

医疗

动力外骨骼 帮助残障人士再次行走

Indego 动力外骨骼设备通过陀螺仪和感应器来持续监测使用者的姿态并帮助保持平衡。同时，Indego 也能根据使用者的肌肉力量水平来调节施加的控制力度，帮助残障人士摆脱束缚独立行走。

文 | 派克汉尼汾公司

说起机械外骨骼，很多人会自然想到科幻电影《星际争霸》、《钢铁侠》或是漫画《机动战士高达》中的战斗机动装甲。随着科技的日新月异，这些神奇的机械外骨骼已经逐渐从想象走进了现实世界。

机械外骨骼最早的应用是在军事领域，用于帮助士兵更快地行走、跑动并携带更多的载重，从而提高单兵作战能力。在电影《明日边缘》中，主演汤姆·克鲁斯就是全副武装了一套军用动力外骨骼系统，完成了从菜鸟到战神的惊天大升级。

近年来，随着电池、电动机、微电子以及小型传感器技术的突飞猛进，动力外骨骼的技术被引入医疗用途，实现从功能上帮助有需要的残障人士。目前，范德堡大学和美国派克汉尼汾公司共同研发出了真正可应用于医疗的动力外骨骼设备 Indego，能够帮助下肢有残障的患者实现直立行走。

挣脱束缚，独立行走

十几年前，Michael Gore 在高空作业时从 12 ft (1 ft=0.305 m) 高的地方摔下，造成 T10 脊椎骨的



图 1 借助 Indego 动力外骨骼设备，Gore 不仅可以站立、行走和转弯，甚至还可以爬几格台阶



图2 Indego是目前唯一一款结合了功能性电刺激疗法的可穿戴外骨骼产品

脊髓断裂。当时医生告诉他，他无法再独立行走。Gore说，距离事发已经过去十多年，但他还是很难适应无法站立和行走的事实。

现在，借助Indego动力外骨骼设备，Gore不仅可站立、行走和转弯，甚至还能爬几格台阶（图1）。

Indego动力外骨骼设备能够从本质上帮助用户实现行走，它的工作原理和人类学习走路的过程基本一致。Indego通过陀螺仪和感应器来持续监测使用者的姿态并帮助保持平衡。同时，Indego也能根据使用者的肌肉力量水平来调节施加的控制力度。使用者戴上Indego后，将身体略微前倾即可站起，将上半身进一步前倾，使腰部周围的外骨骼设备振动，即可向前迈步。使用者将身体回倾一些，设备就会停止，若再次前倾，即可继续前进，直至再次后倾身

体停止行走。

作为一款可穿戴的设备，Indego选用了轻巧的材质，仅重27 lb（1 lb=0.454 kg），为其他外骨骼重量的40%~50%。同时，Indego被设计成一个紧凑的轻便型裸关节矫正器，不带任何脚踏板或笨重的背包组件，使用者可以穿着自己的鞋子，也可以佩戴该装置坐在自己的轮椅上。Indego采用模块化的设计，模块之间采用无外观接头和便于安装的捆扎带，使其能够便捷地进行安装和拆卸。Indego的这些特点使得患者在无需借助外力的情况下即可进行设备的穿戴并自行走动，为用户带来了前所未有的独立性。

在操作上，Indego的运行直观且流畅，将复制自然步态作为一种治疗手段。

Indego不仅能够为下肢残疾人士提供行走所需的全部力量和支撑，同时，它也可以为腿部仍有部分肌肉力量的使用者进行自动的辅助调节。这使得Indego不但适用于完全性脊髓损伤患者，也适合不完全性脊髓损伤、中风、多发性硬化症、外伤性脑损伤和其他神经性疾病患者。

Indego是目前唯一一款结合了功能性电刺激疗法的可穿戴外骨骼产品。功能性电刺激是一种被广泛应用的成熟康复技术，它对肌肉施加轻微的电脉冲，使其收缩和放松，从而帮助肌肉的复健。功能性电刺激疗法能够提高不完全截瘫者的腿部力量，对于完全截瘫者，它则有助于改善血液循环，预防骨质疏松，并减少肌肉萎缩（图2）。

辅助康复改善生活质量

脊髓损伤患者通常都承受着巨大的痛楚，伴有肌肉、骨头、皮肤和消化等种种问题，如果每天能进行哪怕半小时的站立与行走，这些

问题都将在很大程度上得到缓解和改善。并且，借助外骨骼设备，患者无需轮椅即可自由去到他们想去的地方，这对康复护理而言是一场巨大的改变。Indego带来的另一益处是使用者能够以正常人的方式与他人进行面对面的沟通与交流，更自然地融入社交场合，这对患者的心理治疗也有着非常大的帮助。

对于那些腿部仍有神经信号的轻度脊髓损伤患者，外骨骼设备也能在康复治疗过程中发挥巨大用途。在使用Indego外骨骼设备进行6~9个月的恢复之后，这些自身具备神经功能恢复的患者便能不依赖设备实现独立行走。中风患者也是如此，中风会导致大脑的严重性损伤，但在几乎所有的中风病例中，大脑都具有足够的“可塑性”，能够逐步恢复神经功能，因此，患者可借助动力外骨骼设备重新学习行走，逐步恢复行走能力。

首款商业化Indego设备将自带蓝牙功能，便于患者或临床医生使用Indego的应用程序调节设备设置。Indego应用程序拥有包括步长、步速和步态对称性等量化信息的阶段性报告，为之后的康复训练提供参考。Indego的后续版本还会增加Wi-Fi功能，帮助医生或治疗师通过远程在线终端，实时追踪患者的使用情况和康复进展。

作为Indego外骨骼设备主要研发方之一的派克汉尼汾公司，一直在为全球航空航天业提供飞机制造所需的专业运动与控制技术及相关产品，因此需要运用到复杂机械机构设计和控制系统的动力外骨骼设备其实正是派克汉尼汾的技术专长。

第二代Indego外骨骼产品已于2014年7月进入临床试验阶段，并提交给美国食品药品监督管理局（FDA）进行审批。Indego有望成为首款通过FDA批准的外骨骼动力装置或动力矫正设备。MM