

介入医学是现代精准医学中最具生命力和创新力的前沿学科

吴安乐

宁波大学附属第一医院介入科, 浙江 宁波, 315000

通信作者: 吴安乐, E-mail: fyywuanle@nbu.edu.cn



吴安乐, 医学博士, 主任医师, 2005 年毕业于复旦大学, 获“上海市普通高校优秀博士毕业生”荣誉称号。现为宁波大学硕士研究生导师, 先后被授予国家卫生健康委“医学高层次人才”; 浙江省新世纪“151”人才; 宁波市“4321”人才; 宁波市拔尖人才; 宁波市优秀中青年卫技人才; 宁波市卫健委“优秀共产党员”等诸多荣誉, 现为浙江省科技厅、江苏省科技厅科技评审专家; 浙江省、宁波市医药评审专家库专家。获浙江省医药卫生科技创新奖二等奖和宁波市科学技术奖三等奖各一次, 发表论文 20 余篇(包括 SCI 论文), 参编专著 2 本, 担任副主译 1 本, 擅长影像诊断和介入治疗, 长期从事临床和科研工作, 主攻肿瘤、非肿瘤疾病、血管性病变及危重症救治介入诊疗工作。

学术兼职: 中华医学会放射学分会介入学组肝脏疾病介入专委会委员; 中国医师协会介入医师分会委员; 中国抗癌协会肿瘤介入专业委员会委员; 中国研究型医院学会出血专业委员会常务委员; 中国介入医学产业技术创新联盟理事; 浙江省医学会介入医学分会副主任委员; 浙江省数学会人工智能与影像诊断专业委员会副主任委员; 浙江省抗癌协会肿瘤介入专业委员会常委。

【摘要】 介入医学(IM)是现代医学中最具生命力和创新力的前沿学科, 改变着传统的诊疗方法, 成为现代医学的支柱学科, 在恶性肿瘤、复杂心血管、创伤医学、急危重症医学等多个领域发挥无可替代的作用。介入医学是指在医学影像设备导向下, 根据各个器官及组织的特征及各种疾病病变的病理机制, 利用相应的穿刺针、导丝、导管、球囊、支架、微球、组织胶或其他介入材料及相应药物进行疾病诊断及治疗的学科。介入医学涵盖介入性诊断和介入性治疗, 介入性诊断包含物理、化学、细胞学、组织学、细菌学及其影像诊断; 介入性治疗包含血管内介入与非血管内介入两大类, 为中晚期恶性肿瘤及其并发症, 及脉管系统疾病进行有效治疗的学科总称。介入医学有着辉煌的历史和不断创新发展的成就, 包括新技术新材料的研发应用、介入手术室的不断迭代更新、复合手术室的涌现等等。随着介入医学在血管介入和肿瘤介入方面不断进步, 肿瘤免疫微环境研究深入, 介入联合靶免治疗将为中晚期恶性肿瘤开辟新的方法。介入学科人才培养为后继学科发展注入新鲜血液, 介入医学必将迎来更加辉煌灿烂的未来。

【关键词】 介入医学; 血管介入; 肿瘤介入; 肿瘤免疫微环境; 肝细胞肝癌

【文章编号】 2095-834X(2024)07-03-07

本文著录格式: 吴安乐. 介入医学是现代精准医学中最具生命力和创新力的前沿学科[J]. 当代介入医学电子杂志, 2024, 1(7): 03-08, 21.

经过 70 多年的不断发展, 介入医学(interventional medicine, IM)取得令人瞩目的巨大进步, 成为现代医

学最具生命力和创新力的前沿学科, 改变着传统的诊疗方法, 成为现代医学的支柱学科, 越来越受到推崇和

青睐! 在恶性肿瘤、复杂心血管、创伤医学、急危重症医学等多个领域发挥无可替代的作用。

介入医学,过去曾命名为介入放射学(interventional radiology, IR),追根溯源,就是在放射影像诊断学(diagnostic radiology, DR)基础上发展起来的一门新兴的微创诊疗学,可以说是放射影像诊断学的孪生兄弟^[1]。由于内涵和外延的不断扩张,介入放射学这一名称已经不能适应现代介入医学的快速发展。从事介入医学工作的专家学者不但要具备扎实的放射学知识和理论功底,而且还需要掌握全面的临床医学知识和危重症处置能力,更需要有不断创新的科研学术水平。因此,顾名思义,介入医学是在医学影像设备导向下,根据各个器官及组织的特征及各种疾病病变的病理机制,利用相应的穿刺针、导丝、导管、球囊、支架、微球、组织胶或其他介入材料及相应药物进行疾病诊断及治疗的学科。介入医学涵盖介入性诊断和介入性治疗,介入性诊断包含物理、化学、细胞学、组织学、细菌学及其影像诊断;介入性治疗包含血管内介入与非血管内介入两大类,为中晚期恶性肿瘤及其并发症,及脉管系统疾病进行有效治疗的学科总称^[2]。

1 介入医学的发展里程碑事件

自从 1894 年伦琴(Wilhelm Conrad Roentgen)发现X线^[2],现代医学进入了快车道,而后USG、CT、MR、PET、PET-CT、PET-MR等现代影像设备的不断加入和迭代优化,极大地改变现代医学诊疗模式,疾病诊疗得到质的飞跃。回望过去,介入医学发展离不开前辈先贤们的不断开拓,介入放射学家与外科学家、内科学家、工程技术专家密切配合,取长补短,例如,影像设备的不断迭代优化,碘对比剂的研发和应用如非离子等渗对比剂应用,肝胆特异性对比剂(钆塞酸二钠)临床应用,复合(杂交)手术室建立,机器人及人工智能、介入新器械和靶向免疫药物的不断涌现,为介入医学发展开辟了广阔空间和前景^[3],抚今追昔,历历在目。

1953年,瑞典放射学家Sven-Ivar Seldinger,采用经皮穿刺动脉方法开创了外周动脉造影,替代了传统外科手术切开离断血管的造影方式,这一技术创立了“Seldinger”技术,而后引入导管鞘,改良了“Seldinger”技术,极大地减少了术中及术后出血及感染,真正意义上开创了微创介入时代。“Seldinger”技术被誉为经血管介入和非血管介入的分水岭,是现代医学的一次里程碑事件,具有划时代意义^[4]。

1964年Charles T.Dotter利用“Seldinger”技术和同轴导管套叠扩张法为一位82岁女患者治愈了重症下肢动脉狭窄、缺血,并在《Circulation》杂志上发表了论文,开创了血管介入放射学先河,是第一次用血管扩张

成形术治疗外周血管狭窄的成功先例^[5]。1968年捷克斯洛伐克籍介入学家Joseph Rösch博士受Dotter教授邀请访问美国Dotter介入研究所从事多项科研项目,1年后Rösch博士在一次为动物犬实施经颈静脉肝内胆管造影术时,穿刺针误入门静脉,他敏锐地意识到这是一条有效建立门腔分流术的良好途径,从而开创了颈静脉肝内门腔分流术(transjugular intrahepatic portosystemic shunt, TIPS),为肝硬化门脉高压症患者带来的福音^[6],时至今日,医学技术不断推陈出新,为众多肝硬化失代偿患者等待肝移植期间、慢性门静脉血栓栓塞、布加综合征、肝小静脉闭塞症、肝癌合并门脉癌栓等疑难疾病的治疗提供了良好方法。1971年,Alexander R Margulis为这类治疗起名“Interventional diagnostic radiology”即介入放射学^[7]。1976年,Sidney Wallace在《Cancer》杂志上以“Interventional radiology”为题系统阐述了介入放射学概念^[8],并于1979年在葡萄牙召开的欧洲放射学会第一次介入放射学学术会议上做专题讲座,此命名逐步在国际学术界达成共识。1984年再次以“Infusion-Embolization”^[9]和“Interventional radiology-intraarterial therapy”^[10]两篇论著系统阐述了肿瘤介入的先进性和重要性,为中晚期恶性肿瘤介入治疗进行了理论探索,尤其是肝癌、肺癌等恶性肿瘤的介入治疗迎来了曙光。

1967年,放射学家Judkins MP设计了心脏专用导管“Judkins catheters”,开创了心脏介入放射学新领域。1978年内科科学家Andreas Gruentzig发明了球囊导管,率先开展了冠状动脉球囊导管扩张成形术,为心脏和外周血管狭窄治疗开辟了良好方法。外周血管专家Thomas J Fogarty博士创新性地发明了Fogarty取栓导管,为外周血管栓塞探索新途径,直至现在仍然得到广泛应用。而后阿根廷血管专家Juan C Parodi开发了主动脉覆膜支架,开创了主动脉腔内隔绝术。意大利神经外科专家Guido Guglielmi发明了电解脱微弹簧圈治疗脑动脉瘤,为神经介入深入发展提供了手段^[11]。

无独有偶,在血管介入发展不断进步的同时,上世纪50年代非血管介入领域也得到了不断拓展和提升。1955年Goodwin和他的同事一道开始经皮肾造瘘术的临床应用,经皮胆道引流术、经皮脓肿引流术、经皮活检术等非血管途径介入方法相继得到了有益尝试。随着超声、CT、MR等设备不断迭代更新,一些非血管途径的专业介入手术室相继建立,为肿瘤消融、脓肿引流、组织活检等诊疗措施提供了良好手段^[12,13]。

2 介入手术室的不断迭代、升级和复合手术室创建为介入快速发展添砖加瓦

介入医学的发展与影像设备的不断发展密不可

分,这些介入专家和学者克服辐射损伤,披荆斩棘,从过去的胃肠造影机,数字胃肠机、可移动C臂机到大型数字减影血管机(DSA)、大孔径开放式MR的临床应用,形成了一些适合非血管途径及经血管途径介入治疗的典型手术室,包括CT或MR介入手术室、超声介入室、MR引导下超声聚能(HIFU)手术室、常规大C臂DSA介入手术室等等,为开展恶性肿瘤活检、射频、微波、冷冻、激光等消融术、淋巴管造影、脓肿引流、疼痛神经阻滞,纳米刀(不可逆电穿孔),经导管恶性肿瘤化疗栓塞(TACE)、出血栓塞、血管及神经介入等诊疗工作提供良好平台。早在2008年中国科学院滕皋军院士^[14]就报道了我国大型C臂介入手术室装机量达到1 000~1 500台,随着介入技术向县区级医院辐射和普及,应该会有更多的常规介入手术室应运而生。现在,新一代复合手术室已经成为了时代的宠儿,展示并突显优越性能和巨大优势。

复合手术室,又称为杂交手术室,是介入医师和心血管外科、骨科、胸外科、妇产科、呼吸与重症医学科、消化科、神经内外科、麻醉科、影像科等等众多专家一起为疑难重症患者联合救治的场所,设备包括大型C臂DSA、CT或MRI、超声等,甚至添置内镜系统、手术麻醉系统、体外循环(extracorporeal circulation, ECC)系统、体外膜肺氧合技术(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)、达芬奇机器人等,更有图像存档与传输系统(picture archiving and communication system, PACS)、图像融合、人工智能、医院信息系统(hospital information system, HIS)等软件支持。为一些重症复合创伤、危重孕产妇、疑难大血管如腹主动脉瘤修补、联合手术、移植术后等患者提供强有力治疗方法,术中可以有效实施ECMO支持、复苏性主动脉球囊阻断术(resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta, REBOA)或球囊阻断、快速介入止血,外科切开或腔镜联合手术,甚至实施体外循环支持等。减少病人检查等待时间,把原本需要分别在不同手术室、分次分期完成的重大疑难手术,合并在一个手术室里一次性完成。打破学科壁垒,减少术中失血,严格控制感染,借助全新的复合式手术设施,以病人为中心,多学科联合,将内外科治疗的优点有机结合起来。当然,复合手术室也可作为独立、纯粹的普通介入手术室使用,开展常规经血管或非血管介入诊疗,发挥其应有的效率和功能^[15-21]。

在人工智能时代,介入复合手术室专业化、数字化、集成化、模块化、系统性的提升将彻底改变传统诊治模式,减少转运,减低手术风险和术后并发症,提高危重患者救治能力和水平^[22]。

3 介入医学发展日新月异,血管介入和肿瘤介入成为主流,提高了临床疗效和生存质量

3.1 介入材料不断创新发展 介入新材料层出不穷,为疑难杂症的救治提供了良好手段,如栓塞微球的不断更新,出现了空白微球、载药微球、放射微球等新材料,为肝癌、肺癌、转移性肿瘤、恶性肿瘤术前栓塞以及脏器功能灭活如脾功能亢进、子宫肌瘤、子宫腺肌症、骨关节炎、前列腺增生症等疾病治疗提供新手段。外科胶或组织胶,是一类以NBCA胶为基础的止血材料,联合微弹簧圈、可控微弹簧圈、血管塞(Plug)等栓塞材料^[23-28],能有效为创伤出血、医源性出血、难治性咯血、产后大出血、门脉高压曲张血管破裂出血、肿瘤破裂出血、静脉曲张硬化、痔疮出血的治疗提供有效手段,开辟了新方法,真正做到安全、有效、微创的目的,达到传统内、外科无法替代的治疗效果。近年了临床实践证明,中晚期肝癌介入栓塞术,疗效确切,可以成功降期、转化,联合外科切除将能有效控制肝癌进展,甚至得到根治^[29-31]。

3.2 脉管介入更需要影像导引和学科合作,做到精准、有效 外周血管病十分常见,每年全球约2亿人次因动脉粥样硬化闭塞,导致间歇性跛行,肢端缺血坏死等。糖尿病、高脂血症、高血压、吸烟、高龄、精神因素等是主要病因,临床上以控烟、低脂饮食、控制血糖、降低血压为常规手段,另外给予他汀类药物、抗血小板聚集及抗凝治疗等措施,定期复查血管超声及CTA等,可以延缓疾病进展,并有效预防急性肢体缺血,但是临床仍然有大量急性血管闭塞、缺血事件发生。经过多年的临床探索和实践,随着新材料、新技术的不断涌现,为脉管疾病包括动脉、静脉、动静脉畸形、动脉瘤等疾病的介入治疗提供了新手段。

对于主动脉瘤及夹层、胸腹主动脉瘤、以及是否累及主要内脏分支血管等情况需要术前得到精准判断和评估,为重建血管做好准备,以便多学科合作,或采用杂交手术方法。一些疑难病例可以预先搭桥改善远侧重要脏器血流,或者术中采用烟囱(Chimney)或Snorkel)技术、潜望镜(Periscope)技术、开窗(Fenestration)技术等重建分支功能血管,然后采用覆膜支架修复病变主动脉,对于一些术后并发症如内漏可以在C臂CT导引下穿刺内漏囊腔填塞封闭。

对于肾动脉、颈动脉、锁骨下动脉、髂动脉、肠系膜动脉夹层及外周血管等中等血管闭塞病变患者,可以在全身肝素化前提下,采用支架植入方法解决。新一代冷冻球囊、切割球囊、药物涂层球囊及约束性球囊、覆膜支架、药物洗脱支架等新材料的应用,提高了长期通畅率,减少内膜增生及再狭窄发生率。对于医源性或外伤性假性动脉瘤,可以采用覆膜支架技术或

外科手术联合解决。

对于一些慢性粥样硬化闭塞基础并发急性血栓栓塞,或房颤、高凝状态导致的重要脏器栓塞,可以切开取栓,或抽栓联合抗凝治疗处置。

对于静脉性血栓栓塞,如下肢静脉血栓、肺栓塞等可以在腔静脉滤器保护下,通过血栓粉碎术联合抗凝、溶栓等多种手段联合治疗。TIPS 术联合溶栓抗凝等措施对于急性慢性门静脉血栓是好方法,甚至也是门静脉海绵样变患者的良好途径。近来,直接性肝外门腔分流术和区域性门脉高压(左侧门脉高压症)已经成功应用于肝外门静脉海绵样变及脾静脉栓塞患者的救治。

对于医源性淋巴管破裂、淋巴漏导致难治性胸腹水或乳糜性胸腹水患者,可以通过淋巴途径介入栓塞治疗。

对于一些先天性脉管畸形患者,可以通过动静脉途径联合栓塞及分次分步硬化治疗,是一条切实可行的有效途径。

虽然,主动脉及外周血管介入治疗已经取得长足进步,但是还是需要个体化和多学科联合诊治,以减少并发症的发生^[32-41]。

3.3 肿瘤免疫微环境的认识加深让肿瘤介入前景光明,未来可期 1977 年 Yamada 等^[42]首先报道了经导管肝动脉化疗性栓塞术(transarterial chemoembolization, TACE)治疗肝细胞肝癌,拉开介入肿瘤学的帷幕,而后不断发展的介入肿瘤学,材料和药物方面取得迅速发展,颗粒性栓塞材料和微球类栓塞材料开始大量应用,并成功开发了载药微球的临床应用,更提高了肝癌等实体瘤的临床疗效。目前,肿瘤介入治疗已经成功应用于肺癌、肝转移瘤、肾癌等治疗。国内颜志平教授等^[43]成功将放射性粒子联合 TACE 治疗肝癌合并门静脉癌栓患者,独辟蹊径,开创了 TACE 联合放射性粒子近程照射治疗晚期肝癌的临床应用。近年来肝癌放射性微球栓塞成功应用于肝癌治疗,达到降期并转化目的,展示出巨大的前景。这些研究和新方法为肝癌、肺癌等中晚期肿瘤介入治疗提供了有效手段,彻底改变过去单一化疗或放疗的诊治模式,已经成为外科手术无法切除中晚期实体瘤的替代治疗方案或主要方法。TACE 基础上联合消融治疗包括射频、微波、冷冻、激光等以及 HIFU 刀、纳米刀(不可逆电穿孔)、放射性粒子组织间植入等方法可以显著提高肿瘤介入临床疗效、改善生存质量及延长生存期^[44-46]。

随着近些年对肿瘤免疫微环境和肿瘤细胞间作用机制认识的不断深入,肿瘤内存在抑制性免疫微环境,导致恶性肿瘤对化疗、放疗及其他诊疗方法耐药及无效,免疫逃逸可以被许多原因所激活触发。大量研究表明肿瘤免疫微环境是由肿瘤细胞、免疫细胞、

信号传导分子、细胞因子等组成的一个复杂网络。通过去除免疫微环境中的免疫抑制因子,可以恢复抗肿瘤效果进而发挥治疗效果。通过长期研究证实,抑制性微环境包涵肿瘤细胞、树突状细胞抗原递呈功能丧失、抑制性细胞聚集、被激活的信号传导通路和肿瘤细胞代谢异常等因素。而免疫抑制细胞包括调节性 T 细胞(regulatory T cells, Tregs)、肿瘤相关成纤维细胞(cancer associated fibroblasts, CAFs)、肿瘤相关巨噬细胞(tumor-associated macrophages, TAMs)和骨髓源性抑制性细胞(myeloid-derived suppressor cells, MDSCs)等,这些细胞抑制免疫反应细胞增生、杀伤肿瘤细胞活性,导致肿瘤不断增殖和转移。反之,如果能靶向治疗免疫微环境中的抑制性细胞,就能有效恢复抗肿瘤免疫活性,提高肿瘤治疗效果。

研究表明,肿瘤免疫微环境中 Tregs 集聚, Tregs 过度表达免疫抑制分子(TIGIT, CTLA4)和分泌细胞因子(IL-10, IL-35, TGF- β),阻止效应性 T 淋巴细胞增生和激活。肿瘤免疫微环境中 Tregs 细胞比例越高,临床疗效越差。CAF 释放趋化因子和细胞因子,与肿瘤细胞相互作用形成化学性免疫屏障,最后形成抑制性免疫微环境,促进肿瘤进展,同时它间接重塑细胞外基质,从而抑制性调节免疫应答。选择性靶向作用于肿瘤相关成纤维细胞将有助于控制肿瘤进展。在肿瘤微环境中,巨噬细胞发生功能和表型改变,形成肿瘤相关巨噬细胞,它们抑制 T/NK 细胞攻击肿瘤细胞的活性。在肿瘤免疫微环境中, TAMs 存在互相转换的两种类型细胞即 M1 和 M2 型, M1 型巨噬细胞抑制血管生成和激活抗肿瘤免疫,而 M2 型巨噬细胞无促进 T 细胞免疫反应能力,并且会促进肿瘤增生。M2 型巨噬细胞通过提高精氨酸代谢直接抑制 CD8⁺ T 细胞增生。骨髓源性抑制性细胞可以有效抑制免疫反应,诱导 Tregs 细胞形成,促进成纤维细胞向 CAFs 转化,通过产生 ROS、NO、TGF- β 、ARG1、IL-10、IDO、COX2 及其他物质以显著抑制免疫特异性 T 细胞调节免疫应答,抑制杀伤性免疫细胞增生和活性。因此,肿瘤免疫微环境是由不同免疫和无免疫功能细胞、细胞外基质、乏氧状态、酸环境、抑制性细胞族群、各种趋化因子和免疫因子组成,有利于肿瘤的增生和侵袭。另外,研究证实肿瘤细胞内源性信号传导通路激活,逃避 T 细胞免疫监视,这些通路包括 JAK/STAT、Wnt/ β -catenin、MAPK 通路等级联性通路,阻断这些通路将是控制肿瘤有效策略,也是靶向治疗的理论基础。

总之,抑制性免疫微环境促进肿瘤增生、侵袭和转移,加快肿瘤细胞干细胞化,加快肿瘤血管生成,介导肿瘤迁徙,抑制肿瘤免疫应答,诱导肿瘤耐药等,形成免疫屏障。随着靶向免疫、纳米材料等治疗方法的成功应用,在局部抗肿瘤治疗的同时,联合靶向、免疫

治疗方法,将缺乏 CD8⁺ T 浸润的“冷肿瘤”转变成富含 CD8⁺ T 浸润的“热肿瘤”,将有助于提高肿瘤治疗应答和疗效,使得肝癌、肺癌、肾癌及其他恶性肿瘤的治疗前景更加光明,未来可期^[47-49]。

4 注重继续教育培训,为介入医学事业发展培养后备人才

我国介入放射先驱林贵、刘子江教授开创了我国介入医学事业,1979 林贵教授于上海中山医院开展肝癌介入,他的《选择性血管造影诊断原发性肝癌》一文,标志着我国介入放射学起步。1981 年卫生部授权刘子江教授主办介入放射学习班,1990 年在中国科学院刘玉清院士倡导下,卫生部颁布卫医司发 9027 号文(1990 年 4 月 25 日):《关于把一部分有条件开展介入放射学的放射科改为临床科室的通知》,而后 1997 年国家科学技术委员会、卫生部与国家医药管理局推荐,专门为介入放射学补设了“九五”攻关项目,同时卫生部有关部门发文《凡是没有开展介入放射工作的医院不得被评为“三甲”》等通知,这些文件和政策极大地促进了介入学科的发展。经过几代人星火相传,介入治疗已经成为继内科治疗和外科治疗之后的第三大临床治疗手段,逐步发展成为综合介入、神经介入、血管介入等多个方向,形成一支专业化、训练有素的队伍。介入技术人才培养被列入国家“十四五”国家临床专科能力建设规划,作为一门不断发展和完善的新兴学科,专业化、规范化是介入医学发展的必经之路。介入医师的培养需要形成系统化、规范化地融入国家医学生和规培生培养体系,同时学习国外专科医师培养模式,参与国际交流与合作,做好临床教学和科研实践,使介入医师不但具备影像学相关知识,更有临床医学所需的各项技能和水平,更富于医患沟通和纠纷处置能力,内化于心,外化于行,成为临床工作中的行家里手^[50-55]。

总之,21 世纪医学是介入医学时代,我们应该抓住契机,迎接挑战,踌躇满志做好各项介入诊疗工作。坚持以病人为中心,超越自我;坚持多学科合作,合作共赢,希冀介入学科建设取得更大进步,共襄盛举!

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] Thomson KR. Interventional radiology[J]. Lancet, 1997, 350(9074): 354-358.
[2] Brady AP, Uberoi R, Lee MJ, et al. Leadership in interventional radiology—fostering a culture of excellence [J]. Can Assoc Radiol J, 2023, 74(1): 185-191.

[3] Glasser OWC. Roentgen and the discovery of the Roentgen rays[J]. AJR Am J Roentgenol, 1995, 165(5): 1033-1040.
[4] Weiss CR, Hafezi-Nejad N. Interventional radiology: past, present, and future[J]. Radiology, 2023, 308(1): e230809.
[5] Rösch J, Keller FS, Kaufman JA. The birth, early years, and future of interventional radiology[J]. Vasc Interv Radiol, 2003, 14(7): 841-853.
[6] Dotter CT, Judkins MP. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction description of a new technic and a preliminary report of its application[J]. Circulation, 1964, 30: 654-670.
[7] Ferral H, Lopez-Benitez R. The history of the transjugular intrahepatic portosystemic shunt[J]. Semin Intervent Radiol, 2023, 40(1): 19-20.
[8] Margulis AR. Recent advances in clinical diagnostic radiology-4-interventional diagnostic roentgenology [J]. Adv Surg, 1971, 5: 88-102.
[9] Wallace S. Interventional radiology[J]. Cancer, 1976, 37(1): 517-531.
[10] Wallace S, Charnsangavej C, Carrasco CH, et al. Infusion-embolization[J]. Cancer, 1984, 54(11): 2751-2765.
[11] Wallace S. Interventional radiology-intra-arterial therapy[J]. J Radiol, 1984, 65(6-7): 499-508.
[12] Baum RA, Baum S. Interventional radiology: a half century of innovation[J]. Radiology, 2014, 273(2): S75-S91.
[13] Maingard J, Kok HK, Ranatunga D, et al. The future of interventional and neurointerventional radiology: learning lessons from the past[J]. Br J Radiol, 2017, 90(1080): 20170473.
[14] Teng GJ, Xu K, Ni CF. Interventional radiology in China [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2008, 31(2): 233-237.
[15] Nishi R, Nakahara S, Miyake Y, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in a hybrid resuscitation room[J]. Am J Emerg Med, 2020, 38(12): 2748-2749.
[16] White A, Fan E. What is ECMO?[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016, 193(6): 9-10.
[17] Jansen JO, Hudson J, Cochran C, et al. Emergency department resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in trauma patients with exsanguinating hemorrhage: the UK-REBOA randomized clinical trial. [J] JAMA, 2023, 330(19): 1862-1871.
[18] Zaman T, Williams AB, Singh T, et al. The difficulties and solutions in operationalising a hybrid operating room [J]. J Int Med Res. 2024, 52(9): 3000605241270700.

- [19] Kwak DH, Ahmed O, Habib H, et al. Hybrid CT-angiography (Angio-CT) for combined CT and fluoroscopic procedures in interventional radiology enhances utilization[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2022, 47(8): 2704–2711.
- [20] Haga Y, Chida K, Sota M, et al. Hybrid operating room system for the treatment of thoracic and abdominal aortic aneurysms: evaluation of the radiation dose received by patients[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2020, 10(10): 846.
- [21] Pilz da Cunha G, van Delden OM, Kazemier G, et al. Hybrid operating room applications for precision hepatobiliary surgery: a narrative review[J]. *J Surg Oncol*, 2024, 129(7):1265–1273.
- [22] Gaddum O, Chapiro J. An Interventional radiologist’s primer of critical appraisal of artificial intelligence research[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2024, 35(1): 7–14.
- [23] Keefe N, Shull T, Botea L, et al. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent: the debate of leave nothing behind[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2023, 40(2): 161–166.
- [24] Ghosh A, Xiao N, Gordon AC, et al. Embolic agents:vascular plugs[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2022, 39(5): 526–532.
- [25] Piacentino F, Fontana F, Curti M, et al. Non-adhesive liquid embolic agents in extra-cranial district: state of the art and review of the literature[J]. *Clin Med*, 2021, 10(21): 4841.
- [26] Xiao N, Lewandowski RJ. Interventional management of head and neck tumors[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2022, 39(1): 113–118.
- [27] Velagapudi C, Madassery S. Drug-eluting stents[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2022, 39(4): 400–405.
- [28] Lim C, Lee S, Ghosh A, et al. Embolic agents: sclerotherapy [J]. *Semin Intervent Radiol*, 2024, 41(1): 79–83.
- [29] Khilwani H, Stettner S, Sonnabend K, et al. Treatment of hepatocellular carcinoma with combined transarterial chemoembolization and systemic therapy[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2024, 41(3): 309–316.
- [30] Altun I, Demirlenk YM, Atar D, et al. Advances and challenges in interventional immuno-oncology locoregional therapies[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2024, 35(2): 164–172.
- [31] Brown ZJ, Tsilimigras DI, Ruff SM, et al. Management of hepatocellular carcinoma: a review[J]. *JAMA Surg*, 2023, 158(4): 410–420.
- [32] Aghayev A, Gupta S, Steigner M. Computed tomography angiography after transcatheter and surgical aortic interventions[J]. *Radiol Clin North Am*, 2024, 62(3): 527–542.
- [33] Czerny M, Gross-Fengels, Harloff A, et al. Guideline for the treatment of acute and chronic diseases of the thoracic aorta: Aortic arc[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2023, 71: 239–242.
- [34] Erdemutu E, Duan Wang, Ming Ma, et al. Safety and efficacy of stent-graft in the treatment of aortoiliac artery occlusive disease: a multicenter study of short-term and medium-term outcomes[J]. *Ann Vasc Surg*, 2024, 103: 31–37.
- [35] Andres Schanzer, Oderich GS. Management of abdominal aortic aneurysms[J]. *N Engl J Med*, 2021, 385(18): 1690–1698.
- [36] Koethe Y, Powell A. Alternative access for peripheral arterial disease: a complete review with updates in clinical and technical approaches[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2022, 25(3): 100844.
- [37] Korosoglou G, Schmidt A, Lichtenberg M, et al. Best crossing of peripheral chronic total occlusions[J]. *Vasa*, 2023, 52(3): 147–159.
- [38] Xhepa G, Vanzulli A, Sciacqu LV, et al. Advancements in treatment strategies for chronic mesenteric ischemia: a comprehensive review[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(22): 7112.
- [39] Hilscher MB, Wysokinski WE, Andrews JC, et al. Portal vein thrombosis in the setting of cirrhosis: evaluation and management strategies[J]. *Gastroenterology*, 2024, 167(4): 664–672.
- [40] Rajesh S, Singh S, Philips CA. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt in chronic portal vein thrombosis—from routine recommendations to demanding scenarios [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2022, 12(12): 3100.
- [41] Michael H Huang, Elana T Benishay, Kush R Desai. Endovascular management of acute iliofemoral deep vein thrombosis[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2022, 39(5): 459–463.
- [42] Yamada R, Nakatsuka H, Nakamura K, et al. Super-selective arterial embolization in unresectable hepatomas (author’s transl)[J]. *Nihon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi*, 1979, 39(5): 540–543.
- [43] Yang QH, Zhang W, iu QX, et al. TACE combined with implantation of irradiation stent versus tace combine with bare stent for hcc complicated by IVCTT[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016, 39(9): 1280–1288.
- [44] Hatzidakis A, Müller L, Krokidis M, et al. Local and regional therapies for hepatocellular carcinoma and future combinations[J]. *Cancers (Basel)*, 2022, 14(10): 2469.

等方式,引导患者建立良好的服药习惯,从而提升患者的用药依从性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Yin S, Ou Y, Ting E. Impacts of omaha system-based continuing care on the medication compliance, quality of life, and prognosis of coronary heart disease patients after PCI[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2022, 37(4): 472-480.
- [2] 马丽媛,王增武,樊静,等.《中国心血管健康与疾病报告 2021》要点解读[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(27): 3331-3346.
- [3] Dibben G, Faulkner J, Oldridge N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 11(11): CD001800.
- [4] 李丹丹. 影响冠心病患者服药依从性的相关因素及其干预措施分析[J]. *四川解剖学杂志*, 2020, 28(3): 135-136.
- [5] Yan J, You LM, Yang QH, et al. Translation and validation of a Chinese version of the 8-item Morisky medication adherence scale in myocardial infarction patients[J]. *J Eval Clin Pract*, 2014, 20(4): 311-317.
- [6] 刘国仗,吴宁,胡大一,等. 心血管药物临床试验评价方法的建议[J]. *中华心血管病杂志*, 1998, (6):5-13.
- [7] Ni Z, Wu B, Yang Q, et al. An mHealth intervention to improve medication adherence and health outcomes among patients with coronary heart disease: randomized controlled trial[J]. *J Med Internet Res*, 2022, 24(3): e27202.
- [8] 郭爱珍,金花,葛许华,等. 社区高血压合并冠心病患者服药依从性影响因素分析[J]. *江苏医药*, 2023, 49(1): 41-45.
- [9] Almarwani AM, Almarwani BM. Factors predicting medication adherence among coronary artery disease patients in Saudi Arabia: a descriptive study[J]. *Saudi Med J*, 2023, 44(9): 904-911.
- [10] Yu M, Wang L, Guan L, et al. Knowledge, attitudes, and barriers related to medication adherence of older patients with coronary heart disease in China[J]. *Geriatr Nurs*, 2022, 43: 235-241.
- [11] 李敏,郝平,归方,等. 冠心病患者 PCI 术后药物治疗依从性降低的危险因素[J]. *心血管康复医学杂志*, 2022, 31(5): 566-570.
- [12] 严慧. 冠心病介入治疗术后患者服药依从性的影响因素及预防措施[J]. *中国处方药*, 2023, 21(6): 168-170.
- [13] 郭雅楠,杨柳,崔慢飞. 老年冠心病患者 PCI 术后限钠饮食管理现状及其影响因素分析[J]. *中国社会医学杂志*, 2023, 40(4): 450-455.
- [14] 左宇巍. 社会支持与家庭功能对冠心病患者生存质量的影响分析[J]. *中国医药指南*, 2021, 19(21): 69-70,83.
- [15] Hong J, Tiu YC, Leung PYB, et al. Interventions that improve adherence to antihypertensive medications in coronary heart disease patients: a systematic review[J]. *Postgrad Med J*, 2022, 98(1157): 219-227.

(本文编辑:马萌萌,许守超)

(上接第 8 页)

- [45] Dadrass F, Acreeb P, Kim E. Chemoembolization plus ablation:current status[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2024, 40(6): 505-510.
- [46] Posa A, Contegiacomo A, Ponziani FR, et al. Interventional oncology and immuno-oncology: current challenges and future trends[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(8): 7344.
- [47] Xue R, Zhang Q, Cao Q, et al. Liver tumour immune microenvironment subtypes and neutrophil heterogeneity[J]. *Nature*, 2022, 612(7938): 141-147.
- [48] Mempel TR, Lill JK, Altenburger LM. How chemokines organize the tumour microenvironment[J]. *Nat Rev Cancer*, 2024, 24(1): 28-50.
- [49] Khosravi GR, Mostafavi S, Bastan S, et al. Immunologic tumor microenvironment modulators for turning cold tumors hot[J]. *Cancer Commun (Lond)*, 2024, 44(5): 521-553.
- [50] 滕皋军,秦永林. 复合介入手术:介入与腔内血管治疗的发展趋势[J]. *中华医学杂志*, 2012, 92(21): 1441-1442.
- [51] 唐振良,贾爱芹,李莹芸,等. 介入放射学简史[J]. *中华医史杂志*, 2014, 44(3): 158-165.
- [52] 于洋,李肖. 浅议介入学科建设的现在和未来[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(23): 1761-1764.
- [53] 中国医院协会介入医学中心分会.《中国介入医学白皮书》2019 版[J]. *中华介入放射学电子杂志*, 2020, 8(1): 6-10.
- [54] 朱海云,程永德. 介入放射学抑或介入医学[J]. *介入放射学杂志*, 2017, 26(7): 577-578.
- [55] 何梓君,孔健. 人工智能在介入放射学中的运用前景及挑战[J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32(12): 1251-1254.

(本文编辑:马萌萌,许守超)