

计算机，影响头部反复改变位置，造成需被迫进行多次眼控系统校正进而降低使用效率(图四)。

整体而言，使用上仍需短期训练及维持良好坐姿摆位方能顺畅使用眼控系统，且由于个案具有操作计算机设备及文书软件能力，配合屏幕键盘，利用眼控鼠标及右侧中指操控微动开关进行按键-Click，可完成文字输入并于文书软件内键入己身需求，藉以表达情绪及进行沟通。

后续追踪辅具使用情形

个案表示，平时若与外籍看护表达需求时，皆使用眼控系统键入文字于计算机，简单短句或单词来陈述哪些部份需要协助或陈述其想法，因大部份时间需经常性追视聚焦于计算机屏幕上，长时间使用下容易眼球干涩，故文字输入时多为简单语词约 3 至 5 字，以节省使用频率。个案自述平常亦常浏览社群平台或使用通讯软件与亲友互动，能使用网络观看新闻或查询数据，重要的是，个案可独立使用辅具设备操控计算机，不需求助于他人，重新拾起社交圈并与亲友或病友共享生活点滴，使其生活质量大大提升。

结论

Eye tracking 技术一推出即成为科技新宠，但造价不菲，售价约新台币四十至五十万。距推出至今已行之多年，逐渐成熟的技术和普及化的价格，其延伸接口设备的设计运用也撞击出不少新的火花。除在科技领域占有一席之地外，更于医疗和教育界立下一面旗帜，造福社会大众。无论是脑性麻痹的儿童及成人、半侧偏瘫的中风患者、脊髓损伤患者或是肌肉萎缩等等... 肢体或口语障碍者，皆能透过专业治疗师评估后，进行适配使用。

与照顾者或亲友沟通，对于身心障碍者来说是一件日常生活中不可或缺的互动模式。接下来，透过眼控系统进行学习、就业，目前台湾已有产品开发商正尝试将常用的字处理、会计报表、图像处理等软件整并于系统上，让患者不假他人之手也能独立工作，让他们重新找回自己在社会中的价值，才是更有意义的事。



康复机器人的分类探讨

喻洪流、张飞

上海理工大学 康复工程系

摘要：康复机器人是一种用于帮助老年人或残疾人进行生活辅助及功能治疗的设备，是康复医学和机器人技术的完美结合。其不仅把机器人用作功能障碍患者的生活辅助及功能治疗工

具，而且将运动神经康复治疗技术和机器人进行融合，提高临床康复效果，在康复医疗过程中发挥作用^[1-2]。目前，康复机器人已广泛应用于康复护理、康复治疗等方面。另外，随着机电交互、智能控制及机器人等技术的不断发展，先进的机器人技术不断地引入到康复工程中，康复机器人将更加智能化、人性化、轻量化、便携化。本文在对不同类型康复机器人的最新技术进展进行了分析总结的基础上，将康复机器人进行系统性地分类，然后，对康复机器人未来的发展趋势进行了展望。

关键词： 康复机器人； 康复医学； 生活辅助； 功能治疗

1 当前国内外对康复机器人的分类

目前国际标准还没有对康复机器人进行具体分类，许多学者对康复机器人的分类也具有不同的论述。由 Joel A. DeLisa 等美国著名物理医学与康复专家编写的《DeLisa 物理医学与康复医学理论与实践》将康复机器人分为四大类机电一体化产品：机器人辅具、假肢、矫形器、康复治疗机器人。加拿大 H.F.Machiel Van der Loos 副教授和美国 David J.Reinkensmeyer 教授指出：康复机器人领域在分为治疗机器人和辅具机器人基础上，还包括智能假肢、功能神经电刺激(FNS)和 ADLs 诊断与监测技术等^[3]；马来西亚 Fitri Yakub 教授等人将康复机器人分为治疗型康复机器人和辅助型康复机器人，并将治疗机器人又按治疗类型的不同分为情绪治疗型康复机器人和物理治疗型康复机器人，把辅助型康复机器人又分为社会交互辅助型和物理交互辅助型^[4]；北京大学第一医院康复医学科的周媛博士等将康复机器人粗略分为辅助/替代型、训练/治疗^[4]。

2 康复机器人的总体分类

经过对国内外相关文献知识的研究发现，将康复机器人分为辅助类和治疗类两大类的分类方法得到较多的认同。经过对康复机器人的功能用途分析，本文将康复机器人分为两个大类，包括功能治疗类康复机器人和生活辅助类康复机器人。再按功能的不同又分为四个子类，并对四个子类进行了细分，其详细分类情况如表 1 所示。

表 1 康复机器人分类

康 复 机 器 人	大类	子类	次类	
	康复训练类康复机器人	功能训练型康复机器人	固定式上肢康复训练机器人	末端引导上肢康复机器人
外骨骼式上肢康复机器人（可穿戴非移动式）				
固定式下肢康复训练机器人				外骨骼式下肢康复机器人（可穿戴非移动式）
			末端支撑式下肢康复机器人	
功能增强型康复机器人（恢复+辅助）		移动式助行康复机器人		
		外骨骼式上肢康复机器人（可穿戴移动式）		
		外骨骼式下肢康复机器人（可穿戴移动式）		
生活辅助	功能代偿型康复机器人	智能假肢		

		功能辅助型康复机器人	智能辅助机械臂
			智能轮椅
			移位机器人
			导盲机器人
			智能护理床
			个人卫生护理机器人
			陪护机器人
			其他

2.1 康复训练类康复机器人的范畴与分类

康复训练类康复机器人作为医疗用康复机器人的主要类型，可以帮助功能障碍患者通过主、被动的康复训练模式完成各运动功能的恢复训练，减轻服务人员的劳动强度，解决人工帮助训练达不到全身所有肌肉和关节长时间活动的问题，如：行走训练、手臂运动训练、脊椎运动训练、颈部运动训练。此外，一些康复训练类康复机器人还兼具诊断、评估功能并结合虚拟现实以提高康复效率。功能治疗类康复机器人按作用类型不同又可分为功能训练型康复机器人、功能增强型康复机器人两个子类^[5]。

2.1.1 功能训练型康复机器人

功能训练型康复机器人主要是在康复医学的基础上，通过一定的机械结构及工作方式，引导及辅助具有功能障碍的患者进行康复训练。由于功能训练型康复机器人的体积庞大及结构复杂，一般为固定平台式，使用者需在特定的指定点使用。所以其即不能达到生活辅助功能，也不能起到功能增强作用。功能训练型康复机器人按作用的部位不同可分为：固定平台式上肢康复训练机器人和固定平台式下肢康复训练机器人^[6]。

固定平台式上肢康复机器人是基于上肢各关节活动机制而设计的用于辅助上肢进行康复训练的康复设备，按其作用机制不同可分为末端支撑式、悬吊式和外骨骼式。

末端支撑式上肢康复机器人是一种以普通连杆机构或串联机构为主体机构，通过对上肢功能障碍患者的上肢运动末端进行支撑及按预定轨迹引导上肢功能障碍患者做被动训练，以达到康复训练的目的康复设备。末端导引式上肢康复机器人结构简单，易于产业化，与人体接触少，较为安全可靠。具有代表性的末端支撑式上肢康复机器人有日本大阪大学研制的上肢康复训练系统 6DOF-Robotherapist^[7]、麻省理工大学研制的 MIT-MANUS 上肢康复机器人^[8]；悬吊式上肢康复机器人是一种以普通连杆机构及绳索机构为主体机构，依靠电缆或电缆驱动的操纵臂来支持和操控患者的前臂，可使上肢功能障碍患者的上肢在减重的情况下实现空间任意角度位置的主、被动训练的康复设备。具有代表性的悬吊式上肢康复机器人有意大利 Padua 大学研制的 NeReBot 上肢康复机器人^[9]、瑞士 Hocoma 公司的 Armeo Boom 上肢康复训

练系统^[10]；非移动式外骨骼上肢康复机器人是一种基于人因工程模拟人体上肢结构及各关节运动机制而设计的用于辅助上肢功能障碍患者进行康复训练的康复辅助设备。非移动式外骨骼上肢康复机器人根据其特殊的机械结构紧紧依附于上肢功能障碍患者的上肢，带动上肢功能障碍患者进行上肢的主、被动训练。具有代表性的非穿戴式外骨骼上肢康复机器人有瑞士苏黎世大学研究的 ARMin 上肢康复机器人^[11]、瑞士 Hocoma 公司的 Armeo®Spring、Armeo®Power 等上肢康复机器人^[12-13]。

固定平台式下肢康复训练机器人是基于下肢各关节活动机制而设计的用于辅助下肢进行康复训练的康复设备，按其作用机制和工作方式的不同可分为外骨骼式和末端支撑式。非移动式外骨骼下肢康复机器人是一种基于模拟步态并在各关节处配置相应自由度及活动范围，可自行进行步态模拟工作的康复设备。当工作时，非移动式外骨骼下肢康复机器人通过机械机构及绑带将使用者上身固定或进行悬吊，在带动上肢功能障碍患者进行上肢的主动训练或被动训练的同时，可为患者提供保护和身体支撑作用。具有代表性的非移动式外骨骼下肢康复机器人有瑞士苏黎世 Balgrist 大学医院的脊椎损伤康复中心与瑞士 Hocoma 医疗器械公司合作的 Lokomat^[14]下肢康复机器人、德国 Reha-Stim 研究所研制的 Gait Trainer 下肢康复机器人^[15]；末端支撑式下肢康复机器人通过其主运动部件与下肢功能障碍患者的下肢末端相接触，在模拟步态基础上，支撑引导下肢功能障碍患者实现下肢各关节的主、被动协调训练，从而达到应有的下肢康复训练效果。具有代表性的末端支撑式下肢康复机器人有以色列 Motorika 和 Healthsouth 公司联合研制的 Autoambulator 下肢康复机器人^[16]、Hocoma 公司针对运动神经受损和需要长期卧床的病人研发的 Erigo 康复系统^[17]。

2.1.2 功能增强型康复机器人

功能增强型康复机器人根据其不同的功能及结构设计，体积及结构较为轻巧。功能增强型康复机器人不仅可帮助患者进行康复训练以恢复肢体功能而且还具有功能辅助作用，从而达到功能增强的效果。功能增强型康复机器人根据工作方式及工作部位的不同，可分为：移动式助行康复机器人、可移动式外骨骼上肢康复机器人、可移动式外骨骼下肢康复机器人等。

移动式助行康复机器人一种基于康复医学原理，在提供辅助行走功能的同时，可以使下肢功能障碍患者进行下肢康复训练的康复辅助设备。其可以帮助行走功能障碍患者进行行走功能康复训练或减重训练。具有代表性的移动式助行康复机器人有新西兰 Rex Bionics 公司的 Rex-Exoskelett 下肢外骨骼助行康复机器人^[18]、韩国西江大学研制的 SUBAR 外骨骼式助行机器人^[19]。

可移动式外骨骼上肢康复机器人一种可持续、周期性地牵引上肢功能障碍患者的患肢关节做周期性运动的康复设备，其加速关节软骨及周围韧带和肌腱的愈合和再生，从而达到上肢的康复训练。另外，可移动式外骨骼上肢康复机器人也可以为使用者提供生活辅助。具有

代表性的可移动式外骨骼上肢康复机器人有美国 Myomo 肘关节训练器^[20]、美国宾夕法尼亚大学研制的 Titan Arm 可穿戴机械臂^[21]、香港理工大学研制的外骨骼手指康复机器人^[22]。

可移动式外骨骼下肢康复机器人是一种穿戴于下肢功能障碍患者下肢外部的康复设备。通过各种控制元件控制驱动单元，从而控制各活动部件，在辅助下肢功能障碍患者行走的同时也辅助其进行康复训练。具有代表性的可移动式外骨骼下肢康复机器人有、以色列 ReWalk 机械公司研制 ReWalk Robotic 外骨骼系统^[23]、美国 Ekso Bionics 公司研发的 Ekso Bionics 可穿戴式仿生机械腿^[24]、美国 Parker 公司研制的 Lndego 下肢康复机器人^[25]。

2.2 生活辅助类康复机器人范畴与分类

生活辅助类康复机器人主要利用机器人为行动不便的老年人或残疾人提供各种生活辅助，补偿他们弱化的机体功能，如智能假肢、智能轮椅、智能辅助机械臂等。此外，一些生活辅助类康复机器人还具有生理信息检测及反馈技术，为使用者提供全面的生活保障。生活辅助类康复机器人按作用功能不同可分为功能替代型康复机器人、功能辅助型康复机器人两大类。

2.2.1 功能代偿型康复机器人

功能代偿型康复机器人作为部分肢体的替代物，替代因肢体残缺而丧失部分功能的患者的部分肢体，从而使患者得以最大可能地实现部分因残缺而丧失的身体机能。功能代偿型康复机器人按作用不同可分为：智能假肢、智能辅助机械臂、智能轮椅等。

智能假肢又叫神经义肢或生物电子装置，其原理是利用现代生物电子学技术为患者把人体神经系统与图像处理系统、语音系统、动力系统等装置连接起来以嵌入和听从大脑指令的方式替代这个人群的躯体部分缺失或损毁的人工装置。智能假肢包括上肢智能假肢与下肢智能假肢。具有代表性的上肢智能假肢有德国奥托博克公司的 Michelangelo 智能假手^[26]、英国 RSL Steeper 公司的 Bebionic3 肌电假手^[27]。具有代表性的下肢智能假肢有德国奥托博克公司的 Genium 智能仿生假肢和 C-Leg 智能仿生大腿膝关节^[28]、冰岛 Ossur 公司的 Power Knee 智能假肢^[29]。

智能辅助机械臂是一种用于生活辅助的机械臂，其结构类似于普通工业机械臂，主要作用是老年人或残疾人等上肢功能不健全的人群提供一定的生活辅助。智能辅助机械臂的服务对象是人，所以需要研究人机交互、人机安全等诸多问题，这与工业机器人的最大区别。其关键技术涵盖机器人机构及伺服驱动技术、机器人控制技术、人机交互及人机安全技术等。具有代表性的智能辅助机械臂有日本产业技术综合研究所研制的 RAPUDA 辅助机器人臂^[30]、荷兰康复研究协会研制的 Manus 机械臂^[31]、美国 Desin 机器人公司自主研发的 OBI 喂食机器人。

智能轮椅是一种将智能机器人技术与电动轮椅相结合，用于辅助使用者行走的辅助设备，其融合多种领域的研究，在传统轮椅上叠加控制系统、动力系统、导航系统、检测反馈系统等。可实现多姿态转换、智能控制及智能检测与反馈功能，智能轮椅也被称智能式移动

机器人。具有代表性的智能轮椅有麻省理工智能实验室研究的 WHEELSLEY 智能轮椅^[32]、法国的 VAHM 项目研制的智能轮椅^[33]、日本 AISIN 精机和富士通公司共同研制开发的 TAO Aicle 智能轮椅^[34]。

2.3.2 功能辅助型康复机器人

功能辅助型康复机器人，是通过部分补偿机体功能以增强老年人或残疾人弱化的机体功能来帮助他们完成日常活动的一类康复辅助设备。功能辅助型康复机器人主要包括移位机器人、导盲机器人、护理床、个人卫生机器人、陪护机器人等。

移位机器人是一种能够根据所测压力自动协调各部位马达的输出功率，通过机器臂调整卧床患者的姿态位置的生活辅助设备。移位机器人基于多传感器数据融合技术及智能控制技术，可分析检测附近环境信息及护理对象生理数据信息。具有代表性的移位机器人有日本 RIKEN 公司和 Sumitomo Riko 有限公司联合研制的 Robear 护理机器人^[35]、美国 Vecna Robotics 公司研制的 BEAR 救援机器人^[36]。

导盲机器人是集环境感知、动态决策与规划、行为控制与执行等多种功能于一体的综合系统，它通过多种传感器对周围环境进行探测，将探测的信息反馈给视觉障碍者，帮助弥补他们视觉信息的缺失以避免日常生活中的障碍物，成功行走至目的地，有效提高其生活质量。它属于服务机器人范畴。导盲机器人作为视觉障碍者提供环境导引的辅助工具，具有代表性的导盲机器人有日本 NSK 公司研制的机器导盲犬、美国匹兹堡大学的 VA—PAMAID (Veterans Affairs Personal Adaptive Mobility Aid) 移动辅助机器人^[37]等。

智能护理床是一种为生活不便或瘫痪在床的老年人和残疾人提供生活护理而设计的生活辅助设备。智能护理床不仅可以通过连杆铰链的机械结构，以及直线推杆作为动力源，实现患者翻身、起背、屈伸腿等辅助换姿活动，还可以基于传感器应用的生理参数监测系统以及人机交互系统检测人体生理参数监测系统，判断人体的生理状况。智能护理床机器人中比较有代表性的有美国 Stryker medical 公司的 InTouch 护理床^[38]、瑞典 Arjo Huntleigh 公司的 Enterprise 9000^[39]。

个人卫生护理机器人是一种为那些因为不同原因导致的生理能力下降或功能丧失而无法实现自我照料的老年人、残疾人和无知觉病人而设计的生活辅助装置。其通过微控制器及多传感器融合技术，检测生命体特征，再经过按键或语音控制方式，控制个人卫生机器人进行相应动作。个人卫生机器人包括大小便处理机器人和辅助洗澡机器人。具有代表性的个人卫生机器人主要有日本安寝 Smilet 全自动智能排泄处理机器人、日本设计的 Avant Santelubain 999 自动洗澡机。

陪护机器人是一种具有生理信号检测、语音交互、远程医疗、自适应学习、自主避障等功技术的多功能服务机器人。能够通过语音和触屏交互系统与使用者进行沟通，并通过多方位检测设备检测使用者的生理数据信息，从而进行相应实施处理。具有代表性的陪护机器人有美国加州大学旧金山分校研制的 Tug 机器人^[40]、德国弗劳恩霍夫制造技术和自动化研究所研制的 Care-0-bot®4^[41]。

3 康复机器人发展趋势及展望

由于智能化的需要，当前康复机器人技术的发展趋势逐渐倾向于智能人机交互技术、环境智能感知技术、自适应智能控制技术等方面发展。以视觉交互、语音交互、脑机接口为代表的智能人机交互技术和利用激光、红外、超声、声纳的环境智能感知技术越来越多地应用到康复机器人设备上实现更好的控制与检测反馈。

康复机器人也更多地向轻量化、便携式发展，将碳纤维、稀土永磁等新型材料及石墨烯电池技术应用于康复机器人使其轻便，且具有足够的强度、韧性、更强的续航能力，同时不会影响穿戴者的健康。另外，用良好的人机工程学设计使使用者从心理上接受也非常关键。模块化设计为推动康复机器人的实用提供了新的概念和思路。

从整体来看，康复机器人最大的发展趋势就是物联网化。通过物联网化实现远程人机交互、远程医患交互、人机智能交互，使康复不再是单一的一项任务，而是成为一个系统工程，从而实现更好的康复。判断人体的生理状况。智能护理床机器人中比较有代表性的有美国 Stryker medical 公司的 InTouch 护理床^[38]、瑞典 Arjo Huntleigh 公司的 Enterprise 9000^[39]。

个人卫生护理机器人是一种为那些因为不同原因导致的生理能力下降或功能丧失而无法实现自我照料的老年人、残疾人和无知觉病人而设计的生活辅助装置。其通过微控制器及多传感器融合技术，检测生命体特征，再经过按键或语音控制方式，控制个人卫生机器人进行相应动作。个人卫生机器人包括大小便处理机器人和辅助洗澡机器人。具有代表性的个人卫生机器人主要有日本安寝 Smilet 全自动智能排泄处理机器人、日本设计的 Avant Santelubain 999 自动洗澡机。

陪护机器人是一种具有生理信号检测、语音交互、远程医疗、自适应学习、自主避障等功技术的多功能服务机器人。能够通过语音和触屏交互系统与使用者进行沟通，并通过多方位检测设备检测使用者的生理数据信息，从而进行相应实施处理。具有代表性的陪护机器人有美国加州大学旧金山分校研制的 Tug 机器人^[40]、德国弗劳恩霍夫制造技术和自动化研究所研制的 Care-0-bot^{®4}^[41]。

3 康复机器人发展趋势及展望

由于智能化的需要，当前康复机器人技术的发展趋势逐渐倾向于智能人机交互技术、环境智能感知技术、自适应智能控制技术等方面发展。以视觉交互、语音交互、脑机接口为代表的智能人机交互技术和利用激光、红外、超声、声纳的环境智能感知技术越来越多地应用到康复机器人设备上实现更好的控制与检测反馈。

康复机器人也更多地向轻量化、便携式发展，将碳纤维、稀土永磁等新型材料及石墨烯电池技术应用于康复机器人使其轻便，且具有足够的强度、韧性、更强的续航能力，同时不

会影响穿戴者的健康。另外，用良好地人机工程学设计使使用者从心理上接受也非常关键。模块化设计为推动康复机器人的实用提供了新的概念和思路。

从整体来看，康复机器人最大的发展趋势就是物联网化。通过物联网化实现远程人机交互、远程医患交互、人机智能交互，使康复不再是单一的一项任务，而是成为一个系统工程，从而实现更好的康复。

参考文献

1. 张晓玉, 王凯旋. 机器人辅助技术、康复机器人与智能辅具[J]. 中国康复, 2013, 28(4):246-248.
2. 周媛, 王宁华. 康复机器人概述[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(4):400-403.
3. Van der Loos H F M, Reinkensmeyer D J. Rehabilitation and health care robotics[M]//Springer Handbook of Robotics. Springer Berlin Heidelberg, 2008: 1223-1251.
4. Yakub F, Md Khudzari A Z, Mori Y. Recent trends for practical rehabilitation robotics, current challenges and the future. [J]. International Journal of Rehabilitation Research, 2014, 37(1):9-21.
5. 喻洪流, 石萍. 康复器械技术及路线图规划[M]. 东南大学出版社, 2014.
6. 喻洪流. 国内外康复工程技术教育发展概况[J]. 世界康复工程与器械, 2011, 1(1): 38~41.
7. Furusho J, Kikuchi T, Haraguchi M. Development of rehabilitation systems for upper limbs: EMUL, robotherapist, and PLEMO[J]. Assistive Technology Research, 2011, 28:84-92.
8. 胡鑫, 喻洪流, 王振平等. 脑卒中上肢康复训练机器人的研究进展与展望[J]. 世界康复工程与器械, 2014, 4(3): 23~28.
9. Maciejasz P, Eschweiler J, Gerlach-Hahn K, et al. A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. [J]. Journal of Neuroengineering & Rehabilitation, 2014, 11(1):1-29.
10. Loeza P, Villalon M A I, Ayala D V. Case Report: Using ArmeoBoom and Lokomat with a MS patient [J]. 2015.) (Jäger S. Armeoboom in der Armrehabilitation - In der Klinik im Einsatz, zu Hause im Test[J]. Ergopraxis, 2011, 4(5):26-29.
11. Nef T, Mihelj M, Kiefer G, et al. ARMin - Exoskeleton for Arm Therapy in Stroke Patients[C]// IEEE, International Conference on Rehabilitation Robotics. 2007:68-74.
12. Colomer C, Baldoví A, Torromé S, et al. Eficacia del sistema Armeo®Spring en la fase crónica del ictus. Estudio en hemiparesias leves-moderadas[J]. Neurologia, 2013, 28(5):261 - 267.
13. Calabrò R S, Russo M, Naro A, et al. Who may benefit from Armeo Power® treatment? A neurophysiological approach to predict neurorehabilitation outcomes. [J]. Pm & R the Journal of Injury Function & Rehabilitation, 2016.
14. 王俊岭. Lokomat 下肢康复机器人训练对脑卒中患者心肺功能的影响[C]// 河南省中风康复护理新业务、新技术学术会议. 2013.
15. Iosa M, Morone G, Bragoni M, et al. Driving electromechanically assisted Gait Trainer for people with stroke[J]. Journal of Rehabilitation Research & Development, 2011, 48(2):135-46.
16. Krebs H I, Hogan N. Robotic Therapy: The Tipping Point[J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2012, 91(11 Suppl 3):págs. 115-125.
17. 易金花, 张颖, 官龙, 等. 脑卒中患者上肢康复训练系统研究进展[J]. 中国康复, 2013, 28(4):249-251.

-
18. Tamezduque J, Cobianugalde R, Kilicarslan A, et al. Real-time strap pressure sensor system for powered exoskeletons. [J]. *Sensors*, 2015, 15(2):4550–63.
 19. Xie S. Literature Review[M]// *Advanced Robotics for Medical Rehabilitation*. Springer International Publishing, 2016.
 20. 胡鑫, 喻洪流, 李继才等. 外骨骼式动力矫形器的研究现状与发展[J]. *世界康复工程与器械*, 2012, 2(2): 14–17.
 21. Mone G. A POWERFUL, PORTABLE, AND AFFORDABLE ROBOTIC EXOSKELETON[J]. *Popular Science*, 2014.
 22. Tong K Y, Ho S K, Pang P M K, et al. An intention driven hand functions task training robotic system[C]// *Conference: International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society IEEE Engineering in Medicine & Biology Society Conference*. 2010:3406–9.
 23. Esquenazi A, Talaty M, Packel A, et al. The ReWalk powered exoskeleton to restore ambulatory function to individuals with thoracic-level motor-complete spinal cord injury. [J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2012, 91(11):911–921.
 24. Lockheed Martin Unveils Exoskeleton Technology at AUSA Winter Symposium [J]. 2015.
 25. Aach M, Meindl R C, Geßmann J, et al. Exoskelette in der Rehabilitation Querschnittgelähmter[J]. *Der Unfallchirurg*, 2015, 118(2):130–7.
 26. Strasser B, Fuchs D. Role of physical activity and diet on mood, behavior, and cognition[J]. *Neurology Psychiatry & Brain Research*, 2015, 21(3):118–126.
 27. Al-Timemy A H, Khushaba R N, Bugmann G, et al. Improving the Performance Against Force Variation of EMG Controlled Multifunctional Upper-Limb Prostheses for Transradial Amputees[J]. *IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering A Publication of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society*, 2015:1.
 28. Lura D J, Wernke M M, Carey S L, et al. Differences in knee flexion between the Genium and C-Leg microprocessor knees while walking on level ground and ramps[J]. *Clinical Biomechanics*, 2015, 30(2):175–81.
 29. Wolf E J, Everding V Q, Linberg A A, et al. Comparison of the Power Knee and C-Leg during step-up and sit-to-stand tasks[J]. *Gait & Posture*, 2013, 38(3):397–402.
 30. Wakita Y, Oyama E, Yoon W K, et al. User evaluation of service robotic arms based on ICF through interviews with people with upper-limb disability[C]// *IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*. 2013:1282–1287.
 31. Tanaka H, Sumi Y, Matsumoto Y. Assistive robotic arm autonomously bringing a cup to the mouth by face recognition[J]. 2010:34–39.
 32. 顾余辉, 陈爽, 喻洪流. 智能轮椅的研究现状与趋势[J]. *世界康复工程与器械*, 2014, 4(1): 51–54.
 33. 王宇. 面向老人的智能轮椅的研究[D]. 苏州大学, 2015.
 34. Hatase T, Toda K, Matsumoto O. Intelligent Wheelchair Robot "TAO Aicle"[J]. *Prostate*, 2014, 74(12):1199 – 1208.
 35. Online H. "Robear": Experimenteller Pflegeroboter wird gefühlvoller[J]. *Heise Zeitschriften Verlag*, 2015.
 36. Kim T Y, Jung S, Wan S Y. Lumped Track Modeling for Estimating Traction Force of Vecna BEAR Type Robot[J]. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A*, 2015, 39(3):275–282.
 37. Rentschler A J, Simpson R, Cooper R A, et al. Clinical evaluation of Guido robotic walker. [J]. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 2008, 45(9):1281–93.
 38. Stryker InTouch Critical Care Bed[J]. *Biomedical Safety & Standards*, 2014, 44(Issue).

-
39. Leng W H, Cheng P A, Barilea D. Patient bed:, USD710507[P]. 2014.
 40. Marsh T. The Robots Will See You Now[J]. Robot, 2013.
 41. Kittmann R, Fröhlich T, Schäfer J, et al. Let me Introduce Myself: I am Care-O-bot 4, a Gentleman Robot[C]// Mensch und Computer 2015 - Proceedings. 2015.



【尖端科技于脑科职业治疗康复的应用-神经调节科技 (NEUROMODULATION) 和虚拟现实训练 (VIRTUAL REALITY)】

陳家樑 伍澤榮

香港九龙医院职业治疗部 脑神经科康复

前言

随着科技日渐普及，很多不同的生理传感器 (PHYSIOLOGICAL SENSOR) 和软件技术都能被应用于复康医疗当中，令很多在复康路上遇见「樽颈」的患者都能有再度提升和改善的机会，从而改善患者于日常生活的表现。本文会分享两项于我院这数年间重点发展的项目，藉此希望推动同业能更善用我们所介绍的科技。

神经调节科技 (NEUROMODULATION)

神经调节科技是直接作用于神经的技术。通过电流刺激或药物，或患者的自我调节训练，来改变或调节脑神经的活动。我们常用的技术包括有非侵入性脑刺激疗法 (NON INVASIVE BRAIN STIMULATION)，例如有透颅磁刺激 (TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION, TMS)，透颅直流电刺激 (TRANSCRANIAL DIRECT CURRENT STIMULATION, TDCS) 和脑神经反馈 (NEUROFEEDBACK) 等。

