

电影《钢铁侠》里,托尼·斯塔克穿上战衣,一念之间腾空而起、火力全开;《流浪地球》和《明日边缘》里,炫目的机甲在废墟与战场上横冲直撞……科幻电影里的情景总让人向往。在四川天府新区的一间实验室里,也有一群人在“造战衣”。只是他们的产品既不装导弹,也不飞天遁地,唯一的目的是把站立和行走还给那些失去它们的人。

这项听起来很“科幻”的技术,其实已经在成都落地了10余年。早在2015年,电子科技大学程洪教授团队用自研外骨骼,帮助一名脊髓损伤患者林寒在全国第九届残运会传递火炬——那是全国第一次有人穿着“机械甲”完成火炬传递。如今,这副“机甲”又往前迈了一大步:戴上轻便的头环,不用出声,光是“想一想”,就能向前走。

商务部大数据监测显示,今年1至6月,智能外骨骼网络零售额同比增长458.4%。“登山外骨骼”多次上热搜,这项曾经多用于康复领域的技术,正加速走进人们的生活。

9月24日,记者走进成都本土企业布法罗机器人科技(成都)有限公司(下称布法罗),听这群“造战衣”的人讲述他们的故事。



外骨骼机器人户外运用宣传照。布法罗机器人科技(成都)有限公司供图

1

八年磨一剑：从零到一的“机甲”之路

2008年汶川地震后,一些因伤致瘫的年轻人长期住在康复医院。2009年前后,电子科技大学程洪教授回国,到四川省八一康复中心调研,眼前多是下身无知觉、靠人抱着辅助做训练的截瘫伤员。一个念头挥之不去:能不能做一套设备,替代治疗师的手,帮助他们站立、迈步?彼时国外下肢外骨骼已相当成熟,但一台卖200多万元人民币,渠道受限、技术封锁,国内连可参照样机都没有。“买不到,就自己从零搭。”布法罗家用事业部总经理、曾任技术负责人的蒋相春回忆。

但从零做起谈何容易。团队连这东西应该长什么样都不清楚。蒋相春干脆住进医院,一待就是一个多月。从早到晚跟着治疗师,看他们怎么帮病人做康复。他发现传统康复的难点:全靠人力辅助,不同治疗师做出来的效果也天差地别。“我们需要一套标准化的流程,让每一步都能数据化。”蒋相春说。

开始做样机,最头疼的是“多关节怎么协调

动”,早期挨个发指令,电机响应速度不一,走起来像卡顿的机器人。团队推翻了原有架构,才解决了不同步问题。

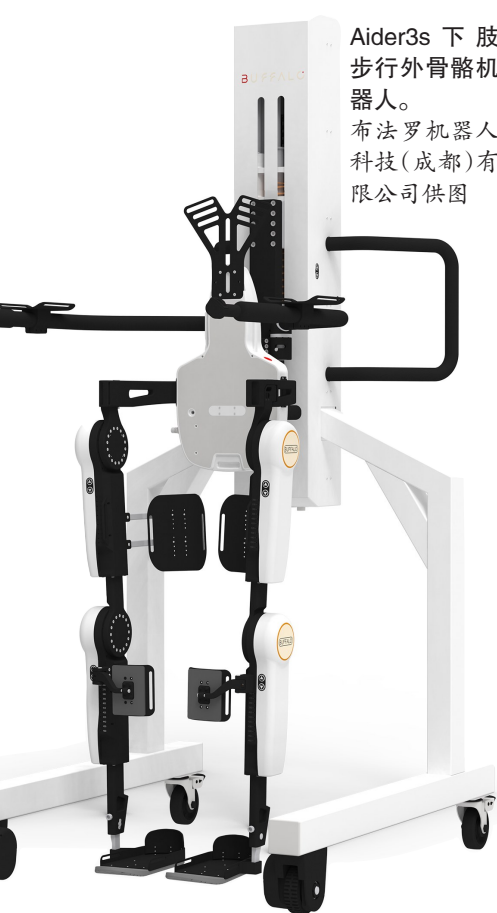
蒋相春介绍,外骨骼能在成都发展起来,是三方面因素叠加。科研积淀方面,电子科技大学程洪教授团队在国内率先开展外骨骼研发,布法罗作为成果转化主体,天然具备技术先发优势。临床方面,汶川地震后康复医院聚集了大量患者,团队直接驻院研发,实现了医工深度融合,产品迭代始终对准真实临床痛点。产业方面,省市区在成都布局康复与脑机研发、关键零部件生产等方面,形成了上下游协同的产业链条。科研原点、临床验证、产业配套三位一体,才让外骨骼在成都扎下了根。

从2010年程洪教授组建团队,到2018年拿到国内首批二类创新医疗器械注册证,这条路走了8年。但蒋相春觉得值:“我们让截瘫患者站起来了,某种意义上,这已经是钢铁侠最核心的理念——用技术突破身体的极限。”

成都经济 一线观察

『造战衣』给不能行走的人

程洪(右)与林寒组成成都世运会集体火炬手,接力火炬传递。
图据成都科技微信公众号



Aider3s 下肢步行外骨骼机器人。布法罗机器人科技(成都)有限公司供图



2

一个人的十年：从几步路到一公里的蜕变

技术最终要落到人身上。脊髓损伤患者林寒,是布法罗外骨骼技术最直接的见证者。

2013年,林寒从工地的4楼坠落,腰椎断裂,肚脐以下毫无知觉。那年他25岁,躺在床上想的是“这辈子完了”。2015年,团队到医院招募外骨骼志愿者,蒋相春按“能坚持”“无严重并发症”的标准筛选,最后留下两个人。一个是林寒,截瘫平面较高,年纪稍大;另一个是年轻小伙子,伤得更轻。但训练实在太苦了,初代外骨骼没有安全支架,全靠肘杖保持平衡,很多人试了几次就放弃。林寒靠着意志力和家人陪伴坚持了下来。蒋相春说:“他妈妈每天陪着他练,风雨无阻。另一个孩子很快就放弃了。”

2015年全国第九届残运会开幕式,林寒穿着初代外骨骼传递火炬。虽然时间很短,但后台的工程师们手心全是汗。那台设备的控制系统装

在书包里背在身上,用的是民用芯片,抗干扰能力很差。快到林寒那一棒时,设备突然动不了了——静电干扰导致短路。团队紧急排查、换备件,旁边还有人握着急停开关。换完、重启、站起、接炬、迈步,“那一分多钟,简直是度日如年。”蒋相春说。但就是这一分多钟,让全国观众记住了那个穿着“机甲”站起来的小伙子。这次经历倒逼团队把系统重做了一遍:换车规级芯片、提高通信容错率、做好防静电屏蔽,系统才算真正稳定下来。

10年后的2025年成都世运会,林寒再次成为火炬手。这一次,他独立跑完了1公里。林寒不是个例。以布法罗为样本,外骨骼正在把“个别奇迹”变成“可复制的疗程”。公司业务已覆盖全国1000多家机构,其中超500家医院、康复中心装机,服务患者逾万名。

3

不止于康复：走向山坡、客厅与“意念”世界

除了深耕医疗领域,布法罗也将目光投向了更广阔的生活。

登山外骨骼的出圈,让这个小众品类一夜之间走进大众视野。蒋相春很清醒:“出圈是好事,让更多人知道了外骨骼。但登山是锦上添花,康复才是雪中送炭。”布法罗的策略是两条腿走路:一边继续深耕医疗,一边把技术“做减法”下沉到消费市场。

但这个“做减法”并不简单。患者要的是安全、稳定、有效,普通消费者要的是轻便、便宜、好看、好用。“从医疗级到消费级,不是简单做减法,而是重新定义产品。”蒋相春说。针对老年人,他们保留了“按键模式”,因为很多老人觉得“自动走”不可控;而针对登山爱好者,则开发了全地形自适应模式,设备自动识别平地、爬楼、下坡;针对年轻人,他们还计划推出“燃脂模式”,穿上外骨骼走路反而更耗能。

价格也在快速下降。医疗级产品从几十万元降到十几万元,面向大众的助行外骨骼已做到千元级别。今年5月,西藏拉萨南山公园投用了布法罗助力外骨骼机器人,穿戴后爬山可减少约35%的体能消耗。

更前沿的探索是脑机接口。2018年,布法罗展示了脑电控制外骨骼——让颈部以下无法动弹的伤者,仅凭意念驱动设备。2025年,他们正式发布了脑控外骨骼产品。今年年初,公司完成新一轮千万级融资,核心卖点是脑控智能电动轮椅——戴上头戴设备,凭意念就能控制轮椅前进、后退和转向,识别准确率达98.7%,响应时间控制在200毫秒以内。设备配备激光雷达和超声波传感器,可自动避障,目前已进入临床试验,正推进三类医疗器械注册。

“钢铁侠最核心的部分是意念驱动,这一点,我们正在追上。”蒋相春说,“目前我们在医疗领域展开了与医院合作共建脑机接口病房,在消费端,我们通过采集、解析脑电信号,实现了对电动轮椅的控制,完全解放双手的情况下实现轮椅的前进、后退、左右转弯。”