DOI：10.12287/j.issn.2096-8965.20220105

·综　述·

我国智慧医疗发展概况

夏天#，顾伦#，李兆申*，柏愚*

（海军军医大学长海医院 国家消化系统疾病临床医学研究中心，上海 200433）

【摘要】目前，随着信息化技术的不断发展，居民的生活方式、生活质量有了进一步的提高，对医疗卫生领域的多方需求也不断增长，“智慧医疗”恰好可以满足人们日益增长的医疗卫生服务的需求。本文围绕智慧医疗的定义，智慧医疗的发展领域，智慧医疗的作用，智慧医疗的安全性以及对智慧医疗的展望，简要概述智慧医疗的发展概况。

【关键词】智慧医疗；发展；概况

中图分类号：TP391, R-1　　文献标识码：A　　文章编号：2096-8965（2022）01-0038-08

Overview of the development of smart healthcare in China

Xia Tian#, Gu Lun#, Li Zhaoshen*, Bai Yu*

(Changhai Hospital, Naval Medical University; National Clinical Research Center For Digestive Disease, Shanghai 200433, China)

【**Abstract**】With the continuous development of information technology, people's lifestyle and the quality of life have further improved, people's demand for medical and health is also increasing, "smart healthcare" happens to meet people's growing demand of medical and health services. This article briefly overviews of the development of smart healthcare, surrounded by the definition of smart healthcare, the development of smart healthcare, the role of smart healthcare, the safety of smart healthcare, and the prospect of smart healthcare.

【**Keywords**】Smart healthcare; Development; Overview

1　智慧医疗的定义

智慧医疗源于国际商业机器有限公司（International Business Machines Corporation，IBM）提出的“智慧地球”（Smart Planet）战略概念，包括智慧医疗、智慧城市等在内的六大领域。智慧医疗指的是以智能的方式来满足社会医疗卫生领域多方面的需求，从而保证患者或健康人群能在最合适的时间获得预防性、治疗性的医疗相关服务[1]。原北京协和医院信息中心主任李包罗教授认为[2]，“智慧医疗”是借助信息化技术，当患者或健康人群无论何时需要获得相应的医疗服务时，都应该能够容易、便捷地获取，而且对于每个个体而言，都应得到公平的、高质量的医疗卫生服务。他认为只有达到这样的水平，才可以称为“智慧”的医疗。智慧医疗，目前尚没有完整的、准确的并且被社会公众

收稿日期：2022-02-25；修回日期：2022-03-07

基金项目：国家自然科学基金面上项目（82170567，81873546）；上海市“曙光计划”（19SG30）；海军军医大学第一附属医院“234学科攀峰计划”（2019YXK004）

通讯作者：李兆申（1956-），男，河北宁晋人，中国工程院院士，主要从事消化道早癌、消化内镜技术、胰腺疾病等研究。E-mail: li.zhaoshen@hotmail.com

柏　愚（1980-），男，贵州贵阳人，硕士生导师，主要从事结肠癌、炎症性肠病等研究。 E-mail: baiyu1998@hotmail.com

#为共同第一作者

所普遍接受的定义，大多是从技术角度去理解，由物联网、大数据、云计算、人工智能、传感技术等领域的发展使得人民群众的医疗行为方式和医疗工作者医疗服务手段发生变化，引起医疗数据的处理能力呈数量级增长且呈人工智能化[3]。智慧医疗是数字化信息技术在医疗保健领域的全面应用，主要用于疾病的诊断、治疗、健康监测、预防以及疾病管理等方面[4]。

2 我国智慧医疗发展的历程

早在20世纪90年代，我国互联网开始兴起，基于电脑终端和移动设备终端的患者预约就诊、健康咨询、医药电商等服务行业逐步蓬勃发展[5]。2014年8月21日，原国家卫生和计划生育委员会（现国家卫健委）首次提出了医疗机构通过信息技术手段对患者人群开展远程服务属于远程医疗[5]。近年来，我国高度重视智慧医疗事业的发展，如，《国务院办公厅关于促进互联网+医疗健康发展的意见》[6]《关于推进新冠肺炎疫情防控期间开展“互联网+”医保服务的指导意见》[7]等政策相继出台，可见在信息化技术不断进步的今天，国家越来越重视智慧医疗的建设。智慧医疗是在信息技术的持续发展和智慧城市的不断推动下，人民群众的健康管理与医疗行业信息化、医疗行业智能化相互融合的高级阶段[8]。智慧医疗是在信息化技术的支持下，由传统医疗走向创新的结果。

3 智慧医疗的应用领域

3.1 人工智能

1956年，人工智能的概念被首次提出[9]。近年来，人工智能技术在医疗领域得到了极大的应用，无论是在疾病的诊断还是在医学影像、病理中的应用尤为普遍，为医务人员对疾病的诊断提供了有力的辅助。

3.1.1 人工智能辅助疾病诊断

在传统医疗中，医生需要对患者进行问诊、查体、一系列相关检查以及综合自己的经验后才能得出最终的诊断结果；随着医学诊疗技术的不断更新迭代，在诊断中需要医生参考的数据也越来越多，人工智能的开发与应用可以有效的帮助临床医生对大量的临床数据进行提前分析，并推算患者可能的诊断，综合医生的个人经验，可以快速的对患者进行诊断，有效的提高了医务人员工作效率以及诊断的准确性[10]。目前，深度学习是人工智能最具应用前景的机器学习算法[11]，需要输入海量数据进行深层特征的提取，然后进行自主学习，最终独立分析数据并得出结论，辅助医务人员进行疾病诊断。20世纪80年代，计算机已经能够辅助医生诊断乳腺X线片中的微钙化点和胸片中的肺结节[12, 13]。针对X线的人工智能辅助诊断研究是最早开始的，而针对CT影像的人工智能分析技术则是最成熟的。相关研究表明，利用电脑进行深度学习，对多层CT影像进行筛选和分类，这一辅助诊断技术在一定程度上能为临床医生提供有价值的参考意见[14, 15]。人工智能能够给予医务工作者极大的辅助，提高诊断准确率和诊断效率。

3.1.2 人工智能辅助病理学诊断

不仅是在医疗就诊方面，对于一些内镜下的诊断以及病理学方面的诊断，人工智能都有很大的应用前景。随着现代医学技术水平的不断进步，医疗器械不断更新迭代，医学内窥镜已经成为更加成熟的诊断以及辅助治疗技术，在眼底、口腔、耳鼻喉、消化道、肾脏、腹腔、泌尿道、膀胱和宫颈等部位应用十分广泛。

恶性肿瘤是威胁我国人民群众健康的重大疾病之一，其中食管恶性肿瘤以及胃肠道恶性肿瘤大致占比我国所有恶性肿瘤的40%[16, 17]。消化道内窥镜检查是消化道肿瘤早期诊断以及筛查的核心方法和金标准，进行消化道肿瘤内窥镜的筛查可以早期发现和处理癌前病变，在一定程度上可以大幅度减少消化道恶性肿瘤的发病率与死亡率[18–20]。然而，受内镜医生个人操作的规范性、病变识别的主观能力以及在操作过程中内镜医师视觉疲劳等因素的影响，有一定比例的消化道病变，甚至包括一些进展期的病变和癌前病变都可能被操作医生在操作过程中遗漏，直接影响了内窥镜检查的质量与消化道肿瘤早期筛查的效果[21–27]。随着人工智能技术的突破与不断发展，图像识别技术在辅助内窥镜检查领域取得了革命性的进展。计算机辅助诊断可以被视为内窥镜医师的“第三只眼”[28–31]，从而有效地提高内镜医生诊断的准确性，减少漏诊率[32]。将人工智能辅助阅片技术应用于胶囊内镜阅片工作中，可将阅片速率提高8.6倍，同时将胃部常见疾病和肠道息肉的识别准确率保持在96%以上[33, 34]。

3.2 远程医疗

不仅在疾病诊断方面，智慧医疗在个人健康管

理方面也具有一定优势。对于慢性疾病的患者，慢性疾病的科学化管理，定期与主管医生进行病情方面的沟通，避免严重并发症的发生尤为重要。远程医疗（Telemedicine）是指医务工作者向患者人群提供医疗服务而不受地域的限制，即专业的医疗人员借助信息与通信技术，远距离对患者的病情进行诊断和治疗，提供相应的医疗服务，达到和传统医疗面对面就诊相同的诊疗效果[35]。借助远程医疗技术可以改善患者的生活质量[36]。

3.2.1 远程医疗与健康管理

对于一些慢性疾病的日常管理和急性疾病的突发处理，相比于线下门诊就医，患者通过远程医疗同样能够获得很好的诊疗效率和治疗效果。老年人大多行动不便，或无家属陪护，频繁前往线下医疗机构花费大量时间和精力，并且老年患者进行慢性疾病的治疗跟踪和日常管理十分困难，这极大降低了患者定期就医的积极性以及依从性，少数患者甚至在随访过程中失联，显著增加了疾病进展的风险。一系列研究显示，针对一些常见的老年慢性疾病，譬如糖尿病、慢性阻塞性肺疾病、炎症性肠病等，使用远程医疗对患者进行治疗干预，其治疗效果不劣于甚至优于传统的线下就医模式，且消耗更少的医疗资源和费用[37-40]。宦华敏等[41]开发了一种慢性疾病的管理系统，该系统基于互联网平台、智能手机软件等技术，构建了医院就诊、社区管理的慢性疾病管理体系。远程医疗通过对患者健康状况的实时监测，能够及时发现患者病情的变化，及早调整患者的治疗方案，从而使得患者获益。

而对于一些急性疾病或是突发公共卫生事件，譬如脑卒中、新冠肺炎（Corona Virus Disease 2019，COVID-19）等，患者可以通过远程医疗及时获得正确的处置建议，为疾病的救治争取时间[42, 43]。

3.2.2 远程医疗改善传统就诊模式

在以往传统医疗中，患者需要前往医疗机构进行就诊和治疗，才能获得医疗服务；然而很多三甲医院挂号难、等候时间长等问题，严重影响了患者的诊疗效率以及患者的就诊满意度，一定程度上加剧了医务工作者以及患者之间矛盾的发生。随着智能手机以及相关部门对于移动医疗的支持，自2011年起，以春雨医生、好大夫在线等为代表的拥有远程医疗功能的手机应用程序（Application，App），将医务人员提供医疗服务的平台由线下的医疗机构转变成线上的虚拟诊室[44]，显著提高并改善了患者获取医疗服务的效率和方式。近年来，随着远程医疗的不断发展，各类资本纷纷进入医疗健康领域。阿里推出“未来医院”计划，正式开始其移动医疗战略；百度推出“北京健康云”，与百度云无缝对接；腾讯对医疗健康网站丁香园进行投资，推出“丁香医生”App[45]。

借助远程医疗技术，可以使得身处偏远地区的患者也能够享受到优质的医疗服务、优质的医疗资源，克服了传统医疗就诊模式下前往附近医疗机构所造成的不便[46]。远程医疗涵盖了我国居民的常见病、多发病、慢性病程等，并且由于目前全球疫情的反复，在疫情期间开展远程医疗可以有效地减少在就诊过程中，医务工作者与患者直接面对面接触，有助于降低传染概率[47]。据统计，目前通过远程医疗云和影像云平台，已接入全国3 662家医疗机构，影像存储量达887T 、检查量近1 045万人次、在线诊断量近58万人次[48]。

3.2.3 远程医疗提高基层医疗水平

远程医疗受益的不仅仅是患者群体，医务工作者也可以通过远程医疗进行进一步的医学教育，达到医学资源信息共享，提升自身医疗技术水准。尤其是基层医疗卫生机构的医务人员，包括卫生管理人员可以通过远程医疗接触并了解更多的疑难病例、罕见病例等，并且可以学习更高级别的技术操作、手术等[49]。

4 智慧医疗的作用

4.1 智慧配置医疗资源

智慧医疗同时也包括科学的医疗卫生资源配置，现在的三甲医院大多数都集科研、教学、医疗于一体；每个医院的工作内容同质化严重，随着医疗技术不断更新，医疗设备的不断进步，少数疑难病症需前往特定医疗机构获得更加专业、更加对口的医疗救治以外，大多数医院都能完成常见疾病的医疗诊治。但是由于对顶尖三级甲等医院的崇拜以及对周围二级甲等、三级乙等医院的了解程度不足，大多数常见病、多发病的患者仍涌入三甲医院进行就诊，造成基层医院等医疗资源利用度不够，三甲医院不堪重负，医疗资源不能妥善均衡[50]。智慧医疗则可以通过大数据平台，使得患者能够知晓周围医疗资源配置，引导普通常见疾病患者就近前往医疗机构进行救治，充分利用基层医疗资源，使得有限的医疗卫生资源在不同医院、不同地区和人

群之间得到更合理的配置，为公众提供更加高效、公平、便捷的医疗卫生健康服务[51]。

4.2 智慧共享患者人群就诊信息

智慧医疗在解决目前日益增长的医疗保健、医疗转诊、医疗保障体系等方面发挥着重要的作用。很多患者为了得到更好的诊治措施，在不同医院进行就诊。不同医院优势检查措施各不相同，但是各个医疗单位患者就诊信息难以进行共享，导致了患者在上一级医院的就诊检查信息难以共享至下一级医院，患者往往需要进行很多的重复检查，不仅增加了患者的经济负担，也拖延了患者获得诊疗的时间。而通过智慧医疗，可以安全的将患者就诊的电子医疗记录、检查检验资料、使用治疗药物的相关信息等传送给异地的医疗机构和医护人员，从而避免一些重复的检查，改进了医院的管理模式，提高了医疗资源的使用率，更有效的为广大患者进行服务[4]。

4.3 智慧优化门诊流程管理

门诊是患者在医疗机构中发生医疗行为频率最高的地点，也是目前人民群众整体满意度较低的就医环节，主要体现在患者挂号排队时间长、候诊等待时间久、缴费取药速度慢和就诊过程时间短，这种“三长一短”的患者就诊现状一直是限制医院门诊发展的瓶颈。智慧医疗在门诊的应用主要体现在优化门诊流程管理、优化门诊信息系统等方面[52]。优化门诊流程管理的方法有：（1）改变传统挂号方式，推行预约挂号和自助挂号，目的是为了分散某一时间段挂号就诊的人次，从而减少患者排队挂号的时间；（2）规范医生门诊病历电子化书写、门诊电子处方的统一，自动传送申请单和账单至相应的科室和收费处，提高门诊医生工作效率，简化患者的就医流程；（3）施行门诊就医一卡通，一卡进行挂号、就诊、检查及缴费治疗等医疗行为，同时自动缴扣医保余额，使患者无需到收费窗口排队等候，节省了患者的时间和精力[53]。优化门诊信息系统的方法有：（1）优化信息发布系统，在各候诊区增加健康宣教功能模块，利用门诊公共显示屏公示医疗公共信息和医院宣传信息，为患者了解医院信息和就诊流程创造良好环境；（2）优化自助查询系统，实现院内局域网与医院信息系统（Hospital Information System，HIS）之间的信息共享，使患者能够在门诊自助查询机上查询医院信息、就诊流程、出诊时间、物价信息、费用明细等，提高信息透明度，减少医患之间信息不对称等问题，增加了患者对医院的信任度；（3）优化患者随访平台，建立以短信或微信平台为主要手段的回访方式，为门诊就诊过的患者提供完整、准确、及时的复诊提醒和后续咨询等服务[54]。

5 智慧医疗的安全性与法律监管

智慧医疗是以医疗云数据为核心，以物联网、数据传输交换为技术，将电子化的病历、电子健康档案相结合，一同构建医疗卫生服务的医疗体系[55]。既然是网络数据，就会出现患者人群信息安全等相关问题。无论是在线咨询服务，还是远程医疗服务，患者人群的就诊信息、疾病诊断，甚至是患者的基本信息都有被第三方恶意窃取的可能，一旦发生使用人群隐私泄露等问题，很难追踪根源明确主体责任。当患者浏览网站时，不慎点击网站外部链接广告，患者信息就有可能遭到泄露[56]。根据我国互联网安全企业发布的《2014年中国网站安全报告》显示，被黑客攻击的次数排在各行业网站首位的是医疗卫生行业网站[57]。因此，智慧医疗的发展离不开国家加快健康信息保护的法律法规建设。不仅是信息安全，使用智慧医疗的患者群体在接受医疗服务的过程当中，一旦出现了侵权损害，或者相关医疗事故时，就会面临服务主体不明确，医疗执业机构与相关网络平台责任划分不清晰等困境[58]。因此智慧医疗相关立法工作应与时俱进，不断更新修订。只有保障患者就医安全、个人隐私安全，维护医疗机构、医务人员的合法权益以及第三方平台提供者等各方收益，才能真正促进我国智慧医疗的长远发展[59]。

6 智慧医疗在特殊领域的发展趋势

以往在基层部队单位，因驻地医疗条件、医疗设备、医疗水平有限，官兵的寻医问药存在一定难度，一些疑难病症无法得到有效的诊疗[60]。随着科技的不断进步以及医疗设备、通信技术的不断升级，智慧医疗逐步在基层部队中广泛运用。近年来随着自然灾害的频繁发生以及社会环境的不断变化，军队执行非战争军事行动的任务越来越多[61]。智慧医疗在部队卫勤保障、伤员救治、远程疾病会诊，甚至是远程手术等方面发挥了重要的作用[62]。2019年，解放军总医院神经外科借助5G网络成功实施远程神经外科手术，为解放军总医院海南分院的一名帕金森病患者远程成功实施“脑部起搏器”

植入术[63]。浙江大学医学院附属第二医院联合中国移动建立了智慧医疗急救体系，基于5G信号网络，将VR诊疗、远程超声诊断系统进行整合，加之远程急救指挥平台等的运用，使患者的救治率得到进一步的提升[64]。这些成功的案例，进一步体现了智慧医疗在基层医疗设备、医疗条件欠缺的部队单位，发挥着越来越重要的作用，进一步为基层官兵的身心健康提供强有力的保障[60]。

7 智慧医疗的局限和展望

目前，我国还处于智慧医疗发展的初级阶段，智慧医疗相关立法工作以及配套的法律法规尚未完善，也在一定程度上制约了智慧医疗的发展。智慧医疗的建设若缺少相关法律法规的保驾护航，那么患者以及医务工作者自身利益以及个人隐私得不到有效的保障，也会阻碍智慧医疗的发展。因此，在加快我国智慧医疗建设的同时，相关法律法规亟需进一步完善。此外，虽然我国医疗大数据的体量庞大，但是各级医疗机构的大数据以及互联网等不同来源的医疗大数据之间尚未实现统一整合及信息数据的互通。如何有效的整合这些医疗大数据，如何优化医疗大数据的挖掘，如何提取有效的数据，并通过相关软件或医疗信息平台应用到我国日常的医疗工作之中是一个巨大挑战，还需要进行更多的研究和探索。不仅如此，现阶段并不是所有患者都能完全接受智慧医疗这一新生事物，无论是对传统医疗的固有思想还是对于接纳新生事物的抵触，都导致了这部分人群认为智慧医疗可信度不高，难以接纳。因此，对于智慧医疗的规范化宣传以及试点运行尤为重要，通过社会主流媒体官方进行宣传以及使用人群之间相互宣传，可以进一步提高居民对于智慧医疗的认识，提高智慧医疗在居民中的接纳程度，才能进一步加快智慧医疗的发展。我国智慧医疗仍处于发展阶段，在借鉴欧美一些国家智慧医疗发展经验的同时，仍要考虑我国实际的国情不同于欧美国家，需要探索出适合我国国情的智慧医疗发展道路。在发展智慧医疗的同时，应根据使用者对于智慧医疗的评价，进一步反馈于智慧医疗的发展，实现智慧医疗的健康、可持续发展。我国目前地区与城乡发展仍然不均衡，各地的医疗资源以及医疗水准仍然有一定差别，看病难、看病贵、用药难仍然是部分欠发达地区和边远地区居民卫生健康面临的突出问题。原广州军区总医院副院长黄海教授在一次访谈中谈到[65]“目前随着5G通讯技术的不断发展，尤其是2019年，中华人民共和国工业和信息化部和国家卫生健康委员会专门制定了数字化医疗方面的有关文件，进一步加强了我国智慧医疗的建设。基于5G技术这个平台，可以有效解决部分医疗资源配置和医疗技术等问题。”近年来，我国不断深化医疗卫生体制改革。中共中央、国务院印发了《“健康中国2030”规划纲要》，加快推进健康中国的建设，首先要坚持以预防为主，推行人民群众健康文明的生活方式，减少疾病的发生；其次要调整并优化健康服务体系，强化早诊断、早治疗、早康复，更好的满足人民群众的健康需求；最后是动员全社会共同参与，实现全民健康[66]。可见智慧医疗在未来的发展有着很大的前景，相信通过智慧医疗，可以加快推进健康中国建设！

我国的智慧医疗目前尚处于发展阶段，数据整合、数据标准化、智慧医疗规范化等工作仍然需要加快步伐。我国庞大的人口基数和医疗资源各地发展不均衡使得智慧医疗在我国发展和应用的潜力巨大。推动智慧医疗的不断发展，需要强化智慧医疗的发展基础，包括推动信息通讯技术的不断发展，推进跨地域各级城市医疗机构网络的互通，加强区域医疗资源信息共享，实现居民档案信息动态的实时更新；加强各级医疗机构的信息化建设，加强医院分级诊疗的就诊流程，进一步优化医疗的资源配置等；强化推进医疗大数据的发展，包括精准医疗大数据、公共卫生大数据等[67]。对个人而言，智慧医疗意味着更加便捷可及的医疗服务，更加廉价优质的医疗服务，更加高效全面的医疗服务；对于医疗机构而言，智慧医疗意味着更加合理地分配医疗资源，更加高效安全地为患者进行医疗服务，更加细致地医疗管理；对于国家监管机构而言，智慧医疗意味着更加科学的医疗决策支持，更加及时的应急响应[68]。相信在国家的大力支持及科技技术、通讯技术的不断发展下，智慧医疗不断完善，使得广大人民群众有一个更加高效、安全、便捷的智慧医疗就诊环境，从而使得人民群众的健康水平进一步提高。

参考文献

[1] 宫芳芳, 孙喜琢, 林君, 等. 我国智慧医疗建设初探[J]. 现代医院管理, 2013, 11(2): 28-29.

[2] 曹剑峰, 范启勇. 漫谈 "智慧医疗" [J]. 上海信息化, 2011(3): 26-28.

[3] 秦银河. 研究型医院的人工智能思考[J]. 中国研究型医院, 2019, 6(6): 1-6.

[4] 俞阳. 欧盟数字医疗发展的政策措施及现状[J]. 全球科技经济瞭望, 2012(4): 58-63.

[5] 冯贺霞, 李韬, 王佳. 我国数字健康发展历程、特征及展望[J]. 医学信息学杂志, 2021, 42(5): 9-13, 39.

[6] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于促进"互联网+医疗健康" 发展的意见[EB/OL]. (2021-04-28). http://www. gov. cn/zhengce/content/2018-04/28/content_5286645.htm

[7] 中华人民共和国中央人民政府. 国家医保局 国家卫生健康委联合印发关于推进新冠肺炎疫情防控期间开展“互联网+”医保服务的指导意见[EB/OL]. (2020-03-03). http://www. gov. cn/xinwen/2020-03/03/content_5486260.htm.

[8] 张雄, 胡珺, 朱福. 智慧医疗框架下的医学人工智能及其应用[J]. 上海医药, 2019, 40(3): 6-8.

[9] 寿君妮, 于观贞, 余党会, 等. 人工智能与医学—发展历程[J]. 第二军医大学学报, 2018, 39(8): 806.

[10] 姚东亮, 胡静怡, 张婷. 人工智能与智慧医疗[J]. 科学大众: 科学教育, 2020(5): 150-151.

[11] MEHTA P, BUKOV M, WANG C H, et al. A highbias, low-variance introduction to Machine Learning for physicists[J]. Phys Rep, 2019, 810: 1-124.

[12] DOI K. Computer-aided diagnosis in medical imaging: historical review, current status and future potential[J]. Comput Med Imaging Graph, 2007, 31(4-5): 198-211.

[13] GIGER M L. Computer-aided diagnosis in radiology[J]. Acad Radiol, 2002, 9(1): 1-3.

[14] HUANG Y, GAO L, PREUHS A, et al. Field of view extension in computed tomography using deep learning prior[M]. Bildverarbeitung Für Die Medizin, 2020, 186-191.

[15] NOWAK S, FARON A, LUETKENS J A, et al. Fully automated segmentation of connective tissue compartments for ct-based body composition analysis: a deep learning approach[J]. Invest Radiol, 2020, 55(6): 357-366.

[16] ZHENG S R, SUN K S, ZHANG S W, et al. Report of cancer epidemiology in China, 2015[J]. Chinese Journal of Oncology, 2019, 41(1): 19-28.

[17] CHEN W Q, ZHENG R S, BAADE P D, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66 (2): 115-132.

[18] JUN J K, CHOI K S, LEE H Y, et al. Effectiveness of the Korean national cancer screening program in reducing gastric cancer mortality[J]. Gastroenterology, 2017, 152 (6): 1319-1328. e7.

[19] ZHANG X, LI M, CHEN S T, et al. Endoscopic screening in Asian countries is associated with reduced gastric cancer mortality: a meta-analysis and systematic review[J]. Gastroenterology, 2018, 155(2): 347-354. e9.

[20] ZAUBER A G, WINAWER S J, O'BRIEN M J, et al. Colonoscopic polypectomy and long-term prevention of colorectal-cancer deaths[J]. N Engl J Med, 2012, 366: 687-696.

[21] WU J Q, ZHAO S B, WANG S L, et al. Comparison of efficacy of colonoscopy between the morning and afternoon: a systematic review and meta-analysis[J]. Dig Liver Dis, 2018, 50(7): 661-667.

[22] ASLANIAN H R, SHIEH F K, CHAN F W, et al. Nurse observation during colonoscopy increases polyp detection: a randomized prospective study[J]. Am J Gastroenterol, 2013, 108(2): 166-172.

[23] LEE C K, PARK D IL , LEE S H, et al. Participation by experienced endoscopy nurses increases the detection rate of colon polyps during a screening colonoscopy: a multicenter, prospective, randomized study[J]. Gastrointest Endosc, 2011, 74(5): 1094-1102.

[24] ZHAO S B, WANG S L, PAN P, et al. Magnitude, risk factors, and factors associated with adenoma miss rate of tandem colonoscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. Gastroenterology, 2019, 156(6): 1661-1674. e11.

[25] VISRODIA K, SINGH S, KRISHNAMOORTHI R, et al. Magnitude of missed esophageal adenocarcinoma after barrett's esophagus diagnosis: a systematic review and meta - analysis[J]. Gastroenterology, 2016, 150(3): 599-607. e7.

[26] ROBERTSON D J, LIEBERMAN D A, WINAWER S J, et al. Colorectal cancers soon after colonoscopy: a pooled multicohort analysis[J]. Gut, 2014, 63(6): 949-956.

[27] PICKHARDT P J, NUGENT P A, MYSLIWIEC P A, et al. Location of adenomas missed by optical colonoscopy[J]. Ann Intern Med, 2004, 141(5): 352-359.

[28] LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep learning[J]. Nature, 2015, 521(7553): 436-444.

[29] ESTEVA A, KUPREL B, NOVOA R A, et al. Corrigendum: dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks[J]. Nature, 2017, 546 (7660): 686.

[30] GULSHAN V, PENG L L, CORAM M, et al. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus

photographs[J]. JAMA, 2016, 316(22): 2402-2410.

[31] WANG Z J, ZHAO S B, BAI Y. Artificial intelligence as a third eye in lesion detection by endoscopy[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2018, 16(9): 1537.

[32] 中国医师协会消化内镜人工智能专业委员会, 上海市计算技术研究所, 上海市医疗器械检测所. 消化内镜人工智能数据采集与标注质量控制体系专家共识意见(草案2019,上海)[J]. 中华消化内镜杂志, 2020, 37(8): 533-539.

[33] XIA J, XIA T, PAN J, et al. Use of artificial intelligence for detection of gastric lesions by magnetically controlled capsule endoscopy[J]. Gastrointest Endosc, 2021, 93(1): 133-139. e4.

[34] YUAN Y X, MENG M Q. Deep learning for polyp recognition in wireless capsule endoscopy images[J]. Med Phys, 2017, 44(4): 1379-1389.

[35] World Health Organization. Telemedicine: opportunities and developments in member states: report on the second global survey on eHealth 2009(Global Observatory for eHealth Series)[R]. 2012, 18(2): 153-155.

[36] GARCÍA-LIZANA F, GIORGO F. The future of e-health, including telemedicine and telecare, in the European Union: from stakeholders' views to evidence based decisions[J]. J Telemed Telecare, 2012, 18(6): 365-366.

[37] RASMUSSEN B S B, FROEKJAER J, BJERREGAARD M R, et al. A randomized controlled trial comparing telemedical and standard outpatient monitoring of diabetic foot ulcers[J]. Diabetes Care. 2015, 38(9): 1723-1729.

[38] HEROLD R, HOFFMANN W, BERG N V D. Telemedical monitoring of patients with chronic heart failure has a positive effect on total health costs[J]. BMC Health Serv Res, 2018, 18: 271.

[39] 张韬, 高凌云. 远程医疗在慢性阻塞性肺疾病慢病管理中的应用状况[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(4): 240-243.

[40] DE JONG M J, VAN DER MEULEN-DE JONG A E, ROMBERG-CAMPS M J, et al. Telemedicine for management of inflammatory bowel disease (myIBD-coach): a pragmatic, multicentre, randomised controlled trial[J]. The Lancet, 2017, 390(10098): 959-968.

[41] 宦华敏, 张友, 樊玉琴, 等. 验证式慢性病管理系统的研究与设计[J]. 中国全科医学, 2017, 20(7): 796-799.

[42] 苏颖, 蔡婧婧, 雷志浩, 等. 远程医疗在卒中救治体系中的应用[J]. 中国卒中杂志, 2021, 16(1): 15-20.

[43] 王楷, 张伟. 远程医疗在应对突发公共医疗卫生事件中的应用探讨[J]. 数字通信世界, 2021, 8: 183-184.

[44] 张越. 春雨医生的 "路" 与 "荆棘" [J]. 中国信息化, 2015, 2: 56-57.

[45] 黄锐. 智慧医疗: 看病不用去医院[N]. 东莞日报, 2014-11-17(B07).

[46] WOOTTON R, BAHAADINBEIGY K, HAILEY D. Estimating travel reduction associated with the use of telemedicine by patients and healthcare professionals: proposal for quantitative synthesis in a systematic review[J]. BMC Health Serv Res, 2011, 11: 185.

[47] 刘春梅, 谢兴伟, 刘延青, 等. COVID-19疫情期间远程医疗服务在基层医院的应用研究[J]. 中国数字医学, 2021, 16(3): 114-118.

[48] 央广网. 中国医师协会远程医疗队正式启动助力武汉实现 "前方临床救治, 后方远程支持" 的科学救治模式[EB/OL]. (2020-02-28). http: //china. cnr. cn/yaowen/20200228/t20200228 _524995302. shtml.

[49] 杨勇, 彭承琳. 国外远程医疗发展近况[J]. 医疗卫生装备, 2005(1): 19-20.

[50] 冯晓源. 医疗从传统走向智慧[J]. 中国研究型医院, 2021, 8(4): 72-75.

[51] World Health Organization. Draft Global Strategy on Digital Health 2020-2025 [EB/OL]. (2021-04-18). https://www. who. int/docs/default-source/documents/gs4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf?sfvrsn=fl12ede5_54.

[52] 曾凡, 史森中, 罗贤斌, 等. 数字医疗门诊信息系统的建设与应用[J]. 中国医学装备, 2014, 11(12): 68-70.

[53] 曾凡, 欧东, 黄昊. 医院应用内网安全管理系统的实践[J]. 中国医学教育技术, 2012, 26(2): 197-199.

[54] 熊淑君, 赵光斌, 袁素平. 新型预约诊疗服务模式在大型综合医院中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2012, 18(23): 2801-2803.

[55] 吴越. 智慧医疗[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011: 46.

[56] 马诗诗, 于广军, 崔文彬. 互联网医疗的隐私保护与信息安全[J]. 上海医药, 2017, 38(9): 14-16.

[57] 何博文, 宁祉婷, 罗维杰. 互联网+医疗信息安全问题探讨[J]. 价值工程, 2017, 36(10): 246-249.

[58] 郭建强. 互联网医疗相关法律问题研究[J]. 法制与社会, 2018(27): 47-48.

[59] 廖娟. 论远程医疗中法律关系与医疗损害责任的认定[J]. 西部法学评论, 2020(4): 67-75.

[60] 张祯, 吴建波. 基于5G技术的智慧医疗在基层部队官兵日常诊疗中的应用[J]. 人民军医, 2021, 64(10): 947-949.

[61] 王自力. 非战争军事行动卫勤法规特点[J]. 解放军医院管理杂志, 2010, 17(1): 61-63.

[62] 刘运成, 葛毅, 吴豪, 等. 远程医学在军队非战争军事行动卫勤保障中的应用[J]. 中国数字医学, 2012, 7(9): 7-9.

[63] 中国移动携手华为支持全国首例5G远程脑外科手术[J]. 上海信息化, 2019(4): 91.

[64] 张帆. 浙江打造全国首个基于5G网络的智慧急救体系[N]. 重庆科技报, 2020-11-05 (12).

[65] 王韵清, 张瑄, 张临红. 5G智慧医疗大有可为—原广州军区总医院副院长黄海教授访谈录[J]. 新经济, 2021, 4: 20-24.

[66] 新华社. 中共中央政治局召开会议 审议"健康中国2030"规划纲要[EB/OL]. [2016-08-26]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-08/26/content_5102636.htm.

[67] 马建勋. 城市智慧医疗发展趋势研究[J]. 无线互联科技, 2021, 18(3): 11-12.

[68] 方媛, 林德南. 智慧医疗研究综述[J]. 新经济, 2014, 19: 70-72.

（上接第19页）

detection of plasma SFRP2, RNF180 gene methylation in clinical diagnosis of gastric cancer[J]. Chinese Journal of Gastroenterology, 2015, 20(1): 19-23.

[32] 谭智军, 赵玉国, 肖晓艳. 胃癌患者血浆PAX5和RNF180基因甲基化情况及其临床意义[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2021, 35(6): 584-587.

[33] HAN F, SUN L P, LIU S, et al. Promoter methylation of RNF180 is associated with H.pylori infection and serves as a marker for gastric cancer and atrophic gastritis[J]. Oncotarget, 2016, 7(17): 24800-24809.

[34] ZHANG X, ZHANG X S, SUN B L, et al. Detection of aberrant promoter methylation of RNF180, DAPK1 and SFRP2 in plasma DNA of patients with gastric cancer[J]. Oncol Lett, 2014, 8(4): 1745-1750.

[35] WEI F, BA S, JIN M, et al. RNF180 inhibits proliferation and promotes apoptosis of colorectal cancer through ubiquitination of WISP1[J]. Front Cell Dev Biol, 2021, 8: 623455.

[36] ZITOUNI S, NABAIS C, JANA S C, et al. Polo-like kinases: structural variations lead to multiple functions[J]. Nat Rev Mol Cell Biol, 2014, 15(7): 433-452.

[37] PEZUK J A, BRASSESCO M S, MORALES A G, et al. Polo-like kinase 1 inhibition causes decreased proliferation by cell cycle arrest, leading to cell death in glioblastoma[J]. Cancer Gene Ther, 2013, 20(9): 499-506.

[38] UDALI S, GUARINI P, RUZZENENTE A, et al. DNA methylation and gene expression profiles show novel regulatory pathways in hepatocellular carcinoma[J]. Clin Epigenetics, 2015, 7(1): 43.

[39] LIU H G, YANG P Y, LI X J, et al. Ring finger protein 180 is associated with biological behavior and prognosis in patients with non-small cell lung cancer[J]. Oncology Letters, 2020, 20(4): 35.