

## 5G 技术在康复医学领域的应用及进展

曲 鑫<sup>1</sup>, 潘 琳<sup>1</sup>, 刘 威<sup>2</sup>, 陈安天<sup>3</sup>, 段晓琴<sup>2</sup>

(1. 吉林大学临床医学院 吉林 长春 130041; 2. 吉林大学第二医院康复医学科 吉林 长春 130041;  
3. 中国医学科学院北京协和医学院北京协和医院心内科 北京 100730)

**摘要** 第 5 代 (5G) 移动通信技术具有传输速度快、时延低、带宽大、可靠性高、覆盖范围广等特点, 它正引领整个医疗领域进行着一场深刻的变革。虽然“5G+ 康复”目前尚处于起步阶段, 但随着 5G 技术的发展, 传统的康复诊疗模式发生了变化, 触觉互联网等先进技术在康复领域已崭露头角, 这使得远程康复成为了可能。本文旨在对 5G 技术在康复领域中的应用及发展进行综述。

**关键词** 康复治疗技术; 人工智能; 机器人; 虚拟现实; 大数据

**中图分类号** R496 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2021) 03-0213-07

## Application and progress of 5G technology in rehabilitation medicine

QU Xin<sup>1</sup>, PAN Lin<sup>1</sup>, LIU Wei<sup>2</sup>, CHEN Antian<sup>3</sup>, DUAN Xiaojin<sup>2</sup>

(1. Clinical Medical College of Jilin University, Changchun 130041, China; 2. Department of Rehabilitation Medicine, the Second Hospital of Jilin University, Changchun 130041, China; 3. Department of Cardiology, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing Union Hospital, Beijing 100730, China)

**Abstract** The fifth generation (5G) mobile communication technology has the characteristics of high transmission speed, low delay, large bandwidth, high reliability and wide coverage, which is leading a profound change in the whole medical field. Although 5G + Rehabilitation is still in its infancy, with the development of 5G technology and advanced technologies such as tactile internet, it has lead to the great change of traditional rehabilitation mode. Remote rehabilitation is on the way. This paper aims to summarize the application and development of 5G technology in rehabilitation medicine.

**Key words** Rehabilitation treatment technology; Artificial intelligence; Robot; Virtual reality; Big data

收稿日期: 2020-09-07 录用日期: 2020-12-20

Received Date: 2020-09-07 Accepted Date: 2020-12-20

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (61873304)

Foundation Item: General Program of National Natural Science Foundation of China (61873304)

通讯作者: 段晓琴, Email: 15204309769@163.com

Corresponding Author: DUAN Xiaojin, Email: 15204309769@163.com

引用格式: 曲鑫, 潘琳, 刘威, 等. 5G 技术在康复医学领域的应用及进展 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2021, 2 (3): 213-219.

Citation: QU X, PAN L, LIU W, et al. Application and progress of 5G technology in rehabilitation medicine [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2021, 2 (3): 213-219.

5G 技术是第 5 代移动通信技术的简称，是 2G、3G、4G 技术的延伸。相比于 4G 网络，5G 网络具有高传输速度、低时延、广域覆盖等特点<sup>[1]</sup>。近年来，5G 技术的迅速发展推动了互联网领域的变革。同时，也促进了通信、媒体、医疗卫生、教育等领域的发展。随着老龄化进程的加速、大众康复意识的提高，大众对康复医学需求逐渐加大，康复医疗逐渐从医院下沉至社区、家庭。这种趋势对康复医学的诊疗技术、诊疗互动模式都提出了新的要求。5G 技术势必会在康复医学领域引领新的革命。

## 1 5G 技术在医疗领域的应用

在医疗卫生领域，4G 时代虽已开创并奠定了医疗领域的诸多应用，如远程医疗、大数据、医用机器人等，但也留下许多亟待解决的问题，如网络质量差、视频卡顿、远程手术延时等，而 5G 技术不仅解决了 4G 网络存留的问题，也为医疗领域带来了颠覆性的影响和变革<sup>[2]</sup>。

5G 技术加速了远程医疗的发展。目前，医疗资源供需不平衡仍然是全世界医疗健康发展的主要问题。研究表明，美洲地区仅占全球疾病负担的 10%，但全世界近 37% 的医护人员聚集于此，医疗保健费用占世界财政资源的 50% 以上，而非洲占全球疾病负担的 24% 以上，但只有不到 3% 的医护人员及全球财政资源<sup>[3]</sup>。远程医疗可通过现代通讯技术，以双向传送数据、语音、图像等信息为手段，最终实现不受时间、空间限制的远距离医疗服务。这不仅能够使优质资源下沉，在一定程度上缓解医疗资源供需不平衡的问题，也可大大降低医疗成本。研究已证实，远程医疗可以减少医疗费用的 81%，为每次就诊节省 100 美元<sup>[4]</sup>。基于移动健康的家庭用老年人远程监控，每年在瑞典可节省 24 亿欧元，在丹麦节省 12.5 亿欧元，

在挪威节省 15 亿欧元<sup>[5]</sup>。而 5G 网络能够提供持续的 4K/8K 超高清远程视频<sup>[6]</sup>，可以实现远程手术、远程会诊、远程医疗健康监护<sup>[7]</sup>。据报道，2018 年 12 月 18 日中国人民解放军总医院胆肝外科刘荣主任借助 5G 网络，远程操作 50km 外的福建医科大学成功完成的实验猪肝小叶切除手术，这是世界首次基于 5G 网络的远程外科手术测试。2019 年 3 月，中国人民解放军总医院成功完成了国内首例基于 5G 的相隔 3 000km 的远程人体手术（帕金森“脑起搏器”植入手术）。近年来，浙江大学基于 5G 通信技术，构建了院前 - 院内急诊医疗服务新平台（包括 5G 救护车、5G 全景虚拟现实实时显示系统、5G 远程超声检查系统、医用无人机系统及 5G 急救指挥平台五部分）<sup>[8]</sup>、大型社会活动医疗急救保障信息系统（包括指挥监控平台、现场救援平台、后送支援平台）<sup>[9]</sup>，初步满足医疗急救保障的需求，大大提高了医疗保障服务的水平和效率。

5G 技术也被广泛用于医疗大数据领域。一方面，在远程医疗基础上，医疗设备可获取大量数据，而 5G 技术可实现对大数据的深度挖掘，更好地辅助医疗决策、合理分配医疗资源。研究表明，医疗大数据可通过预测模型减少医疗保健支出<sup>[10]</sup>、及早发现医疗状况<sup>[11]</sup>、更好地干预患者从而降低医疗成本<sup>[12]</sup>。另一方面，5G 与大数据的结合运用实现了医生、患者、医院等各部门群体之间信息的交互<sup>[13]</sup>，从而提高了医疗效率。麦肯锡公司（美国纽约）报道，仅通过使用大数据，欧洲政府管理部门就在提高运营效率方面节省 1 490 亿美元<sup>[14]</sup>。

5G 网络拓展了人工智能（Artificial intelligence, AI）、虚拟现实（Virtual reality, VR）、机器人等技术在医疗领域的应用。5G 网络可以让终端用户始终处于联网状态，移动设

备的先进连接和应用程序提供了足够的健康相关信息，而 AI 可以有效利用这些信息提供智能医疗保健解决方案<sup>[15]</sup>。据报道，到 2026 年，基于 AI 的 10 个关键医疗保健项目每年可以为美国节省 1 500 亿美元<sup>[16]</sup>。对于 VR 来说，其沉浸程度越高，对画面质量、交互速度、延时的要求也越高，5G 网络能够满足其对带宽的要求，从而保障应用的流畅性与沉浸感。目前 5G 技术可使手术室外的 VR 终端清晰地显示主刀医生的操作，有利于外科医生的培养。近年来，5G 网络与手术机器人耦合正在改变着传统医疗<sup>[17]</sup>。2019 年世界机器人大会的开幕式完成了“骨科机器人远程手术中心”项目的启动，开启了我国骨科机器人远程手术的新纪元。5G 网络也能够接入医院内各种自动机器人设备，从而方便医院的监控和管理，提升医院管理效能。

此外，5G 技术在此次新型冠状病毒肺炎疫情期间的“高光”表现也是有目共睹的。它不仅可以在整个国家乃至全世界范围内尽早定位受感染者，并迅速追踪接触者、确定感染来源，提高对危险区域的诊断能力、避免病毒进一步传播，还可以实时监测症状较轻的患者及其家中仍未被诊断的患者或其接触过的医务人员，以避免家庭或社区感染的紧急情况发生或“第二阶段”爆发<sup>[18]</sup>。同时可以与人工智能和大数据技术结合，通过物理距离和各种措施来减缓和遏制 COVID-19 的传播，确保人员安全<sup>[19]</sup>。可以说，此次疫情开启了 5G 技术在全世界公共卫生领域的新征程，也将为应急事件的处理注入新理念、新动力。

## 2 5G 技术在康复领域的应用

随着老龄化进程的加速、医学技术的进步和人们康复意识的提高，国内外康复需求人群逐年增加，治疗、康复、临终关怀一体化工作

亟需完善，更多的康复医疗需要从医院延伸到社区、家庭，以满足人民康复的美好愿望。康复医学作为一门实操性很强的学科，其主要关注身体功能、个体活动功能，以及社会参与功能障碍的预防、评估和治疗。目前全国乃至全世界康复医学发展水平区域差异大、康复治疗技术种类多、许多疾病的康复治疗尚缺乏明确统一的方案，上述问题均明显影响了 5G 时代康复医学的整体发展。尽管如此，5G 技术终将在康复领域掀起一轮新的革命<sup>[20]</sup>。

### 2.1 5G 技术促进康复诊疗互动模式的转变

康复医学的服务对象主要是各种急慢性疾病导致功能障碍的群体，往往需要长期随访性的诊疗指导。研究证实，美国 80% 的慢性疾病患者利用网络、社交媒体获取医疗保健信息<sup>[21]</sup>，60% 的患者信任医生在网络上发表的帖子，而 99% 的医院拥有活跃的 Facebook 页面<sup>[22]</sup>。目前国内部分康复从业人员已经借助微信、微博、好大夫在线、丁香园等网络媒体实施“医-网-患”三相互动的康复诊疗模式，通过多相交流和及时反馈形成了价值共创的完整体系，保证医疗服务的精准提供，提升患者与医生的参与度及获得感，协同推动医患关系和谐发展<sup>[23]</sup>。随着 5G 技术及各种社会媒体的进一步完善，未来的康复诊疗将纳入重大疾病保险、养老保险等，从而形成“医-保-网-患”多维互动模式<sup>[23]</sup>。患者将从其网络终端获取医疗、疾病、医院、保险等系列信息，甚至老年人在养老院就能享受到专业医生的康复指导、养老保险机构提供的康养基金支持等，并可更好地参与医疗保健、康复诊疗等决策过程，享受更好的康复诊疗服务。国外已经运用多维互动模式，并借助全科医师及药店的多源质量信息、保险、

经济激励因素等影响患者何时、何地寻求医疗等选择,并鼓励其参与医疗保健决策<sup>[24]</sup>。因此,5G引领下的康复诊疗将由传统的医患间二维互动模式逐渐发展成“医-保-网-患”多维互动模式,医患关系更为融洽,患者需求将得到最大限度满足,就医体验、日常生活能力将大大提高,也将有更多患者能够回归家庭、回归社会。

## 2.2 5G网络加速康复治疗技术的推广及运用

目前,全社会对康复专业人才的需求急剧增加。根据卫生部高职教育的目标和康复治疗技术专业的人才培养方案,康复治疗教育应向社会输送高技能、高素质的实用型康复技术人才。国内自2008年起逐步加强康复技术人才的培养,近年来各省的职业院校也陆续招收康复治疗技术专业专科、本科学生,旨在为社会培养更多的应用型康复人才。事实上,开设康复治疗专业的院校数量已在短时间内快速增长,虽然培养的康复治疗专业学生基数很大,但真正能够适应社会康复需求的应用型康复人才却为数不多。很多学生毕业后依旧无法通过康复治疗士、技师的执业资格考试,即使进入用人单位后仍存在临床诊疗思维、技能操作不规范等问题。在康复人才紧缺的当今,如何提高基层医院康复治疗技术从业者的理论及技能水平?如何让现代康复治疗技术培训覆盖到整个康复医疗三级网络?上述问题是康复医学发展不可回避的攻坚战。而5G具有全新的网络构架,可以清晰传输医学高清图像,同时传输实时视频、语音通话,还可利用机器人技术和触觉反馈在很长的距离内传递或分享经验和专业技能<sup>[25]</sup>,为远程康复技术推广培训提供了技术支持。同时,通过5G网络直播和云端存储,康复医疗的

三级网络覆盖地区乃至贫困偏远地区康复从业人员的理论、技能培训都变得可行。因此,5G网络的普及有助于康复人才的毕业后教育及康复诊疗技术的培训。

此外,5G技术在远程康复领域也具有重大潜力。远程康复将利用计算机、通信技术、信息技术使功能障碍或残疾者享受康复治疗的权利,并改善其生活。康复治疗技术与外科手术一样,也具有相当大的远程医疗需求,特别是目前面临康复人才紧缺、康复医疗资源不均衡等问题。学者们运用Kinect相机系统检测物理治疗师的动作,并将其传输到软件中进行处理,然后发送给机器人,并开发了基于Labview的软件,允许物理治疗师控制远程康复设备<sup>[25]</sup>。但康复治疗技术的远程实施需要较为精细的辅助操作系统,与之相关的上肢机器人、触觉传递系统、人机交互等尚处于试验研究阶段,还需进一步地深入探索、开发<sup>[26-28]</sup>。

## 2.3 5G网络助力先进科技在康复领域的发展

随着科技发展,现代先进技术如触觉互联网、AI、机器人、VR、大数据等逐渐应用于康复领域研究,而5G网络的出现使上述先进技术在康复领域的发展具有更加广阔的前景。

5G网络助力触觉互联网在康复领域的应用。触觉互联网(Tactile internet)通过提供足以构建实时交互式系统的低延迟,为人机交互增加了新维度,而5G网络在无线领域对触觉互联网起到很好的支撑作用,展示了其突破性潜力<sup>[29]</sup>,大大增强了触摸和技能传输能力<sup>[30]</sup>,可实现身临其境的远程操作及与物理世界的交互。远程诊断、远程手术和远程康复是触觉互联网在医疗保健诸多潜在应用的一部分,能够远程提供实时控制和物理触觉体验<sup>[30]</sup>,也将随

着5G网络的普及为康复诊疗技术的远程实施提供契机。

5G网络加速AI、机器人技术在康复领域的发展。AI技术、康复机器人技术已普遍用于康复领域的研究。Basteri A等<sup>[31]</sup>发现,经上肢康复机器人训练后,1/2以上的慢性期和急性期脑卒中患者上肢运动功能改善,1/3以上的患者日常活动能力提高。理论上说,通过AI与5G网络相结合,控制终端的康复机器人可以通过各类传感器感知患者的人体运动学、生理学数据,可为医生制定下一步康复治疗方提供依据。目前仅见学者们利用5G的超低延迟网络及AI和机器人技术的最新发展提出5G触觉互联网的新概念<sup>[32]</sup>,尚未见三者结合在康复领域中的应用研究。

5G网络也促进了VR技术在康复领域的应用。VR已广泛运用于多种疾病的运动锻炼和功能康复中,均取得了良好的效果<sup>[33]</sup>。相较于传统的康复治疗技术,VR技术更接近于最新的康复治疗理念,让患者主动参与,在游戏及各种虚拟场景中达到康复治疗目的<sup>[34]</sup>。但部分受试者在VR治疗中可能会出现眼疲劳、头晕、恶心等晕动病症状<sup>[35]</sup>。而与5G网络耦合后的VR技术,不仅具有高分辨率、高流畅度、高真实度等特点,还可使VR场景和感官刺激更加真实、精细,这些将大大改善康复治疗效果,减少VR引起的视觉性晕动病发生<sup>[36]</sup>。因此,5G技术将促进VR在康复治疗中的进一步应用及推广。

此外,5G技术将推进大数据在康复领域的应用。目前,大数据分析已被用于康复门诊的优化<sup>[37]</sup>和加速康复外科科研平台的建设<sup>[38]</sup>。大数据研究往往需要处理大量原始数据并提取少量有用信息,而5G网络具有低延迟的普遍连接、高效能的数据传输及处理速率<sup>[39]</sup>,在康复大数据领域的发展中具有广阔前景。随着5G及大数

据技术的耦合,未来的康复信息将更加数字化,将帮助医生更准确地判断病情并制定治疗方案;通过共享全国甚至全世界的康复诊疗大数据,各种疾病的康复评定及治疗将有一个明确、统一的标准,这也将促进康复诊疗技术更加规范、迅速地发展。

### 3 总结与展望

随着时代的进步,以“经济建设为中心”的经济发展逐渐转变为“以人为本”的内涵式发展,生活质量和健康情况逐渐成为人民关注的焦点,5G的兴起推动了我国医疗健康事业的发展,也助力了康复诊疗模式的转变,加速了康复治疗技术的推广及应用,促进了先进技术如触觉互联网、人工智能、机器人、虚拟现实、大数据等在康复领域的发展。可以说,“5G+康复”具有广阔的应用前景,需要医工结合、康工结合交叉领域人员的不懈努力。在未来,5G将成为客观化、精准化、智能化康复医学发展的驱动力。

### 参考文献

- [1] Ahad A, Tahir M, Aman Sheikh M, et al. Technologies trend towards 5G network for smart health-care using IoT: a review [J]. *Sensors*, 2020, 20(14): 4047.
- [2] Dananjayan S, Raj G M. 5G in healthcare: how fast will be the transformation? [J/OL]. *Ir J Med Sci*, 2020. DOI.10.1007/s11845-020-02329-w.
- [3] Latif S, Qadir J, Farooq S, et al. How 5G wireless (and concomitant technologies) will revolutionize healthcare? [J]. *Future Internet*, 2017, 9(4): 93.
- [4] Modahl M, Natoli S. Telehealth Index: 2016 Employer Benchmark Survey [DB/OL]. American Well, 2016. URL: <http://go.americanwell.com/rs/335-QLG-882/images/Employer-Benchmark-Survey-eBook.pdf>.
- [5] Hwang W S, Choi Y H. Socio-economic impact of the mHealth adoption in managing diabetes [J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2019, 31(7): 791-802.

- [6] 李佩芳, 陈佳丽, 邓悟, 等. 5G 在医疗照护中的应用进展 [J]. 华西医学, 2019, 34(9): 964–967.
- [7] 贾斐, 王雪梅, 汪卫国. 5G 通信技术在远程医疗中的应用 [J]. 信息通信技术与政策, 2019, (6): 92–95.
- [8] 葛芳民, 李强, 林高兴, 等. 基于 5G 技术院前–院内急诊医疗服务平台建设的研究 [J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(10): 1223–1227.
- [9] 李强, 田雨, 张曼海, 等. 构建基于 5G 通讯技术的大型社会活动医疗急救保障系统 [J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(10): 1231–1236.
- [10] Wills M J. Decisions through data: Analytics in healthcare [J]. *Journal of Healthcare Management*, 2015, 59(4): 254–262.
- [11] Jee K, Kim G H. Potentiality of big data in the medical sector: Focus on how to reshape the healthcare system [J]. *Healthcare Informatics Research*, 2013, 19(2): 79–85.
- [12] Schaeffer C, Haque A, Booton L, et al. Big data management in united states hospitals: Benefits and barriers [C]. In J Sanchez (Ed.), *Proceedings of the Business and Health Administration Association Annual Conference*, Chicago, IL. April 2016: 129–138.
- [13] 朱伟健. 融合 5G 网络的智慧医疗作用研究 [J]. *科学与信息化*, 2020, (4): 138.
- [14] Manyika J, Chui M, Brown B, et al. Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity [EB/OL]. USA: McKinsey Global Institute, 2011, [http://www.mckinsey.com/Insights/MGI/Research/Technology\\_and\\_Innovation/Big\\_data\\_The\\_next\\_frontier\\_for\\_innovation](http://www.mckinsey.com/Insights/MGI/Research/Technology_and_Innovation/Big_data_The_next_frontier_for_innovation).
- [15] Latif S, Rana R, Qadir J, et al. Mobile health in the developing world: Review of literature and lessons from a case study [J]. *IEEE Access*, 2017. DOI: 10.1109/ACCESS.2017.2710800.
- [16] Collier M, Fu R, Yin L. Artificial intelligence: healthcare's new nervous system [EB/OL]. Accenture, 2017. [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-49/Accenture-Health-Artificial-Intelligence.pdf#zoom=50](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-49/Accenture-Health-Artificial-Intelligence.pdf#zoom=50).
- [17] Meshram D A, Patil D D. 5G enabled tactile internet for Tele-Robotic surgery [J]. *Procedia Computer Science*, 2020. DOI:10.1016/j.procs.2020.04.084.
- [18] Soldani D. Fighting COVID–19 with 5G enabled technologies [R/OL]. White paper, Huawei Technologies, 2020. <https://www.broadband4europe.com/wp-content/uploads/2020/05/Fighting-COVID-19-with-5G-Enabled-Technologies.pdf>.
- [19] Soldani D. Fighting pandemics by exploiting 5G, AI and Bigdata enabled technologies: how 5G can help contain the spread of COVID–19 [J]. *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, 2020, 8(2): 146–158.
- [20] 张曼玉. 5G 时代康复模式将迎来一场革命 [N]. *中国青年报*, 2019–11–29.
- [21] Sara Heath. 3 ways social media in healthcare can improve patient engagement [EB/OL]. *Patient Engagement Hit*, 2016. <https://patientengagementhit.com/news/3-ways-social-media-in-healthcare-can-improve-patient-engagement>.
- [22] Evariant. The role of social media in healthcare: Benefits & challenges [EB/OL]. *Healthgrades*, 2019. <https://partners.healthgrades.com/blog/the-evolving-role-of-social-media-in-healthcare>.
- [23] 彭迎春. 基于价值共创理念的“互联网+”下医患关系探讨 [J]. *中华医院管理杂志*, 2019, 35(8): 632–635.
- [24] Clancy C M. Patient engagement in health care [J]. *Health Serv Res*, 2011, 46(2): 389–393.
- [25] bouterraa Y, Abdallah I B. Robot-assisted remote rehabilitation [C]. 2019 International Conference on Signal, Control and Communication (SCC), Hammamet, Tunisia, 2019: 337–343.
- [26] LI X, ZHONG J. Upper limb rehabilitation robot system based on internet of things remote control [J]. *IEEE Access*, 2020, 8: 154461–154470.
- [27] Rossi M, Rizzi A, Lorenzelli L, et al. Remote rehabilitation monitoring with an IoT-enabled embedded system for precise progress tracking [C]. 2016 IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS), Monte Carlo, 2016: 384–387.
- [28] Epelde G, Carrasco E, Rajasekharan S, et al. Universal remote delivery of rehabilitation: validation with seniors' joint rehabilitation therapy [J]. *Cybernetics and Systems*, 2014, 45(2): 109–122.
- [29] Simsek M, Aijaz A, Dohler M, et al. 5G-enabled tactile internet [J]. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 2016, 34(3): 460–473.

- [30] Sachs J, Andersson L A A, Araújo J, et al. Adaptive 5G low-latency communication for tactile internet services [J]. Proceedings of the IEEE, 2019, 107(2): 325–349.
- [31] Basteris A, Nijenhuis S M, Stienen A H A, et al. Training modalities in robot-mediated upper limb rehabilitation in stroke: a framework for classification based on a systematic review [J]. J Neuroeng Rehabil, 2014, 11(1): 111.
- [32] Dohler M, Mahmoodi T, Lema M A, et al. Internet of skills, where robotics meets AI, 5G and the Tactile Internet [C]. 2017 European Conference on Networks and Communications (EuCNC), Oulu, 2017: 1–5.
- [33] Maier M, Rubio Ballester B, Duff A, et al. Effect of specific over nonspecific VR-based rehabilitation on poststroke motor recovery: a systematic meta-analysis [J]. Neurorehabil Neural Repair, 2019, 33(2): 112–129.
- [34] Charles D, Holmes D, Charles T, et al. Virtual reality design for stroke rehabilitation [J]. Adv Exp Med Biol, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-37639-0\_4.
- [35] 李珊, 李陶幸子, 张亚琴. 虚拟现实在颅脑损伤患者认知障碍康复中的应用进展 [J]. 中国护理管理, 2020, 20(5): 773–776.
- [36] Gupta R, Tanwar S, Tyagi S, et al. Tactile internet and its applications in 5G era: a comprehensive review [J]. International Journal of Communication Systems, 2019, 32(14): e3981.
- [37] Jones M, Collier G, Reinkensmeyer D J, et al. Big data analytics and sensor-enhanced activity management to improve effectiveness and efficiency of outpatient medical rehabilitation [J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(3): 748.
- [38] 张亚娜, 苏玉成, 李想, 等. 基于加速康复外科的科研大数据平台建设 [J]. 中国医疗设备, 2019, 34(9): 105–109.
- [39] Rashid S, Razak S A. Big data challenges in 5G Networks [C]. 2019 Eleventh International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Zagreb, Croatia, 2019: 152–157.

## · 最新动态 ·

### 阑尾补片输尿管成形术最大宗病例报道

背景：输尿管作为泌尿系统的重要组成部分，可因各种损伤导致管腔狭窄，泌尿外科医师常根据输尿管狭窄部位和长度实施相应的修复手术。一直以来，临床上对于输尿管中上段较长段狭窄的处理极为棘手，近些年来，自体组织补片技术逐渐被应用于上尿路修复领域。本研究报道了采用阑尾补片技术修复输尿管中上段狭窄的队列研究，这是迄今为止最大宗的病例报道。方法：设计一项前瞻性队列研究，收集施行阑尾补片输尿管成形术患者的围术期资料，制定术后随访计划，在无严重术后并发症（Clavien-Dindo III，IV）的前提下，将“腰痛”等症状消失定为主观成功标准，将输尿管镜和上尿路影像尿动力学检查所示尿路通畅无梗阻定为客观成功标准。结果：本研究共纳入 9 例患者，其中传统腹腔镜手术 5 例和达芬奇机器人手术 4 例，输尿管中上段平均狭窄长度 4.5（4~5）cm，手术均顺利施行，术后无严重并发症（Clavien-Dindo III，IV）。患者术后 6 个月的主观成功率为 88.9%，客观成功率为 100%。结论：阑尾补片技术用于处理输尿管中上段较长段狭窄是安全、有效的，此种手术在传统腹腔镜或机器人辅助下均可完成，对于两种平台是否影响手术成功率尚需进一步地研究证实。

（摘译自：J Endourol. 2020. DOI: 10.1089/end. 2020.0176. PMID: 32323579）

王杰（北京大学第一医院）