

人机共融,天人合一

——关于康复机器人应用与发展的思考

励建安¹

斗转星移,悠然间,我们来到了21世纪,来到了机器与人融合的时代。多年来反复思考康复机器人的诞生和发展,从而萌生了组织这个专辑的构想。为此邀请了几位在康复机器人研究方面有造诣的专家,从多个视角阐述康复机器人的研究进展和未来发展方向。本文则浅析个人对康复机器人的思考和梦想。

1 康复机器人的人性

1.1 健康与康复

健康是指人与环境和谐统一的状态,即天人合一。任何原因导致人和环境的不和谐就是功能障碍(失能),即非健康状态。影响健康的关联因素不仅是疾病、外伤、先天畸形、心理障碍等病理因素,也包括衰老、妊娠/分娩、发育问题等生理因素,此外还受外因和内因的影响。外因主要包括医疗服务、硬件和环境、社会态度和习俗、政策(例如医保政策)等因素。内因主要是年龄、性别、人种、主观能动性。康复针对所有的关联因素,促使失能者功能改善和提升至最高可能的水平。康复的对象不仅是已经有功能障碍的人,也包括正在经历或者将要经历功能障碍的个体。这就表明了康复医学与临床医学和预防医学的交叉融合关系。

1.2 康复路径

康复的路径包括功能改善(康复训练和治疗)、代偿(矫形器和辅助器具)、替代(假肢、轮椅等)和环境改造(无障碍设施、政策、习俗和态度等)。在这个路径中,关联的手段不仅包括物理治疗(PT)、作业治疗(OT)、言语和吞咽治疗(ST)、假肢与矫形器(P&O)、手法治疗,以及中国传统康复治疗,现在还拓展到文体治疗、职业治疗、康复护理、康复心理等领域。随着21世纪的科技进步,许多康复新技术不断涌现,例如神经调控技术、虚拟情景技术、康复机器人技术。这些新技术丰富了康复医疗的内涵,逐步凸显其特殊的临床价值。其中康复机器人无疑具有特殊的学术和临床地位。

1.3 康复机器人的人性

康复机器人应该具有人的基本性质,即感知、认知(思维)、决策、表达和交流、行动和协同、自我学习和适应、道义和仁爱,能够独立或辅助实现特定人体功能的一种自动化机器。康复机器人不仅可以用于评价人体能力,辅助实现原本弱化或者丧失的人体功能,也可以通过反复应用,发挥功能训练的作用,实



励建安主编

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.08.001

1 南京医科大学第一附属医院康复医学中心,210029

第一作者简介:励建安,男,教授,主任医师;收稿日期:2020-07-28

现功能康复的效果。

2 康复机器人的范畴

所有人体功能与康复机器人的应用关联,包括运动(行动)能力、生活自理能力、言语/吞咽能力、大小便处理能力、清洁自身能力、社会交往能力、工作能力、学习能力等。

2.1 运动(行动)机器人

(1)根据应用的方式分为固定式机器人和可穿戴机器人(外骨骼机器人)。外骨骼机器人主要用于辅助行走。固定式机器人主要用于康复训练。可穿戴机器人的发展十分迅猛,目前的发展趋向是:软体材料和组合结构、能实时理解人体运动意图(人机共融)和协同控制,能根据患者能力恢复自动调整辅助动力,轻便、安全、可靠。

(2)根据应用的肢体分为上肢机器人、下肢机器人;也可以进一步细分为髋关节、膝关节和踝关节机器人、上肢和手机机器人等多种组合搭配形式。

(3)根据驱动力的传递方式分为外骨骼机器人和软体机器人(绳索、液压、气动、人工肌肉等)。

(4)其他形式的行动机器人:行动不止可以利用肢体完成,也可以用其他工具完成。例如轮椅、电动车、汽车等。新型的电动车具有轻松体位转移(床/车转移)和体位转化(坐/站转换)、自动导航和驾驶、遥控和语音控制电动车移动等功能。不仅可以用于人的行动,也可以融合为体现人的意图的物流机器人。

2.2 生活自理机器人

生活自理包括穿脱衣物、大小便、盥洗身体、修饰、烹饪、洗衣、清洁等。目前已经有大小便处理机器人和洗澡机器人,口腔清理、喂饭、修饰、烹饪和备餐机器人还有待研发。该方向的机器人应用可以从根本上改变当前护工的模式,催生照护师职业的形成。

2.3 交流和学习机器人

最简单的交流和学习机器人就是人机对话装置,用于导医、宣教、医患沟通、心理抚慰、居家康复指导等。还可以嵌入虚拟情景、翻译、文字和语言转换等功能,也可以用于学习、认知训练和心理治疗、职业训练等。该类机器人需要有充分的语音识别和患者意图识别能力,特别是需要有自我学习和自动知识更新的能力。这是值得高度重视研发和应用的大方向。

2.4 远程康复机器人

远程康复机器人的关键部件是七轴机器人手臂,不仅可以灵活地实现所有上肢的功能动作,还可以加装有特殊功能的手件。此装置的信息与5G提供的高速信息通路结合,可以克服过去远程医疗装置可视可说不可动和信息时延长的弊端,使得远程功能评估、诊断(体检、超声等)、注射治疗(封闭、神经阻滞、穴位注射等)、手法(推拿、按摩、针灸等)、理疗、康复训练和指导等康复医疗可以有效进行。这个方向已经具有良好的基础,可望成为潜力巨大的新市场。

2.5 智慧医疗机器人

以可穿戴式生理信息和设备信息采集、5G传输、云平台、大数据和人工智能分析为特征的智慧康复机器人,可以实现医院-家庭/个人的无缝连接,促使居家康复和机构康复有机地整合,实现康复功能评定-方案制定-任务分配-疗效评定-方案再调整的自动反馈闭环。其中可穿戴装备、传感器技术、高速传输、海量存储、人工智能分析是关键。人工智能分析必须建立在康复医学专家的知识和技能的基础之上。跨学科的合作将是关键的技术平台。

3 康复机器人与康复专业人员

康复机器人是康复专业人员的派生衍生物,有优势,也有缺点。

3.1 机器人的优势

可以大大提升基于逻辑判断的康复医疗工作效率和稳定性,确保预定训练动作精确地重复,保证工作质量,减少运动损伤和人为失误率、降低劳动力成本等。此外,机器人的工作时长、相对成本较低、不受个人情绪和训练水平的影响,从而使管理和质量控制相对容易。

3.2 机器人的弱点

关键的弱点是非逻辑医疗情境和特殊情况(例如合并症、并发症)的处置和新方法/新理念/新思维的创造。为此,康复机器人是康复专业人员的又一条工作手臂,而不是替代。

4 康复机器人的挑战与希望

4.1 挑战

机器和人之间最大的结合点是人的思维和意图识别。思维和意图并非简单可以用脑电信号来解析。机器仿生人的运动动作所消耗的能量比肌肉的运动要高很多,精细程度要差很多。迄今为止,机器人并不能完成所有康复专业人员的技术操作。此外,材料、传感器、反馈路径和模式、数据分析模型与临床实用都有一定的距离。特别是机器人的自我学习能力、适应能力和创造能力都需要理论上的突破。而机器人最难突破的是人类具有的道义感和仁爱心。

4.2 希望

21世纪是健康与生命科学为中心的时代。健康是科技革命和社会发展最强大的推动力。康复机器人作为人类大健康产业最重要的技术之一,无疑将为医学(包括预防医学、临床医学和康复医学)提供创新性的手段和路径,使得过去不可见的成为可见,不可能的成为可能。康复机器人也将为医学体制改革、医学模式的更新和人类健康寿命的延长提供强劲的动力。

康复机器人体现了天人合一的健康理念,贯穿着改善-代偿-替代-环境改造的康复路径,是医工结合、多学科合作和科技进步的结晶,为功能障碍者插上康复的翅膀。

