

上肢康复机器人治疗对脑瘫痉挛型偏瘫患儿上肢运动功能恢复的影响

刘前进^{1,2}, 李思佳^{1,2}, 胡晓诗^{1,2}, 冯天扬^{1,2}, 冯阿美^{1,2}, 李晓松^{1,2}, 张燕庆², 张通^{1,3}

【摘要】 目的:观察上肢康复机器人治疗对脑瘫痉挛型偏瘫患儿患侧上肢运动功能恢复的影响,探索机器人康复训练能否替代人工训练。**方法:**将脑瘫痉挛型偏瘫患儿49例按照随机数字表法分为对照组($n=25$)和观察组($n=24$),对照组每天进行常规康复训练2次;观察组进行常规康复训练1次、上肢机器人训练1次,2组均训练8周。治疗前后分别采用脑瘫儿童手功能分级(MACS)、墨尔本单侧上肢功能评定量表(MUUL)进行评定,测量患侧肘关节、肩关节水平位主动活动度(ROM)。**结果:**与训练前比较,训练后2组MUUL评分均有显著增高($P<0.01$),2组间比较差异无统计学意义;训练后2组MACS评分均较训练前有显著降低($P<0.01$),2组间比较差异无统计学意义;训练后2组肩关节水平内收ROM均较训练前有显著增加($P<0.01$),2组间比较差异无统计学意义;训练后2组肩关节水平外展及肘关节ROM较训练前均有显著增加($P<0.01$),观察组更高于对照组($P<0.05$)。**结论:**上肢康复机器人结合常规康复训练能促进脑瘫痉挛型偏瘫患儿上肢运动功能的恢复,上肢康复机器人训练效果与人工效果相当,在某些方面要优于常规人工训练。

【关键词】 脑瘫;机器人;痉挛型偏瘫;上肢;康复

【中图分类号】 R49;R742.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2024.05.003

Effects of upper limb rehabilitation intelligent robot on upper limb motor function in children with cerebral palsy spastic hemiplegia Liu Qianjin, Li Sijia, Hu Xiaoshi, et al. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China

【Abstract】 Objective: To observe the effect of upper limb rehabilitation robot on the recovery of motor function of the affected side of cerebral palsy spastic hemiplegia in children, and whether robot rehabilitation training can replace manual training. **Methods:** A total of 49 children with cerebral palsy spastic hemiplegia were divided into control group ($n=25$) and observation group ($n=24$). The control group received routine rehabilitation training twice a day. The observation group received routine rehabilitation training once and upper limb robot training once for a total of 8 weeks. The Manual Ability Classification System (MACS) was adopted for children with cerebral palsy before and after treatment. Melbourne assessment of unilateral upper limb function (MUUL), the range of motion (ROM) of elbow joint and shoulder joint were measured. **Results:** After training, the MUUL score in the two groups was significantly increased ($P<0.001$), but there was no significant difference between the two groups. MACS scores in both groups were significantly decreased ($P<0.001$), but there was no significant difference between the two groups. The elbow joint ROM was significantly increased in both groups ($P<0.001$), and that in the observation group was better than in the control group ($P<0.05$). The horizontal adduction ROM of shoulder joint was significantly increased in both groups ($P<0.001$), but there was no significant difference between the two groups. The horizontal abduction ROM of shoulder joint was significantly increased in both groups ($P<0.001$), and that in the observation group was better than in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** Upper limb rehabilitation robot combined with routine rehabilitation training can promote the recovery of upper limb motor function in children with cerebral palsy spastic hemiplegia. The effect of upper limb rehabilitation robot training is equivalent to that of manual training, and in some aspects it is better than conventional manual training.

【Key words】 cerebral palsy; robots; spastic hemiplegia; upper limbs; rehabilitation

收稿日期:2023-11-27

作者单位:1.首都医科大学康复医学院,北京100068;2.中国康复研究中心北京博爱医院儿童物理治疗科,北京100068;3.中国康复研究中心北京博爱医院神经康复科,北京100068

作者简介:刘前进(1986-),男,主管技师,主要从事儿童运动康复方面的研究。

通讯作者:张通, Tom611@126.com

脑瘫(cerebral palsy, CP)即脑性瘫痪,是指由于单发或多发于未成熟大脑的非进行性的缺陷或损害,导致的永久的但是可以改变的神经发育障碍。以运动功能损伤为主,通常波及一侧或多侧肢体和躯干。其中痉挛型偏瘫 CP 占 CP 患儿总数的 38%^[1]。据统计

近年来 CP 患病率呈上升趋势^[2]。脑瘫痉挛型偏瘫主要临床症状表现为中枢性运动障碍及姿势异常,即患儿健侧的肢体可正常发育或接近正常发育,患侧肢体则呈现出肌张力异常,姿势异常,活动受限的状态,若不及时治疗,会影响患儿的健康成长及生活质量^[3]。上肢运动功能恢复一直是脑瘫痉挛型偏瘫患儿的重点和难点^[4]。越早期的对患儿进行大量干预,后期的恢复效果越好。专业的儿童康复师一直比较紧缺,存在大量缺口,尤其是一些经济欠发达地区^[5],导致一些患儿训练量偏少。亟需一些创新疗法,近年来康复机器人已逐渐成为一种创新的康复治疗手段,对脑瘫痉挛型偏瘫患儿上肢能力恢复有重要意义^[6-7]。目前,中国的智能机器人技术与控制技术的研究已达到了一定水平,把这种前沿科学技术运用于智能康复领域中非常有必要。本研究观察 Fourier M2 上肢智能反馈康复机器人治疗对脑瘫痉挛型偏瘫患儿上肢运动功能的影响,以及探索机器人康复训练能否替代人工训练。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2021 年 10 月~2022 年 12 月,选取北京博爱医院住院及门诊的脑瘫痉挛型偏瘫患儿 49 例。纳入标准:经颅脑 CT 或 MRI 确诊,诊断符合脑瘫痉挛型偏瘫;年龄 6~12 周岁;患侧上肢肱二头肌肌张力评估中改良 Ashworth 分级 \leq Ⅲ级者^[8];肘关节无屈曲、前臂旋前异常畸形;能听懂并能配合完成训练和测试。排除标准:认知障碍,不能配合完成训练和测试;有限制患侧上肢运动的疾病,如骨关节畸形、骨折等。脱落标准:主动停止训练;病情变化或出院等原因无法继续试验。随机数字表法将患儿分为对照组 25 例与观察组 24 例。对照组中 1 例患儿因生病出院而退出试验,实际纳入 48 例。2 组一般资料比较差异无统计学意义。见表 1。本研究经中国康复研究中心医学伦理委员会批准(No. 2021-118-1)。

表 1 2 组一般资料比较

组别	n	性别(例) 男/女	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	偏瘫侧(例) 左/右
观察组	24	15/9	8.88 \pm 1.87	12/12
对照组	24	14/10	8.96 \pm 1.83	13/11
t/F 值		0.087	0.156	0.083
P 值		0.768	0.877	0.773

1.2 方法 对照组每天进行 60min 常规康复训练,观察组在每天进行 30min 常规康复训练基础上加用上肢康复机器人训练 30min。①常规康复:治疗师通过无痛或少痛的运动区域内实施被动活动和牵拉,维持运动关节活动范围(the range of motion, ROM),以改善肌肉张力,从而提高患儿自主运动,并鼓励完成上

肢的锻炼,促进分离运动,以逐步提高对患儿的随意运动的控制能力。每次 30min,2 次/d,每周 5d,共持续 8 周。②上肢康复机器人训练:上肢智能反馈康复机器人(Fourier M2)内设 4 种训练模式:等速被动训练模式、助力训练模式、主动训练模式、抗阻训练模式。训练操作范围分大、中、小三种模式,训练前患儿握紧操作手柄(抓握能力差患儿有绑带辅助)向任意方向移动评估患儿运动范围,综合评估患儿能力进而选择合适的运动模式,根据患儿训练计划选择正方形、米字型、弓字形等训练轨迹,患儿操控手柄去触碰运动轨迹上随机出现的小蘑菇、草莓等虚拟物品,触碰的越快,越准,越多得分越高。此训练系统可在患儿完成既定动作过程中,感知患者用力大小及是否有痉挛的现象,进而改变设备本身的助力或阻力,为患者提供类似于日常上肢活动的重复性运动,来提高患者上肢的精确性和靶向性的控制能力,以达到改善患儿上肢的功能的目的。系统为患儿提供具有功能性和趣味性的虚拟环境进行训练,在达到训练效果的同时使患儿感受到训练的乐趣。每次 30min,每天 1 次,每周 5d,连续 8 周。

1.3 评定标准 训练前和训练 8 周后由 1 名不清楚分组情况的治疗师对所有患儿进行评定,每次评估都在一天内进行。①墨尔本单侧上肢功能评估量表(Melbourne assessment of unilateral upper limb function, MUUL)^[9]:MUUL 的 16 个测试项目都是参考日常活动设置的,每个测试项目均有独立的评分系统,其中可能包括多个次级技能、每个次级技能有 3、4 或 5 级的评分点。评分时需要按照各个测试项目中 3、4 或 5 级的评分标准,且按照特定的标准来观察运动技巧。计时时先算出所有项目的得分总和(总分为 122),再将得分转换为百分比。百分位数值越高,代表上肢的运动技巧性越好。②脑瘫儿童手功能分级系统(manual ability classification system, MACS)^[10]:采用 MACS 评价患儿上肢功能。共 I~V 级,将其量化为 1~5 分,分值越低,表明患儿功能越好。③关节活动度(range of motion, ROM)测量:采用关节活动尺测量患儿主动肘关节活动度,肩关节水平内收、水平外展关节活动度,活动范围越大说明运动功能越好。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。用 S-W 对计量资料进行正态分布检验,符合正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内均数比较采用配对样本 t 检验,组间均数比较采用独立样本 t 检验。以 $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

2.1 MUUL 评分 训练前,2 组 MUUL 评分差异无

统计学意义。训练后2组MUUL评分均有显著提高($P<0.01$),2组间比较差异无统计学意义。见表2。

表2 2组训练前后MUUL评分比较 $\%$, $\bar{x}\pm s$

组别	<i>n</i>	训练前	训练后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
观察组	24	56.4±7.6	63.0±9.3	-9.451	<0.001
对照组	24	56.9±7.9	61.8±9.3	-7.453	<0.001
<i>t</i> 值		0.197	-0.434		
<i>P</i> 值		0.844	0.667		

2.2 MACS评分 训练前,2组MACS评分差异无统计学意义。训练后,2组MACS评分均有显著降低($P<0.01$),2组间比较差异无统计学意义。见表3。

表3 2组训练前后MACS评分比较 分, $\bar{x}\pm s$

组别	<i>n</i>	训练前	训练后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
观察组	24	2.68±0.82	2.13±0.80	5.214	<0.001
对照组	24	2.27±0.88	2.21±0.83	4.053	<0.001
<i>t</i> 值		-0.171	0.354		
<i>P</i> 值		0.865	0.725		

2.3 肘关节ROM 训练前,2组肘关节ROM差异无统计学意义。训练后,2组肘关节ROM均有显著增加($P<0.01$),但观察组更高于对照组($P<0.05$)。见表4。

表4 2组训练前后肘关节ROM比较 $^{\circ}$, $\bar{x}\pm s$

组别	<i>n</i>	训练前	训练后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
观察组	24	116.54±14.55	133.67±10.95	-11.955	<0.001
对照组	24	116.96±15.55	124.46±14.44	-5.507	<0.001
<i>t</i> 值		0.096	-2.489		
<i>P</i> 值		0.924	0.016		

2.4 肩关节水平内收ROM 训练前,2组肩关节水平内ROM差异无统计学意义。训练后,2组肩关节水平内收ROM均有显著增加($P<0.01$),2组间比较差异无统计学意义。见表5。

表5 2组训练前后肩关节水平内收ROM比较 $^{\circ}$, $\bar{x}\pm s$

组别	<i>n</i>	训练前	训练后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
观察组	24	16.46±5.61	25.96±7.35	-14.529	<0.001
对照组	24	17.63±6.44	23.71±6.90	-19.852	<0.001
<i>t</i> 值		0.669	-1.093		
<i>P</i> 值		0.507	0.280		

2.5 肩关节水平外展ROM 训练前,2组肩关节水平外展ROM差异无统计学意义。训练后,2组肩关节水平外展ROM均有显著增加($P<0.01$),但观察组更高于对照组($P<0.05$)。见表6。

3 讨论

脑瘫痉挛型偏瘫患儿在发病后双手协同操作任务会受明显影响,这使得患儿的正常生活自理能力降低,而且这种影响不会随着年龄的增长而减少或消失,如不及时干预反而会产生一些新的问题^[11]。因此,针对此类患儿需要尽早、尽快采取有效的治疗^[12-14]。常规

表6 2组训练前后肩关节水平外展ROM比较 $^{\circ}$, $\bar{x}\pm s$

组别	<i>n</i>	训练前	训练后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
观察组	24	28.29±8.79	56.33±11.86	-23.697	<0.001
对照组	24	26.42±8.92	43.67±11.65	-14.544	<0.001
<i>t</i> 值		-0.733	-3.734		
<i>P</i> 值		0.467	0.001		

的康复方法通过采用作业疗法以及大运动训练给予恰当的干预,让患儿最大程度恢复及提高生活自理能力^[15],让患儿尽快回归家庭和社会。然而,单纯的运动疗法因患儿年幼常存在配合不佳,训练积极性不高的情况,这使得患儿的自理能力无法有效提高,训练效果不佳^[16],而且专业的儿童康复治疗师又比较缺乏,使得很多患儿不能尽早尽快得到治疗。查阅相关文献发现,康复机器人的人工替代方面,目前主要应用于成人脑卒中患者上肢功能的恢复^[17-18],以及脑瘫痉挛型偏瘫患儿的肌张力的缓解等治疗^[19-21],但对上肢各关节的运动功能和日常生活能力恢复研究较少。本研究显示,常规康复训练结合上肢康复机器人进行辅助训练能明显改善脑瘫痉挛型偏瘫患儿上肢运动功能和日常生活能力,上肢康复机器人训练效果与人工效果相当,在某些方面疗效更显著,关节活动度测量显示机器人辅助治疗对肘关节ROM、肩关节水平外展ROM改善更显著。这与胡洁等^[22-23]研究结果一致。

本研究显示的各种肢体姿势的任务练习中使用上肢机器人训练肘关节和肩关节。这种干预更有效,因为训练的重点是通过使用机器人辅助系统来帮助患儿自主运动,从而促进大脑的可塑性,从而改善功能。在本研究中,上肢康复机器人联合常规康复训练作为一种新的康复方法是非常有效的。上肢康复机器人可能为脑瘫痉挛型偏瘫患儿患侧上肢的功能改善提供新的突破^[24]。机器人辅助训练明显提高肘关节ROM、肩关节水平外展ROM可能与训练游戏设计了较多的顺时针正方形运动轨迹,进行大量反复训练,肌群间相互协调收缩,肌张力与肌力达到平衡状态,促进了上肢的分离。机器人辅助训练还能提供正常的运动模式的掌握和储存,对脑瘫儿童运动功能的发育起到促进作用^[25]。还有专门针对肘关节屈伸和肩关节水平外展的训练游戏,使患儿上肢近端ROM得到更好的改善。

本研究显示上肢康复训练机器人,在专业训练中具备动作连续、无疲劳、稳定性和可评估等优势;可以给患儿的患侧上肢提供助力或阻力,让患儿可以在被动或自主的情况下练习运动,可科学制定不同动作轨迹;虚拟游戏的画面对患儿有极强的吸引力,有身临其境的感觉,有效的增加患儿的训练积极性,及时的视听反馈也有利于上肢运动功能促进^[26-27];虚拟游戏内容设置科学,根据患儿的反应速度和准确性给予不同分

值,更能激励患儿,并将患儿每天运动轨迹制成坐标图,每次训练成绩存储制成柱形图,使功能改善情况简单明了。在儿童康复治疗师不足的情况下,上肢康复机器人辅助训练是对传统的常规康复训练一种很好的补充。

综上所述,采用上肢康复机器人对脑瘫痉挛型偏瘫患儿进行辅助训练,可有效地促进脑瘫痉挛型偏瘫患儿患侧上肢运动功能和日常生活能力,上肢康复机器人训练效果与人工效果相当,在某些方面要优于常规人工训练,值得进一步研究并推广使用。

本研究体系还存在不足之处,亟待进一步完善。本辅助练习体系还缺乏远端手精细能力培养系统^[28-29],有待改进。采用该训练体系后还可参考MRI、脑电图等对训练过程中大脑功能区的反应,使训练方法更有针对性,更准确的判断锻炼效果^[30-32]。该研究设计为人工和人工结合机器人的疗效对比,还可进行单纯人工和机器人训练的疗效对比为临床采用机器人康复提供研究依据。该研究仅选取了脑瘫痉挛型偏瘫患儿,今后可以选取不同类型的运动障碍患儿,观察他们对干预的反应是否相同。还可以加大样本研究,并加强对患儿的随访观察等。

【参考文献】

- [1] 胡晓诗,张琦,岳青,等. 矫形弹力绷带对痉挛性偏瘫脑性瘫痪患儿步态对称性和步行能力的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2023,29(9):1083-1089.
- [2] 王景刚,李庆云,余春宇,等. 深圳市1~5岁脑性瘫痪儿童营养现状调查及影响因素分析[J]. 中国儿童保健杂志, 2023,31(11):1180-1184.
- [3] 黄瑞文,应其兴. 上肢康复机器人辅助治疗小儿脑瘫痉挛型偏瘫的效果[J]. 华夏医学, 2020,33(4):9-12.
- [4] 李景兰. 作业疗法联合上肢康复机器人辅助治疗在小儿脑瘫痉挛型偏瘫中的应用价值[J]. 黔南民族医学学报, 2023,36(1):19-21.
- [5] 张金牛,吴建贤,洪永锋,等. 综合干预对脑瘫患儿主要照料者生存质量的影响[J]. 中国康复, 2020,35(7):369-371.
- [6] 吴松霞,尚清,马彩云,等. 上肢康复机器人在脑瘫痉挛型偏瘫患儿康复中的应用效果[J]. 中国康复医学, 2018,30(11):98-99,109.
- [7] 谷露,尚清,李靖婕,等. 上肢康复机器人辅助治疗小儿脑瘫痉挛型偏瘫的效果及对生活自理能力的影响观察[J]. 中国疗养医学, 2018,27(7):726-728.
- [8] 胡晓诗,岳青,刘前进,等. 平衡垫训练对偏瘫儿童步行能力的影响[J]. 中国康复, 2023,38(3):163-166.
- [9] Young J C, Dong W R, Ah S K, et al. The Dynamic Thumb-in-Palm Pattern in Children with Spastic Cerebral Palsy and Its Effects on Upper Limb Function[J]. Children, 2020,31,8(1):17.
- [10] 李蓉,郭佳丽,张娜. 不同运动功能分级的脑瘫患儿生存质量情况及其影响因素[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2021,18(5):191-195.
- [11] 张雪松,朱俞岚,林怡,等. 代际团结视角下痉挛性脑瘫患儿父母的危机应对与家庭支持[J]. 现代医院, 2022,22(12):1943-1947,1951.
- [12] 李红,童光磊,张敏,等. A型肉毒毒素联合医院-残联-家庭康复模式治疗痉挛性脑瘫疗效观察[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019,19(46):47-48,51.
- [13] 李威,吕智海,钟增泉,等. 早期家庭康复对脑瘫高危儿运动和认知发育的疗效观察[J]. 中国康复, 2022,37(10):584-587.
- [14] 郝朝丽,吴茜茜,韩清梅,等. 目标-活动-运动强化疗法对脑瘫高危儿早期干预的应用进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2022,30(10):1104-1107,1111.
- [15] 陶静,李金贤,谢荣. 手-臂双侧强化训练对偏瘫型脑瘫患儿上肢功能康复及日常生活能力的影响[J]. 中华脑科疾病与康复杂志(电子版), 2018,8(1):15-19.
- [16] 韩晶晶,刘婷. 综合性康复护理干预对脑瘫患儿运动功能及依从性的影响[J]. 白求恩医学杂志, 2019,17(1):91-92.
- [17] 宋建飞,戴磊,秦郑圆,等. 上肢康复机器人辅助训练对脑卒中患者上肢功能的效果:基于功能性近红外光谱[J]. 中国康复理论与实践, 2023,29(11):1339-1345.
- [18] 张丽英,王杰宁,于小明,等. 太极云手联合机器人辅助训练对脑卒中患者手功能的影响[J]. 中医康复, 2024,1(1):17-20.
- [19] Friel M K, Lee P, Gupta D, et al. Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Upper Extremity Robotic Therapy Improves Upper Extremity Function in an Adult with Cerebral Palsy: A Pilot Study[J]. Brain Stimulation, 2017,41(1):41-50.
- [20] Ou CH, Shiue CC, Kuan YC, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation of Upper Limbs in Patients With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Am J Phys Med Rehabil. 2023,102(2):151-158.
- [21] Friel M K, Lee P, Gupta D, et al. Combined Transcranial Direct Current Stimulation and Upper Extremity Robotic Therapy Improves Upper Extremity Function in an Adult with Cerebral Palsy: A Pilot Study[J]. Brain Stimulation, 2017,41(1):41-50.
- [22] 胡洁,朱琳,刘霖,等. 上肢康复机器人结合常规康复训练对急性期脑卒中患者上肢功能的疗效研究[J]. 中国康复, 2018,33(06):448-450.
- [23] 王平,刘爱贤. 上肢康复机器人对脑卒中患者上肢功能康复的临床疗效观察[J]. 医学综述, 2019,25(12):2492-2496.
- [24] Kuroda MM, Iwasaki N, Yoshikawa K, et al. Voluntary-assisted Upper Limb Training for Severe Cerebral Palsy Using Robotics Devices and Neuromuscular Electrical Stimulation: Three Case Reports[J]. Prog Rehabil Med. 2022,7:20220050.
- [25] 陈薇,陈立峰,黄凌锋,等. 功能性电刺激训练对痉挛性脑瘫儿童运动功能的影响[J]. 中国医学物理学杂志, 2021,38(6):788-792.
- [26] 李晓松,张琦,刘建军,等. 反复促通疗法对痉挛型偏瘫脑瘫儿童步行功能的影响[J]. 中国康复, 2023,38(9):538-542.
- [27] 史瑶,曹建国,贡国俊,等. 儿童脑瘫康复机器人研究进展[J]. 中国康复, 2021,36(10):628-632.
- [28] 王鹏,刘新宝,孙争锋,等. 经颅直流电刺激干预联合康复训练对痉挛性脑瘫患儿精细运动功能的影响[J]. 现代生物医学进展, 2023,23(10):1894-1897,1848.
- [29] 赵斌,高晶,薛晶晶,等. 智能反馈训练系统联合作业治疗对痉挛型偏瘫患儿上肢精细运动功能及ADL的影响[J]. 中国康复,

2022,37(10):611-613.

[30] 何艳,张通. 机器人辅助训练对脑卒中患者上肢功能的效果[J]. 中国康复理论与实践,2021,27(7):797-801.

[31] Saleh S, Fluet G, Qiu Q, et al. Neural patterns of reorganization after intensive robot-assisted virtual reality therapy and repetitive task practice in patients with chronic stroke [J]. Front

Neurol, 2017, 8: 452.

[32] Butt M, Naghdy G, Naghdy F, et al. Patient-specific robot-assisted stroke rehabilitation guided by EEG: a feasibility study [C]. 42nd Annual International Conferences of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2020.

· 外刊拾粹 ·

用于检测 C-反应蛋白的无线贴片研究

全世界导致人口死亡的主要疾病中,前三位分别是缺血性心脏病、中风和慢性阻塞性肺疾病(COPD),并均以慢性炎症为特征。由于 C-反应蛋白(CRP)与慢性炎症有关,且有研究表明与汗液和血清中的 CRP 水平存在很强的相关性,因此本研究评估了无线可穿戴生物传感器监测汗液 CRP 的有效性。本研究中受试者年龄在 40 至 80 岁之间,具有吸烟史,患有或不患有 COPD。所有受试者都佩戴一个自主离子电渗模块,用于汗液提取。该模块是一种与皮肤相接触,可由汗腺驱动微流控模块,从而利用汗液流动来实现全自动蛋白质检测和抗体(dAb)捕获检测。为了进行比较,受试者佩戴名为 Macroduct 的收集器并在 60min 内进行汗液收集。通过蛋白质组学评估以证实 CRP 存在于汗液中。根据吸烟状况将健康参与者、COPD 患者以及心力衰竭患者进行以下分组:当前吸烟者组、既往吸烟者组和从不吸烟者组。研究结果显示:与从未吸烟者和既往吸烟者相比,当前吸烟者的血清和汗液中 CRP 水平更高。在 COPD 患者中,既往吸烟者的血清和汗液 CRP 值高于当前吸烟者,这与不可逆的组织损伤一致。与健康参与者相比,当前患有活动性感染的患者中血清和汗液 CRP 均显著增加(平均超过 10 倍)。结论:这项研究发现,可穿戴式自主无线监测器可通过检测和量化 C-反应蛋白的水平,用于反应血液中的炎症。(陈佳意译)

Tu J, et al. A Wireless Patch for The Monitoring of C-reactive Protein in Sweat. Nat Biomed Eng. 2023, 7(10): 1293-1306.

中文翻译由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织
本期由四川大学华西医院 何成奇教授主译编