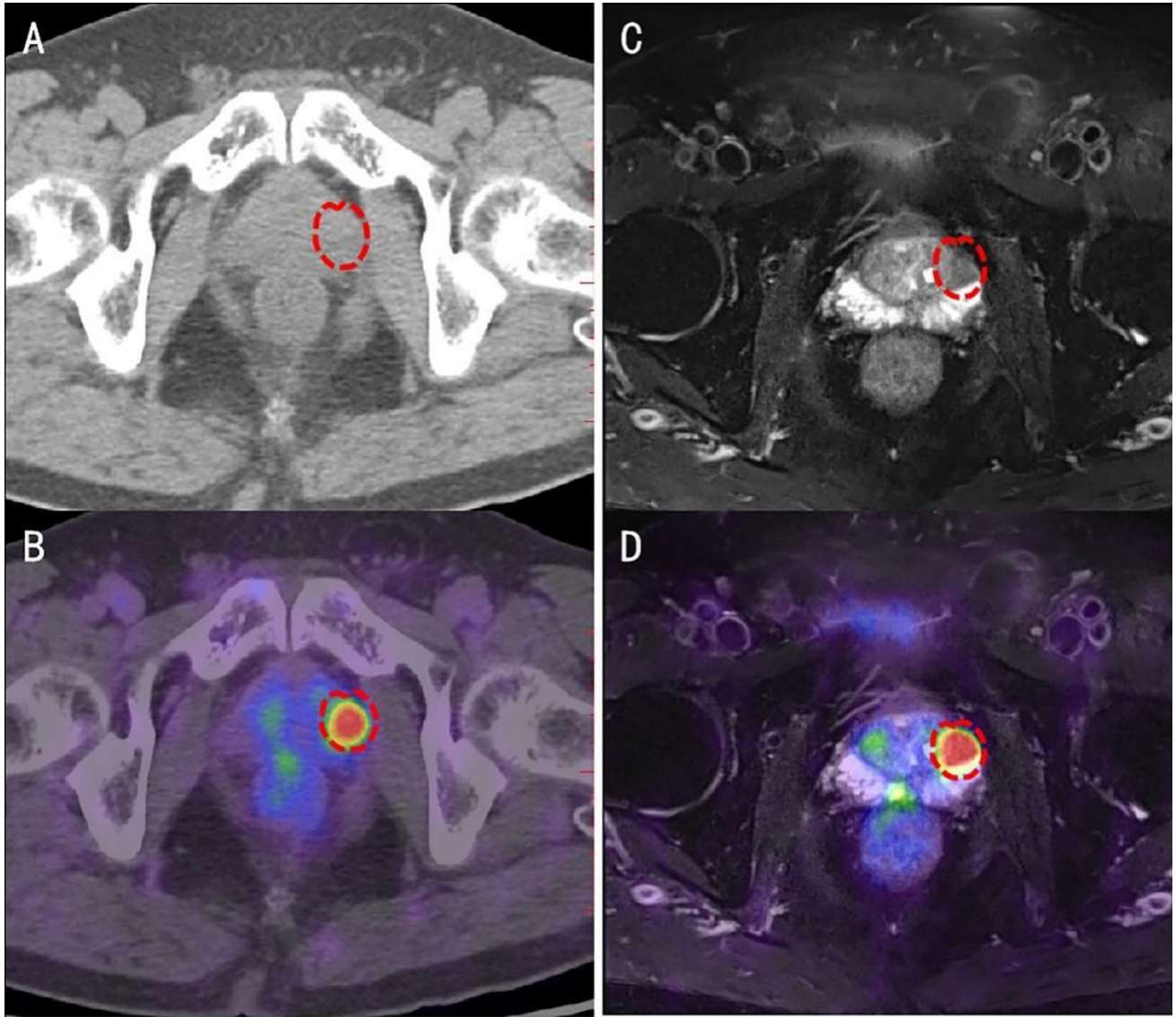
PET/MR更适合对头颈部、乳腺、心血管、肝脏、前列腺、子宫、宫颈、直肠和骨等部位的肿瘤进行早期诊断及判断其是否复发或转移，另外，对神经系统疾病如癫痫、帕金森病、早老年痴呆的诊断也有明显优势。

此外，PET/MR比传统PET/CT大幅降低辐射剂量。一次扫描即可同步获取肿瘤代谢、结构、扩散、血流等多维度信息，因此，PET/MR适合为高危人群进行肿瘤筛查及高端健康筛查。



肝癌FDG PET/CT及PET/MR图像

A、B. PET/CT前列腺病灶显示不清晰，C、D. PET/MR前列腺病灶显示清晰。



前列腺癌PSMA PET/CT及PET/MR图像

A、B. PET/CT肝脏病灶显示不清晰，C、D. PET/MR肝脏病灶显示清晰。

超越传统！新型肿瘤显像剂（PSMA、FAPI、DOTATATE……）如何改变命运？

（辛玫）

传统的PET显像剂FDG作为20世纪最引以为傲的“明星分子”，基于肿瘤葡萄糖代谢增强的特点，在癌症的分子影像诊断中长期列于不败之地。但是也有一些肿瘤因“不爱吃糖”而狡猾逃脱，这种情况该怎么办？这可难不倒智慧的核医学人：既然

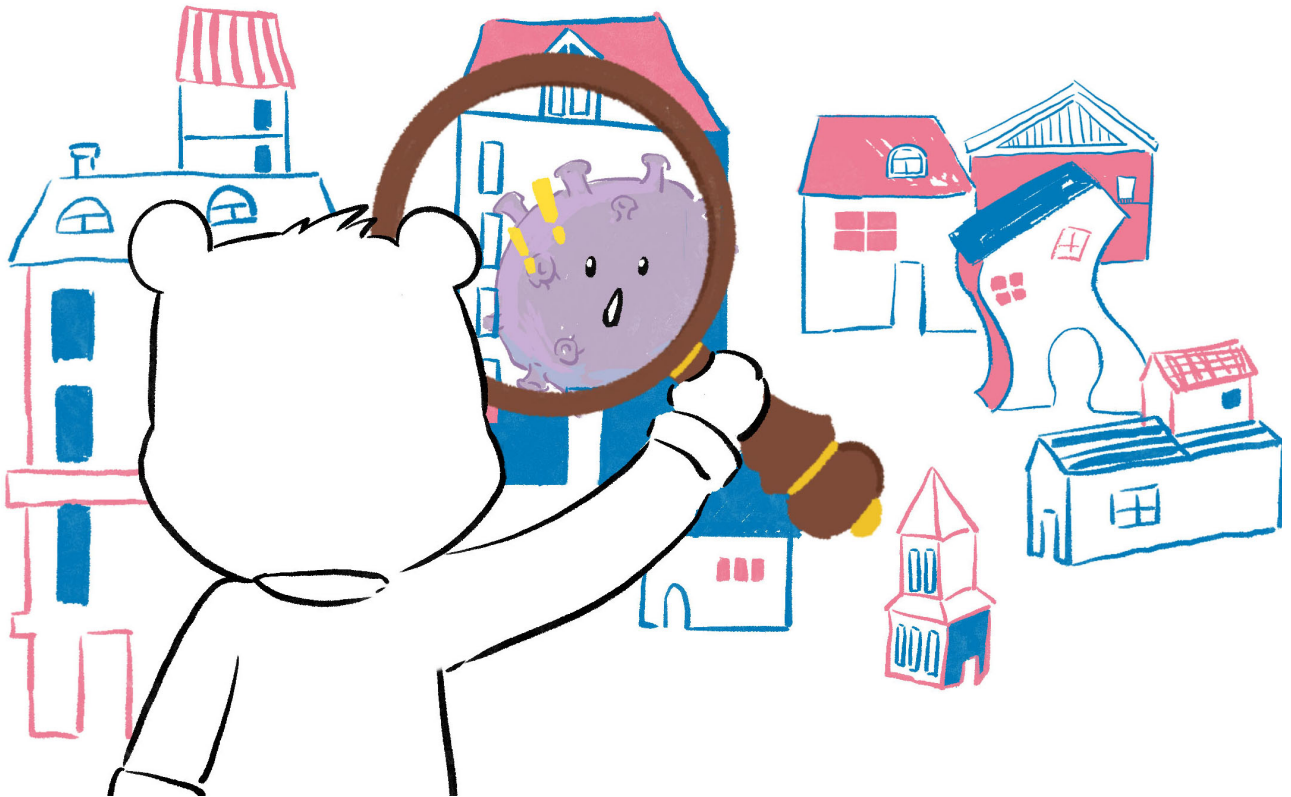
“萝卜青菜、各有所爱”，靶向各类肿瘤的新型分子探针就应运而生，能够精准导航、“看人下菜”。

「PSMA：前列腺癌的“专属GPS”」

前列腺特异性膜抗原（PSMA）特异性表达于前列腺癌细胞，堪称前列腺癌的专属“身份证”。以前，寻找前列腺癌的转移灶如同大海捞针，但现在，打上PSMA标记的显像剂就像给癌细胞装上了GPS定位器，经过PET仪器一扫就能无所遁形。

「FAPI：实体瘤的“万能侦探”」

成纤维细胞活化蛋白抑制剂（FAPI）是个“跨界高手”，专门识别肿瘤周围的“帮凶”——肿瘤相关成纤维细胞。对于传统检查容易漏检的胃印戒细胞癌、恶性肿瘤的腹膜微小转移灶或肠管表面种植病灶，在FAPI PET面前都可谓“小菜一碟”，并且“通杀”十余种实体肿瘤，检出率表现更胜一筹。



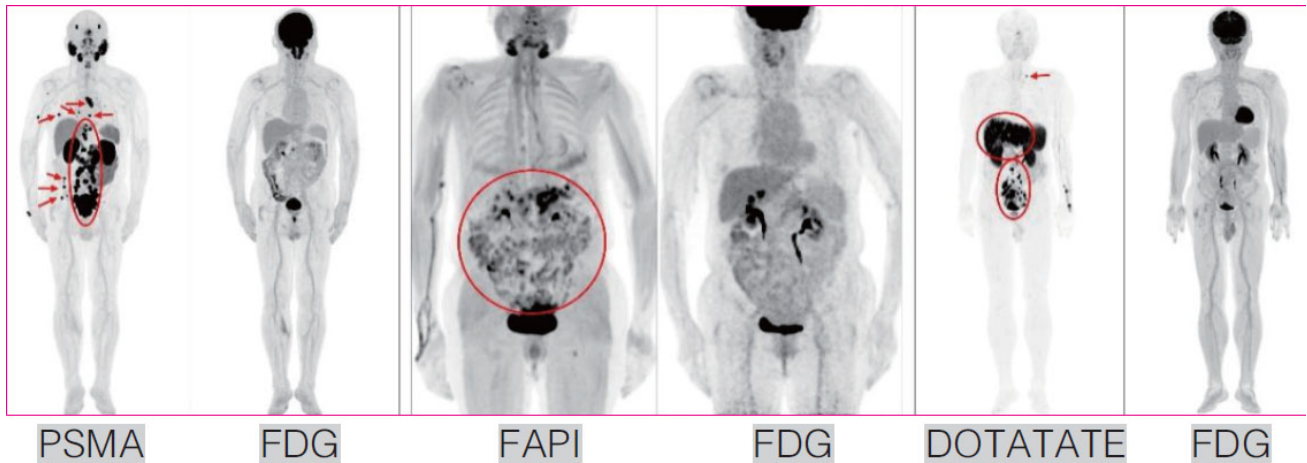
「DOTATATE：神经内分泌肿瘤的“隐形墨水”」

神经内分泌肿瘤常被称为“沉默的杀手”，但生长抑素受体显像剂DOTATATE就像一瓶“隐形墨水”，能靶向性破解肿瘤的高级“伪装”，让这些狡猾的肿瘤能显露原

形。DOTATATE PET显像不仅能为神经内分泌肿瘤患者精准分期，还能发现传统检查容易漏掉的微小转移灶。

「诊疗一体化：未来已来，命运改写」

这些新型显像剂不只是点亮肿瘤的“侦察兵”，经¹⁷⁷Lu标记后还能升级为“精准制导”的“特种兵”。通过“先定位、后打击”的模式，从诊断到治疗，这些小小的显像剂正在颠覆癌症的传统诊疗体系。就像一群“超级英雄”，用科技的力量让癌细胞无所遁形，让患者的治疗更精准、更有效。



三种新型肿瘤显像剂PSMA、FAPI、DOTATATE与FDG PET对比显像图，红色箭头和圈所示为新型显像剂探测出更多的肿瘤病灶。

人工智能（AI）看肿瘤图像，会比医生诊断得更准、更快吗？

（樊卫 魏园）



随着人工智能技术的飞速发展，AI诊断肿瘤的新闻频频登上热搜。但AI看肿瘤图像真的能比医生看得更准、更快吗？

AI通过学习成千上万张已确诊的肿瘤图像，记住了各种肿瘤的特征——大小、形状、密度、边缘等。当遇到新图像时，AI会瞬间将这些特征与记忆库进行比对，快速给出判断。

在速度方面，AI确实有绝对优势。一次PET/CT显像，医生可能需要几十分钟甚至数小时问诊、收集临床资料、阅片并综合分析，而AI只需要几秒钟就能基于图像给出初步结果。

但在准确性方面，对于典型的、清晰的病例，AI确实能达到甚至超过医生的准确率。但是AI并没有真正的临床经验，且无法综合患者症状、病史等信息，对较为少见、复杂的病例或难以鉴别的病例束手无策。

实际上，最理想的模式是AI与医生协作，AI不是要取代医生，而是要成为医生的“超级助手”。最终的诊断与治疗决策仍旧需要医生来把关。它能让医生把更多时

间用在与患者沟通、制订个性化治疗方案上。AI很厉害，但医生的经验、判断力和人文关怀，是AI无法替代的。

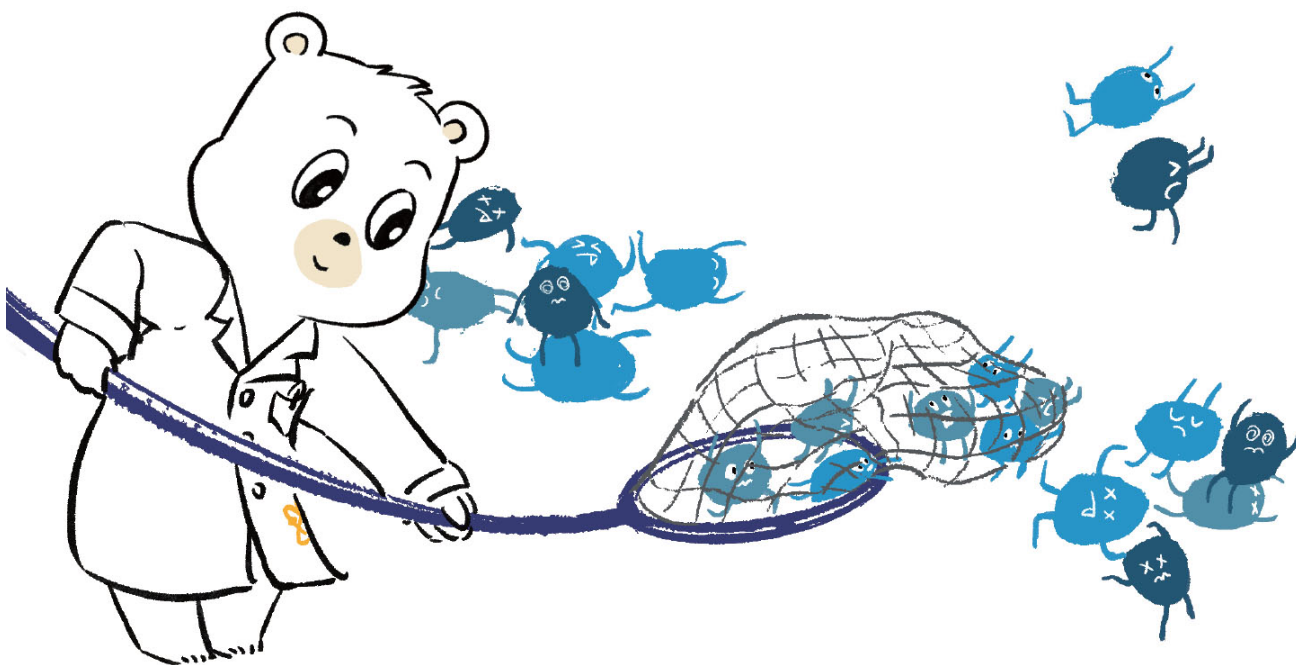
精准穿刺不“盲穿”：核医学显像如何引导活检一针命中？

（王喆）

当身体出现可疑病灶，精准穿刺活检是确诊的关键。然而，传统“盲穿”面临诸多挑战。核医学PET/CT显像技术，如同为活检装上了“高精度导航系统”，实现了从“经验穿刺”到“精准靶向”的飞跃。

「锁定活性区域，避开“坏死陷阱”」

肿瘤内部并非均质，常混杂着坏死组织或炎症区域。传统超声、CT或MRI仅显示形态，若穿刺针误入坏死区，极易导致“假阴性”——取出的组织无法反映真实病情。PET/CT能清晰显示病灶的高代谢区域（即活性肿瘤细胞富集区），引导穿刺针精准刺入“最活跃”的部位，有效避开坏死组织，确保获取的样本具有最高诊断价值。



「纵览全身，优选最安全的活检路径」

PET/CT一次显像即可获得全身信息。当患者存在多发病灶时，它能帮助医生从全身角度“优中选优”——避开紧邻大血管、气管等易造成危险的部位，选择最表浅、

最安全且最具代表性的病灶进行穿刺。这极大降低了手术风险，提升了操作安全性。

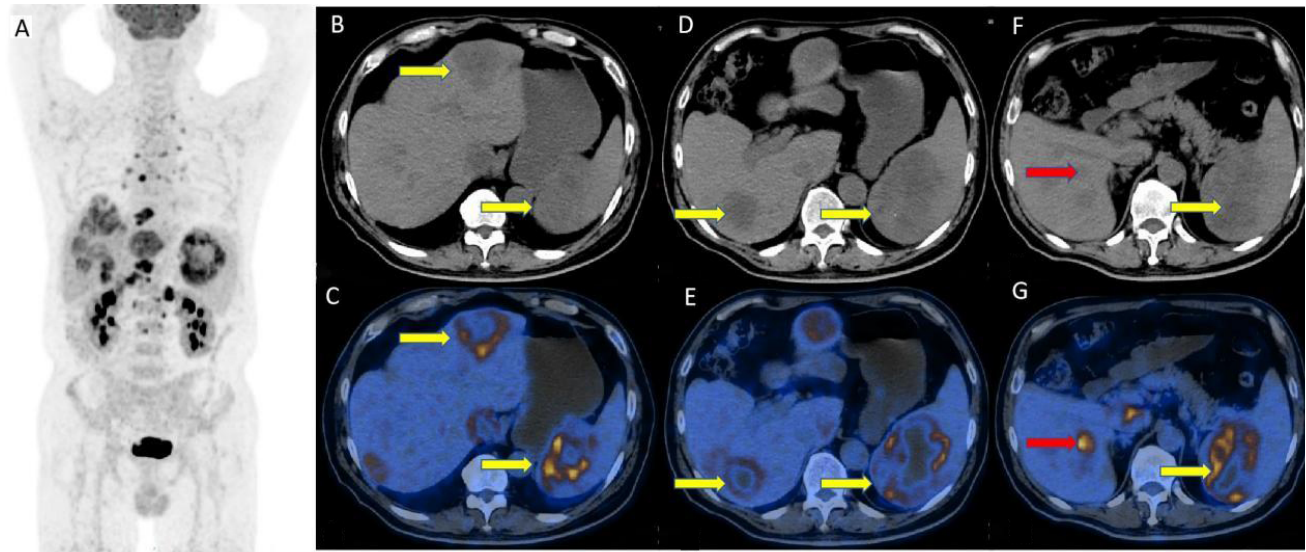
「破解疑难发热，精准定位感染灶」

对于发热待查的疑难患者，感染灶或炎症部位往往隐匿。PET/CT能通过追踪异常增强的代谢，灵敏地发现隐藏在体内的“罪魁祸首”，如深部脓肿或感染，进而引导穿刺引流或活检，实现病因确诊。

「分子探针助力，获取精准的基因信息」

现代核医学已进入分子时代。除常规示踪剂外，靶向癌症相关成纤维细胞（FAPI）、前列腺癌特异性膜抗原（PSMA）等新型分子探针能更特异性地标记特定类型的肿瘤。针对这些高代谢或高表达部位进行活检，能确保获取的肿瘤组织纯度最高，为后续的基因检测和个体化靶向治疗提供最可靠的样本基础。

总之，核医学引导下的精准穿刺，成功将形态与功能结合，将经验与数据融合，真正实现了一针命中，为临床诊断与制订治疗决策提供了坚实保障。



FDG PET/CT显像图

患者腹胀，既往CT检查提示肝、脾多发肿块，曾行超声引导下的穿刺活检，病理为大量坏死组织。完善PET/CT检查，图A为全身最大密度投影（MIP图），图B、D、F（CT图）及图C、E、G（PET/CT融合图）中黄色箭头所示为肝、脾多发环形葡萄糖代谢增高，病灶中心葡萄糖代谢减低/缺损（坏死），于图F、G红箭头处行PET/CT引导下的穿刺活检，病理确诊为肉瘤样癌。

未来已来：核医学肿瘤显像如何迈向更早、更准、更智能？

（马拓）

在国家顶层设计的宏伟蓝图下，核医学正迈向全覆盖与“一县一科”的新纪元。医用同位素技术突破“卡脖子”瓶颈，核医学专业人才如潮水般涌入，在核医学前辈的引领下，勇往直前。核医学诊疗技术以前所未有的速度在发展，成为肿瘤诊疗的“未来之眼”。

核医学在诊疗中发挥关键作用，离不开仪器与放射性药品的“黄金搭档”。探测晶体与探测器设计的创新，两米长轴向视野PET/CT、一体化PET/MR技术的突破，特异性多模态分子探针研发的快速进展，以及人工智能赋能图像重建，都为核医学插上了梦想的翅膀。

肿瘤的早发现、准定位、精治疗是战胜癌症的关键。更早——分子级“雷达”锁定肿瘤萌芽；更准——多模态融合绘制肿瘤“全息地图”；更智能——AI赋能诊疗决策“先知化”。未来已来，核医学肿瘤显像正从“辅助诊断”蜕变为“精准医疗引擎”，为人类开启“早诊早治、个体化抗癌”的新纪元。

