

数字疗法在哮喘疾病管理中的应用

茹仙古丽·吾买尔,索睿 综述,赵晓赞 审校
(天津医科大学胸科临床学院,300222 天津)

摘要 哮喘已经成为世界范围内最为常见的慢性呼吸道疾病,目前全球哮喘患者大约为3亿人,严重危害着人类健康。迄今为止,除了规范用药,改善生活方式成为哮喘最重要的治疗措施。传统的慢性病患者生活方式的干预依赖于患者定期到医院复诊随访,对患者执行力和依从性有较高要求。而借助互联网技术的数字疗法可以克服这些弊端,在哮喘患者中的应用初见成效。本文从数字疗法的背景和概念、在哮喘诊断、症状监测、用药管理中的应用以及面临的挑战等方面,对数字疗法在哮喘管理中的应用进行综述,旨在为哮喘的治疗提供参考。

关键词 数字疗法;哮喘;慢性疾病管理

中图分类号 R563

文献标志码 A

虽然经济在快速发展,人们的生活水平也在不断提高,但居民生活方式不健康现象比较普遍,由此引发的健康问题日益突出。心脑血管疾病、慢性呼吸系统疾病、糖尿病、自身免疫性疾病、肿瘤和其他慢性疾病所导致的死亡人数有不断上升趋势。在呼吸系统疾病中,哮喘是患病率增长最快的疾病之一,目前约1/3的世界人口患病,每年有近250万患者因哮喘严重恶化而死亡。因此哮喘的预防和诊治成为目前急要解决的关键问题。而数字疗法(digital therapeutics, DTx)是一类数字健康解决方案,它是基于循证医学的、软件形式的治疗干预措施,用于预防、管理和治疗躯体不适和疾病。数字疗法是传统药物和物理治疗方法的补充,它不仅可以节约治疗成本,又可促进患者生活方式的健康化,其临床疗效及可靠性已经被相关临床研究所证实^[1]。

1 数字疗法

数字疗法是一门利用数字和在线健康技术来治疗躯体疾病或心理疾病的医学分支学科。简而言之,就是由软件程序驱动、循证医学为基础的干预方案。它不但可以单独应用,也同样可以与药物或者医疗器械联合应用。旨在用数字疗法来提高治疗能力和解决患者的健康需要^[2]。对于医生而言,数字疗法使其治病效率变高,克服了治疗时间和地点的限制。相对于传统治疗模式,数字疗法让医生能够用有限的资源去照管更多的患者成为可能性。对于

患者来说,数字疗法可通过改变他们的行为及远程健康监控来辅助治疗慢性疾病,从而产生长期的健康收益^[3],尤其是在改善生活方式和治疗慢性疾病方面效果尤为显著。

目前对于数字疗法的研究与应用,主要集中于传统医疗手段存在短板的领域。在这些领域,患者通常需要长期连续的自我健康管理及慢性疾病照护。当前市场上数字疗法产品已被应用于治疗和管理许多疾病,涵盖呼吸、循环、内分泌以及神经系统等相关的慢性疾病,例如Somryst治疗长期睡眠障碍,AKL-T01治疗多动症和注意力缺陷,Livongo治疗糖尿病,“六六脑”治疗老年痴呆及轻度认知障碍,“reSET-O”用于阿片类药物应用障碍者治疗等,并取得了满意的成效^[4]。数字疗法在数字健康领域和产业中形成了基于循证的独特产品类别,在多种疾病的治疗中取得了发展。

2 哮喘

哮喘也称为支气管哮喘,是最常见的慢性疾病之一,它是以气道出现慢性炎症为主要特征。临床症状为反复喘息、咳嗽和胸闷气急,严重者可有呼吸困难甚至威胁生命。常在晚上或清晨发作。儿童及成人均可发病。中国成年人肺部健康调查结果显示,全国20岁及以上患者人数高达4570万,占慢性呼吸道疾病的24.7%。这揭示了我国哮喘规范化诊疗与管理不足的严峻现状,凸显了用综合手段促进哮喘预防诊治工作的迫切性^[5]。

哮喘的有效控制历来是个令人头疼的难题。对哮喘患者来说,诱因随处可见,常见的诱发因素包括动植物蛋白、花粉、冷空气、香烟、烟雾、汽车尾气等。而哮喘一旦恶化,发作频率升高,可使肺功能迅

基金项目 天津市医学重点学科(专科)建设项目(TKYXZDXK-049A);天津市卫生健康科技项目(KJ20015);天津市津南区科技计划项目(20200116)

作者简介 茹仙古丽·吾买尔(1994-),女,硕士在读,研究方向:呼吸系统疾病;通信作者:赵晓赞, E-mail: zxydoctor@163.com。

速减退,甚至发展为不完全可逆的小气道狭窄,这不仅增加了患病率和治疗费用,而且也使得患者生活质量降低。目前已有研究证实持续的用药监管和跟踪随访可以显著提高哮喘的治疗效果,同时可以减少患者的用药量和用药次数^[6-7]。因此,如何在有限的时间内最大限度地提高哮喘的疗效,成为摆在医生面前亟待解决的问题。而数字疗法是近年来发展起来的新兴技术,能为患者提供连续的病情监测及合理用药指导等服务,显著优化治疗效果,并能减少医务人员的工作量,具有美好的应用前景。

3 数字疗法在哮喘管理中的应用

数字医疗技术对哮喘的诊断、治疗及康复具很大潜力,它克服了传统方法的不足,提高了疾病的诊断效率和准确性。它还用智能吸入器对药物进行监控,提高药物依从性;通过监测疾病与过敏源,帮助患者个性化管理,降低发病风险;提高信息系统的数据价值,借助人工智能手段,提升哮喘医护管理效率。

3.1 数字疗法在哮喘诊断中的应用

3.1.1 数字峰流速仪 临床上评价哮喘患者气道通畅性和肺功能状况时,通常检测第1秒钟用力呼气流量(FEV₁)和呼气流速最大值(PEF)。美国胸科协会(American thoracic society,ATS)将PEF划分为绿区,黄区和红区3部分。绿区说明哮喘已被很好地控制,并适宜持续给药,通常为PEF达到个人最佳值 $\geq 80\%$;黄区提示哮喘已发生改变乃至恶化趋势,常提示谨慎用药,通常为个人最佳50%~80%;红区提示患者应马上到医院检查就诊,属医学警报区,一般为PEF占个人最佳值 $< 50\%$ ^[8]。故PEF可以作为一个早期预警指标,发现PEF可以使哮喘处于早期阶段,从而为患者提供充分治疗措施^[9]。

市场上现有的峰流速仪按其工作原理,可分为机械式峰流速仪与电子式峰流速仪两大类。机械式峰流速仪通常采用气流驱动游标进行哮喘患者PEF检测,可满足患者基本的检测需求,且相对体积小,价格低廉。电子峰流速仪是由压力感受元件组成,呼出气体给予感受器压力,通过处理器转换得到PEF值,其性能稳定,但价格较高。国产峰流速仪往往测试指标较少且精确度不高,现已无法满足市场的需求,因此智能型峰流速仪在哮喘患者具有广阔的发展前景^[10]。

Frey等^[11]以哮喘患者为对象进行了长期的临床研究,发现PEF改变的程度和哮喘急性发作风险成正比。PEF的改变明显,则提示哮喘控制欠佳。这表明哮喘患者在家中利用峰流速仪可以长时间坚持

呼气状况的检测,并对药物治疗方案进行恰当的优化,以降低哮喘管理成本和减少哮喘发作次数,这对于哮喘的治疗及预防具有深长的意义。

3.1.2 手持式肺功能仪 哮喘和慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary diseases,COPD)在临床上可合并存在。这两类疾病尽管有明确定义,在临床中依然难以完全区分。而肺功能检测在诊断呼吸道疾病及评价疾病严重性等方面,有着无可取代的临床意义^[12]。

目前市面上,根据临床中肺功能检测仪体积大小,可分为大型常规肺功能检测仪和小型便携式肺功能检测仪^[13]。大型肺功能检测仪一般多用于二级及以上医院,往往操作起来比较复杂,价格也比较昂贵。近年来,肺功能检测仪的研制越来越精密,小型便携式肺功能检测仪器的作用逐渐突显。临床研究发现两者检测参数并没有明显差异,对诊断患者气流受限极其敏感^[14]。便携式肺功能检测仪相对来说,操作起来更简便,价格便宜,携带方便,可用于全天候床边检测,具有很高的临床价值。

3.1.3 动态肺量检测仪 临床实践中,肺功能检查多在定时定点进行,往往容易忽略哮喘患者瞬间的肺功能变化。支气管舒张试验又易受多因素干扰,其单次阴性结果并不能完全排除哮喘诊断。只有查出了气道阻塞的变异性和可逆性才可以正确诊断疾病^[15]。

动态肺量检测仪弥补了单次检查肺功能的缺点,能在多时段不同地点进行肺功能检测并进行记录,有利于发现气道阻塞的可逆性改变,可大大提高诊断哮喘的正确率。同时,医护人员端口也能及时发现患者数据的异常变化,从而尽早联络患者指导治疗方案,预防患者病情突然恶化。动态监测肺功能,更能反映气道阻塞的持续性变化,有利于评估病情。这是为哮喘患者进行药物调整,乃至对诊断进行修正的重要临床依据^[16]。

目前动态肺量测定仪不仅体积小巧,还具有强大的记录和储存功能。它可将实时数据传输到医护人员端口,并在软件的辅助下分析和判断患者气道的变化情况。这一新技术实现多时段动态监测气道功能,为哮喘诊断和鉴别诊断提供了全新的手段^[15]。只是目前动态肺量监测在我国还没有推广使用。

3.1.4 便携式血氧仪 血氧饱和度常被用来判断人体有无缺氧,通常采用心电监护仪进行检测。而心电监护仪往往携带沉重,放床旁时又占很大空间,给医护人员以及患者造成很多不便^[17]。便携式血氧仪能在短时间内对患者的脉率和血氧饱和度进

行有效地监测,因此可以代替心电监护仪。便携式血氧仪不仅便于携带,还可以无线传输数据,基本上达到普通临床监测的精度和稳定性要求。同时它还避免了常规易感染的有创检测手段的使用,操作起来更加简单。

临床研究发现,便携式血氧仪用于测量所需时间较少,有高度敏感和低误差的特点^[17-18]。一般肺功能的降低往往伴随血氧饱和度的降低,不能及时发现这类患者,会延误治疗,耽误病情。而每天通过便携式血氧仪的监测,可有效甄别相关危险,改善治疗效果。

3.2 数字疗法在哮喘患者用药依从性中的应用 一般哮喘患者用吸入器的方法不佳,会直接影响哮喘控制效果,且会增加哮喘急性加重和不良反应的风险。然而,研究显示高达70%~80%的患者无法正确使用吸入器^[19]。约50%接受长期治疗的哮喘患者对药物的依从性较差^[20]。而数字吸入器可以监测给药剂量,用药时间和日期,是一种有效的疾病和药物管理工具,可促进临床医生和患者之间的协作护理。

一项针对437例哮喘患者的随机对照试验(RCT)中发现,在使用智能手机应用程序提供生物反馈(BF)的组别中,患者对吸入器的依从性显著增加。BF组在24周内的平均依从性为82%,而使用被动监测数字吸入器的对照组为71%。当临床医生通过审查患者的吸入器使用情况并实时提供反馈来监测依从性时,又有10%的改善^[21]。目前已有20多项关于哮喘或COPD数字吸入器的临床研究共同表明,数字吸入器可改善药物依从性、减少了短效吸入器的使用、改善患者预后^[22]。

“Propeller Health”系统于2010年获得美国FDA认可,该系统是一种数字疗法产品,用于哮喘的治疗。系统由传感器、智能软件、预测分析和反馈系统等组成。该传感器可对SABA监测,其中包括用药次数,每次剂量,用药时间等。智能软件将实时地把这些数据传输给医护人员端口,来进行评估。基于数据分析结果为患者提供警示与建议,以达到对于SABA应用情况进行的实时远程监管的目的。据其官网显示,在为期6个月的RCT中,使用Propeller的哮喘患者药物依从性提高了58%;患者平均每天吸入器使用量在12个月内减少了84%^[23]。在另一项针对143例中度至重度哮喘成人的6个月RCT中,使用电子监测装置联合网站的干预组的药物依从性明显高于对照组(73% vs. 46%; $P < 0.0001$)^[24]。

美国CapMedic公司推出的传感器装配在吸入器上,可记录使用情况,在需要时可提供服药意见。通过语音、震动、视觉反馈等方式记录病情并提醒用药,并同时配套的APP帮助管理哮喘患者的药物服用和病情管理^[23]。

3.3 数字疗法在哮喘患者临床疗效和症状监测中的应用 Health Care Original公司推出的智能贴片ADAMM,可为全球超过3亿哮喘患者提供包括追踪趋势和及时警报等智能哮喘管理服务。通过连接到智能手机,实时监测咳嗽、呼吸、喷嚏等情况,用预定算法衡量症状情况,对预兆症状进行识别,帮助用户管理病情发展和提高哮喘患者的生活质量^[23]。

欧盟资助的“My Air Coach”项目旨在开发一种创新的哮喘监测系统。“My Air Coach”包括吸入器传感器、室内空气质量监测器、便携式肺活量计、一氧化氮分数呼气装置和一个带有哮喘问卷、室外空气污染计和其他功能的移动应用程序。研究表明,该系统在改善哮喘控制和提高生活质量方面是有效的,移动健康平台的用户对该系统也给予了积极评价^[25-26]。

Morton等^[27]对儿童患者的研究显示,干预组依从性为70%,对照组为49% ($P \leq 0.001$)。虽然两组间哮喘控制问卷(ACQ)评分的变化没有显著差异,但干预组需要口服类固醇的疗程($P = 0.008$)和住院次数($P \leq 0.001$)明显减少。结果表明,带反馈的电子依从性监测可能对控制不佳的哮喘受试者的常规管理有显著益处。在另外一项患者平均年龄为50岁的试验中,通过使用智能手机,在研究期间哮喘控制测试分数从16.6分(不合格到差)提高到20.5分(对照)。同时,FEV₁的绝对值增加了7.9%,而全身性皮质类固醇疗程从0.5减少到0.3。60例患者中有58例完成了最终调查,满意度很高^[28]。

3.4 数字疗法在哮喘患者生活环境监测中的应用

MASK-air[®]是一个以患者为中心的通信技术系统,在28个国家广泛使用,并已被翻译成23种语言。该程序使用滚动式药物治疗列表和一个视觉模拟量表(VAS)来评估患者过敏的控制情况(一般过敏效应、鼻炎、结膜炎、哮喘的症状)。此外,MASK-air[®]还包括花粉季节和空气质量预报^[29-31]。澳大利亚的一项研究结果显示,所选择的418款哮喘自我管理应用程序中最有效的是“MASK-air[®]”,平均得分为0.91/1 MARS分^[31]。

3.5 数字疗法在哮喘患者康复中的应用 当前临床多以支气管舒张药治疗哮喘为主,缺乏非药物康复治疗。近年来,呼吸康复(respiratory rehabilitation,

RR)等非药物治疗手段引起了人们对慢性呼吸道疾病的高度重视。有规律地运动,能提高心肺功能和减少严重哮喘患者的常见并发症,最主要的是能减少过早死亡的风险^[32-33]。已有研究显示,接受规范化运动训练的嗜酸性粒细胞型哮喘患者的气道炎症明显缓解^[34]。

肺功能训练仪主要用于慢性呼吸道疾病患者肺功能训练。这类仪器操作简单方便,疗效亦显著,可对参数进行个性化设置,辅助患者进行吸气、呼气及其他肺功能训练。研究显示,长期而有效地进行肺功能训练对减少疾病发作次数和改善哮喘患者肺功能有一定帮助^[31-33]。而肺功能训练仪就是使患者能够长期配合完成肺功能训练,提高患者依从性,以改善疾病预后。

4 数字治疗存在的问题

目前数字医疗在许多国家得到了一定的发展和政策支持,并且已经开展了一批临床实践和相关研究。但是国内对数字疗法的态度比较保守,在研究与应用方面起步较晚,再加上国内存在着大量慢性病患者,因此在管理和预防方面都面临着很大的挑战。部分机构对产品的创新主要以“连接”功能为主,如互联网医院等,有循证医学证据支撑的治疗及干预类数字疗法产品较少。除此之外,医疗健康保险对数字疗法费用的担负情况参差不齐;老年患者对这一新兴疗法是否愿意尝试,或是否有能力熟练操作相关软硬件,他们对数字医疗的信任度及依从性还有待讨论。

另外,目前缺乏证明数字疗法临床效益的高质量证据,且用于临床研究的数字疗法产品也十分有限。而数字医疗解决方案并不能全面适用于所有的慢性疾病。数字疗法对于有“耐药性”的患者治疗效果如何,仍需进一步研究。因此,数字疗法虽然在如今的信息化时代已取得了初步成功,但还是存在很多挑战需要去克服,数字医疗在国内普及应用还有漫长的道路要走。

参考文献:

- [1] 李静雯,李曼,任海英. 数字疗法的应用现状研究[J]. 信息通信技术与政策,2022,48(2):83-87.
- [2] 动脉网. 中国数字疗法行业白皮书:从定义、分类到价值探讨,全面剖析数字疗法[EB/OL]. 2021-05-03.https://www.sohu.com/a/464316039_133140.
- [3] 王晓迪,罗晓斌,郭清. 数字疗法在慢性疾病健康管理中的应用及发展趋势[J]. 中华健康管理学杂志,2022,16(1):51-54.
- [4] 赵碧仪,张亚杰,柯晓敏,等. 数字疗法的应用及研究进展[J]. 中华生物医学工程杂志,2021,27(5):568-574.
- [5] HUANG K, YANG T, XU J, et al. Prevalence, risk factors, and management of asthma in China: a national crosssectional study[J]. Lancet, 2019, 394(10196):407-418.
- [6] REDDEL H K, BACHARIER L B, BATEMAN E D, et al. Global initiative for asthma strategy 2021: executive summary and rationale for key changes[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2022, 205(1):17-35.
- [7] UNNI E, GABRIEL S, ARIELY R. A review of the use and effectiveness of digital health technologies in patients with asthma[J]. Ann Allergy Asthma Immunol, 2018, 121(6):680-691.
- [8] 陈骥,梁恒坡,赵晓明. 便携式哮喘检测系统的研究[J]. 传感技术学报,2013,26(4):452-457.
- [9] GINA E, SCIENCE C. Global strategy for asthma management and prevention 2006[R/OL]. 2014.05.30.<http://www.ginasthma.com>.
- [10] 费霞,张雪,张旻,等. 呼气峰流速仪在哮喘诊治中的应用价值[J]. 上海医学,2017,40(2):126-128.
- [11] FREY U, BRODBECK T, MAJUMDAR A, et al. Risk of severe asthma episodes predicted from fluctuation analysis of airway function[J]. Nature, 2005, 438(7068):667-670.
- [12] SONG P, ZHA M, XIA W, et al. Asthma-chronic obstructive pulmonary disease overlap in China: prevalence, associated factors and comorbidities in middle-aged and older adults[J]. Curr Med Res Opin, 2020, 36(4):667-675.
- [13] 万晓旭,赵月环,刘秀春,等. 肺功能检测技术与临床应用研究现状[J]. 社区医学杂志,2018,16(21):1618-1622.
- [14] 方向韶,李祖勇,陈国军. 便携式肺功能仪与传统肺功能仪测量参数的相关性分析[J]. 岭南急诊医学杂志,2015,20(5):375-380.
- [15] 江宏,韩江娜,许文兵,等. 动态肺量测定在支气管哮喘诊断和鉴别诊断中的价值[J]. 中国医学科学院学报,2009,31(4):488-493.
- [16] 张莹莹,刘敏,余春晓,等. 动态肺功能检查在呼吸道过敏性疾病诊治中的应用[J]. 国际呼吸杂志,2018,38(16):1261-1264.
- [17] 王雪纯,罗洋,蔡丹. 便携式脉搏血氧饱和度测量仪在肺癌患者中应用效果观察[J]. 护理学报,2016(1):65-67.
- [18] 马瑜,付强强,楼文政,等. 便携式血氧饱和度监测仪的卫生技术评估及专利分析[J]. 中国医疗设备,2020,35(7):152-157.
- [19] MELANI A S, BONAVIA M, CILENTI V, et al. Inhaler mishandling remains common in real life and is associated with reduced disease control[J]. Respir Med, 2011, 105(6):930-938.
- [20] ROTHE T, SPAGNOLO P, BRIDEVAUX P O, et al. Diagnosis and management of asthma-the swiss guidelines[J]. Respiration, 2018, 95(5):364-380.
- [21] MOORE A, PREECE A, SHARMA R, et al. A randomised controlled trial of the effect of a connected inhaler system on medication adherence in uncontrolled asthmatic patients[J]. Eur Respir J, 2021, 57(6):2003103.
- [22] CHAN AHY, PLEASANTS R A, DHAND R, et al. Digital inhalers for asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a scientific perspective[J]. Pulm Ther, 2021, 7(2):345-376.
- [23] 动脉网. 哮喘行业研究报告(下):数字化哮喘管理市场超百亿元人民币规模,国内外21款产品直击哮喘管控5大痛点[2018-07-31]. http://k.sina.com.cn/article_5334569296_13df7115002000acu1.html.
- [24] NORMANSELL R, KEW K M, STOVOLD E. Interventions to improve adherence to inhaled steroids for asthma[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2017, 4(4):CD012226.
- [25] KOSSE R C, BOUVY M L, DE VRIES T W, et al. Effect of a mHealth intervention on adherence in adolescents with asthma: a ran-

domized controlled trial[J]. Respir Med, 2019, 149:45–51.

[26] KVEDARIENĖ V, BURZDIKAITĖ P, ČESNAVIČIŪTĖ I. mHealth and telemedicine utility in the monitoring of allergic diseases [J]. Front Allergy, 2022, 3:919746.

[27] MORTON R W, ELPHICK H E, RIGBY A S, et al. STAAR: a randomised controlled trial of electronic adherence monitoring with reminder alarms and feedback to improve clinical outcomes for children with asthma[J]. Thorax, 2017, 72(4):347–354.

[28] COOK K A, MODENA B D, SIMON R A. Improvement in asthma control using a minimally burdensome and proactive smartphone application[J]. J Allergy Clin Immunol Pract, 2016, 4(4):730–737.

[29] BOUSQUET J, ANTO J M, BACHERT C, et al. ARIA Digital anamorphosis: digital transformation of health and care in airway diseases from research to practice[J]. Allergy, 2021, 76(1):168–190.

[30] SOFIEV M, PALAMARCHUK Y, BÉDARD A, et al. A demonstration project of global alliance against chronic respiratory diseases: prediction of interactions between air pollution and allergen exposure—the mobile airways sentinel network—impact of air pollution on asthma and rhinitis approach[J]. Chin Med J, 2020, 133(13):1561–1567.

[31] TAN R, CVETKOVSKI B, KRITIKOS V, et al. Identifying an effective mobile health application for the self-management of allergic rhinitis and asthma in Australia[J]. J Asthma, 2020, 57(10):1128–1139.

[32] FREEMAN A T, STAPLES K J, WILKINSON T M A. Defining a role for exercise training in the management of asthma[J]. Eur Respir Rev, 2020, 29(156):190106.

[33] EVARISTO K B, SACCOMANI M G, MARTINS M A, et al. Comparison between breathing and aerobic exercise on clinical control in patients with moderate-to-severe asthma: protocol of a randomized trial[J]. BMC Pulm Med, 2014, 14:160.

[34] FRANCA-PINTO A, MENDES F A, DE CARVALHO-PINTO R M, et al. Aerobic training decreases bronchial hyperresponsiveness and systemic inflammation in patients with moderate or severe asthma: a randomised controlled trial[J]. Thorax, 2015, 70(8):732–739.

(2022–10–16 收稿)

·读者·作者·编者·

《天津医科大学学报》对缩略语的使用说明

文题原则上不能使用缩略语,文中应尽量减少缩略语。公认的缩略语在文中可以直接使用。未公布的名词术语,请按照如下规则进行缩写:原词过长且在文中出现 3 次以上者,可在第一次出现时写出全称,并在括号内写出缩略语。不超过 5 个汉字的名称不宜使用缩略语,以免影响文章的可读性。

缩略语	中文名称	缩略语	中文名称
ADA	美国糖尿病协会	MRI	磁共振成像
CT	电子计算机体层扫描	MtDNA	线粒体 DNA
ELISA	酶联免疫吸附试验	OR	优势比
HE	苏木素-伊红	PCR	聚合酶链反应
HIV	人类免疫缺陷病毒	PET	正电子发射断层摄影术
HbA1c	糖化血红蛋白	Real-time PCR	实时定量聚合酶链反应
HR	风险比	RT-PCR	反转录聚合酶链反应
ICU	重症监护治疗病房	WHO	世界卫生组织

本刊编辑部