

· 临床研究 ·

C₅ 和 C₆ 脊髓损伤患者与正常人在伸肘活动中上肢的角位移及角速度比较

刘颖 李建军 华桂茹

【摘要】目的 研究 C₅ 和 C₆ 脊髓损伤(SCI)患者在伸肘活动中上肢的运动策略。**方法** 采用 Peak Motus 运动解析系统对 15 例 C₅ 和 C₆ 水平 SCI 患者和 15 例正常人在抓取杯子、触摸开关、驱动轮椅和利用上肢负重 4 项伸肘动作中肩、肘、腕关节的角位移及角速度进行分析。**结果** 与正常人相比,SCI 患者在抓取杯子、触摸开关、驱动轮椅动作中的运动时间明显延长($P < 0.05$);在触摸开关和驱动轮椅动作中的角速度明显减慢($P < 0.05$);在前 3 项伸肘活动中,SCI 患者主要依靠增加或减小肩关节的角位移来完成运动任务,而在利用上肢负重的动作中,则通过改变肩、肘关节在矢状面上的运动方向来代偿其功能缺陷。**结论** C₅ 和 C₆ 水平 SCI 患者采用与正常人不同的运动模式和策略来完成伸肘活动。

【关键词】 脊髓损伤; 伸肘; 角位移; 角速度; 肱三头肌

The angular displacement and angular velocity of the upper limb during elbow extension activities in spinal cord injury patients and normal individuals LIU Ying*, LI Jian-jun, HUA Gui-ru. *Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730, China

【Abstract】 Objective To study upper limb motor strategies during elbow extension activities in C₅₋₆ spinal cord injury (SCI) patients and compare them with the strategies of normal individuals. **Methods** A Peak Motus motion analysis system was used to measure the angular displacement and the angular velocity of the shoulder, elbow and wrist of fifteen C₅₋₆ SCI patients and fifteen healthy subjects during four elbow extension activities including grasping a cup, reaching for a light switch, wheelchair ambulation and upper limb weight-bearing. **Results** Compared with normal individuals, the movement time of the SCI patients was significantly longer during the grasping, reaching and wheelchair ambulation activities. The angular velocity was significantly slower during reaching for a light switch and wheelchair ambulation. The patients with spinal cord injury performed the motor tasks primarily relying on increasing or decreasing the angular displacement of the shoulder during the former three elbow extension activities. They compensated for any functional deficiency by changing the movement direction of the shoulder and elbow in sagittal projection during upper limb weight-bearing activities. **Conclusion** C₅₋₆ SCI patients utilize different motor patterns and strategies from healthy subjects to complete elbow extension activities.

【Key words】 Spinal cord injury; Elbow extension; Angular displacement; Angular velocity; Triceps brachii muscles

Allison 等^[1]报道,在脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)中四肢瘫所占的比例约为 55%,而其中有一半是 C₅ 和 C₆ 水平损伤。因此, C₅ 和 C₆ SCI 患者的上肢功能重建问题成为近年来广大康复医师和 SCI 专家的研究热点。但对于此类患者如何通过改变自身运动模式来代偿其缺失的伸肘功能,目前的研究尚不充分。本研究通过比较 C₅ 和 C₆ SCI 患者与正常人在一组伸肘动作中上肢各关节的角位移和角速度的差异,分析 C₅ 和 C₆ SCI 患者伸肘活动的代偿策略,以期为康复医师和治疗师制定和优化康复治疗方

提供有益的帮助。

资料和方法

一、临床资料

研究对象分为 SCI 组与对照组,每组 15 例。SCI 组受试者为中国康复研究中心脊柱脊髓外科和脊髓损伤后期康复科收治的 C₅ 或 C₆ 水平的 SCI 患者,其中男 14 例,女 1 例;年龄(38.13 ± 11.28)岁,身高(173.93 ± 3.65)cm,体重(69.07 ± 8.25)kg;损伤水平为 C₅ 者 5 例, C₆ 者 10 例;肱三头肌徒手肌力检查(manual muscle test, MMT)评分为Ⅲ级者 7 例,Ⅱ级 8 例;Frankel 分级^[2]为 A 级者 7 例, B 级 3 例, C 级 4 例, D 级 1 例。对照组受试者为患者的陪护人员或在

作者单位:100730 北京,中国医学科学院中国协和医科大学北京协和医院物理医学康复科(刘颖、华桂茹);中国康复研究中心北京博爱医院脊柱脊髓外科(李建军)

北京博爱医院实习的大学生,入组条件为无上肢关节、肌肉疾患的正常人,其中男 14 例,女 1 例;年龄(33.73 ± 8.88)岁,身高(171.87 ± 4.36)cm,体重(67.97 ± 7.88)kg。测试前对所有受试者的右侧肩、肘、腕、手关节进行检查,以排除关节病变,并除外任何可能影响测试结果的身体和心理异常。

二、动作设计

参照四肢瘫功能指数量表,设计出 4 项包含伸肘活动的动作:A. 抓取杯子;B. 触摸开关;C. 向前驱动轮椅;D. 利用双上肢支撑体重。

三、测试方法

1. 令受试者坐在轮椅上,在其右侧腋中线中点、肩峰、肱骨外上髁、桡骨茎突和第三掌骨头上分别贴上直径 24 mm 的黑色圆形不干胶作为标志点。

2. 安装 Peak 三维框架并拍摄框架系统。固定摄像机,其中一台正对受试者,另一台在受试者的右前方,两机主光轴之间的夹角为 60° 。

3. 用两台 Sony 数码摄像机(DCR-TRV11E 型)同步拍摄受试者完成每项伸肘动作的过程,以手控灯光同步信号发生器所产生的光信号作为事件标志来使得两台摄像机的工作同步,并标定所有动作的开始相和结束相。再用 Peak Motus 运动图像解析系统(Peak Motus 技术公司,Englewood, Colorado, USA)将动作开始相至结束相之间的多幅图像数字化,并将结果转送到 Excel 数据库中保存。

4. 运动平面与关节角度的定义:根据 Peak Motus 运动图像解析系统所确立的三维坐标系统,以人体躯干的前面作为参照,X 轴、Y 轴和 Z 轴分别代表左右、上下和前后方向的坐标轴。运动平面可定义为矢状面(YZ 平面)、额状面(XY 平面)和水平面(XZ 平面)。参照有关文献对三维运动学的临床解释^[3],肩、肘、腕关节的屈曲和伸展为在矢状面上绕 X 轴的运动;肩关节的内收和外展为在额状面上绕 Z 轴的运动;内旋和外旋为在水平面上绕 Y 轴的运动。同时规定屈曲运动为正值,伸展运动为负值;腕关节掌侧屈为正值,背侧伸为负值;肩关节内收运动为正值,外展运动为负值;内旋运动为正值,外旋运动为负值。

四、数据计算与处理

将两台摄像机采集到的动作图像转移到 Peak Motus 运动图像解析系统中,经分析得出受试者完成每项 ADL 动作所需要的运动时间(s)及在动作过程的不同时刻于各个运动平面上的关节角度。以动作起点和终点的关节角度变化(角位移)来描述关节的活动范围。角位移($^\circ$) = 动作终点的关节角度 - 动作起点的关节角度;角速度($^\circ/\text{s}$) = 角位移($^\circ$)/运动

时间(s)。

五、统计学分析

采用 SPSS 10.0 统计软件包对数据进行统计学分析,两组均数之间的比较用两组独立样本 *t* 检验的方法进行, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、运动时间

SCI 组患者完成动作所需要的运动时间明显长于对照组($P < 0.05$),但完成动作 D 的时间差异无统计学意义($P > 0.05$)(表 1)。

表 1 2 组完成各项动作所需运动时间的比较($\bar{x} \pm s$)

组 别	<i>n</i>	动作 A(s)	动作 B(s)	动作 C(s)	动作 D(s)
SCI 组	15	$1.57 \pm 0.45^*$	$1.79 \pm 0.61^*$	$1.58 \pm 0.41^*$	1.54 ± 0.53
对照组	15	0.85 ± 0.17	1.19 ± 0.21	0.84 ± 0.24	1.29 ± 0.22

注:与对照组相比, * $P < 0.05$

二、角位移

动作 A 中,SCI 组患者肩屈曲、外展及外旋的角位移均显著大于对照组($P < 0.05$),而肘、腕关节伸展的角位移与对照组相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。动作 B 中,SCI 患者肩外展和内旋的角位移显著大于对照组($P < 0.05$),肩屈曲、肘伸展和腕屈曲的角位移与对照组相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。动作 C 中,SCI 组患者肩屈曲的角位移较对照组显著减小($P < 0.05$),而肩内收、外旋、肘伸展及腕屈曲的角位移与对照组相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。动作 D 中,两组受试者肩、肘、腕关节的角位移大小之间的差异均无统计学意义($P > 0.05$),但运动方向有所不同,对照组是通过肩伸展、内收、外旋、肘伸展及腕屈曲来完成撑起动作的,而 SCI 组患者则是利用肩屈曲、内收、外旋、肘屈曲及腕屈曲动作来完成任务的(表 2)。

三、角速度

SCI 组与对照组在完成动作 A 和 D 时上肢各关节的角速度之间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。动作 B 中,SCI 组患者肩关节内旋的角速度显著大于对照组($P < 0.05$),肩屈曲和腕屈曲的角速度显著低于对照组($P < 0.05$),而肩外展和肘伸展的角速度与对照组相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。动作 C 中,SCI 组患者肩屈曲、肘伸展及腕屈曲的角速度均较对照组显著减慢($P < 0.05$),而肩内收和外旋的角速度与对照组相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。与角位移的结果相似,动作 D 中两组肩、肘、腕关节的角速度快慢之间的差异亦无统计学意义($P > 0.05$),只是肩、肘关节在矢状面上的运动方向不同(表 3)。

表 2 在 4 项 ADL 动作中 2 组各 15 例受试者上肢各关节角位移的比较 (°, $\bar{x} \pm s$)

组 别	动作 A					动作 B				
	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展
SCI 组	46.43 ± 19.31 *	-25.64 ± 28.33 *	-81.89 ± 57.42 *	-27.90 ± 21.70	-37.97 ± 44.41	109.93 ± 21.35	-117.55 ± 14.06 *	70.02 ± 40.23 *	-50.29 ± 46.80	34.99 ± 49.58
对照组	19.32 ± 11.47	-8.86 ± 10.15	-46.53 ± 29.22	-21.95 ± 12.87	-23.08 ± 44.07	111.30 ± 16.28	-89.78 ± 8.71	15.97 ± 3.93	-40.87 ± 39.77	49.51 ± 32.71
组 别	动作 C					动作 D				
	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展
SCI 组	15.80 ± 8.56 *	21.44 ± 12.44	-72.67 ± 46.70	-16.85 ± 13.65	19.55 ± 5.69	8.77 ± 6.45	12.23 ± 8.31	-38.30 ± 45.79	10.57 ± 8.79	8.20 ± 5.33
对照组	25.98 ± 15.42	20.86 ± 14.39	-57.45 ± 36.49	-23.26 ± 13.06	26.78 ± 13.68	-7.80 ± 3.40	11.17 ± 6.67	-25.71 ± 20.96	-14.89 ± 8.32	6.08 ± 5.64

注:与对照组相比, * $P < 0.05$

表 3 在 4 项 ADL 动作中 2 组各 15 例受试者上肢各关节角速度的比较 (°/s, $\bar{x} \pm s$)

组 别	动作 A					动作 B				
	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展
SCI 组	30.98 ± 16.35	-19.61 ± 21.97	-58.67 ± 49.14	-19.18 ± 17.73	-29.55 ± 43.20	68.08 ± 25.01 *	-72.57 ± 24.12	43.72 ± 25.95 *	-29.36 ± 25.93	20.45 ± 27.83 *
对照组	23.08 ± 12.95	-12.09 ± 17.09	-58.07 ± 45.80	-25.63 ± 14.54	-34.37 ± 79.12	95.70 ± 21.17	-76.77 ± 11.57	13.51 ± 3.00	-35.54 ± 38.48	43.75 ± 32.55
组 别	动作 C					动作 D				
	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展	肩屈曲伸展	肩内收外展	肩内旋外旋	肘屈曲伸展	腕屈曲伸展
SCI 组	11.06 ± 7.61 *	14.67 ± 10.44	-52.23 ± 40.62	-11.50 ± 9.32 *	13.04 ± 4.39 *	5.81 ± 3.87	9.00 ± 6.92	-30.10 ± 51.69	7.49 ± 6.41	5.78 ± 4.61
对照组	35.36 ± 26.93	25.94 ± 19.99	-72.24 ± 48.00	-29.86 ± 18.13	34.99 ± 21.52	-6.14 ± 2.70	9.02 ± 6.53	-22.00 ± 23.59	-11.73 ± 6.58	4.47 ± 3.74

注:与对照组相比, * $P < 0.05$

讨 论

肱三头肌瘫痪将导致主动伸肘功能的缺失,那么 C₅ 和 C₆ 水平 SCI 患者在完成与伸肘有关的动作时可能会采用与对照组不同的运动策略以代偿其残损。Reft 等^[4]曾报道:SCI 患者抓取目标物时手部运动速度较对照组慢,认为这是由两者躯干、上臂和肩胛骨之间协调模式的差异造成的。本研究发现:SCI 组在抓取杯子、触摸开关和驱动轮椅时所需的时间均比对照组长,考虑主要是因为 SCI 患者肱三头肌力量不足、躯干控制能力差、屈腕及手指功能缺乏,从而导致了动作完成困难和迟缓。

Koshland 等^[5]研究发现,SCI 患者利用与对照组相似的球形运动模式来完成伸手触摸动作,但只动员肩部肌肉,而不像对照组的触摸动作是一个包含肩、肘、腕多个关节的相互运动模式。本研究显示,在抓取杯子的动作中,两组受试者都是利用肩的屈曲、外展、外旋及肘、腕关节的伸展活动来共同完成目标物的抓取动作,但 SCI 组患者肩关节在各运动平面上的角位移明显大于对照组,提示:SCI 患者主要通过增加肩关节的活动度来设法完成向前方抓取目标物的动作。通过分析录像资料发现,与正常模式不同的是,SCI 患者并非直接前伸上肢,而是将肩部垂直抬高,向上向前去够取物体。由于其上肢控制能力差,手指屈肌功能缺失,故只能利用腱固定术来代替抓握动作,而且肩部活动范围越大,可能越需要通过腱固定术来抓握物体,所以在抓住杯子之前有些患者的手会越过目标物。在触摸开关的动作中,两组受试者均通过肩屈曲、外展、内旋、肘伸展及腕屈曲的联合动作来完成运动任务,但 SCI 组肩外展和内旋的角位移较对照组明显增大,提示:

SCI 患者向前上方够取物体时的运动路径与正常模式亦有不同,其肩关节并非直接向上运动,而是向外向上并通过增加内旋活动来完成动作。在前驱轮椅的动作中,SCI 组患者肩屈曲的角度比对照组小,提示:SCI 患者每一次将轮椅前驱的距离小于对照组;在康复训练中,为达到有效的驱动,患者在每一次动作开始时手掌都应尽量向后放,驱动时尽量向前推以保证在下一驱动时轮椅仍在前进中。在利用上肢负重的动作中,对照组进行的是肩、肘关节的伸展活动,而 SCI 患者则是利用肩、肘、腕的屈曲活动来完成支撑任务的,这与 Harvey 等^[6,7]的研究结果一致。我们推测,SCI 患者的肩屈曲和腕屈曲运动可以分别利用其对上臂近端和前臂远端的旋转作用来伸展或稳定肘关节。至于 C₅ 和 C₆ 水平 SCI 患者为何通过产生屈肘运动来实现伸肘和负重尚不清楚,但可以确定的是屈肘运动对抬举动作是很重要的,因为在受试者手的位置既定的情况下,如果没有肘屈曲运动的同时增加,肩屈曲运动就不能增加。

本研究还发现,SCI 患者在触摸开关时肩关节内旋的角速度明显大于对照组,考虑与该动作中 SCI 患者肩内旋的角位移明显增大有关;而肩屈曲和腕屈曲的角速度及驱动轮椅时肩屈曲、肘伸展和腕屈曲的角速度比对照组小,则可能与 SCI 组完成这两项动作所需要的运动时间明显延长有关,因角速度数值的大小与角位移的大小和运动时间的长短直接相关。

综上所述,C₅ 和 C₆ 水平 SCI 患者采用与对照组不同的运动模式、运动策略来代偿其肱三头肌力量不足。并且运动任务不同时,所采用的代偿方式和运动策略也各不相同。因此我们可以通过运动学检测,分析 SCI 患者运动模式的变化,以制定更有效、针对性更强的康

复治疗方案。

参 考 文 献

- 1 Allison GT, Singer KP, Marshall RN. Transfer movement strategies of individuals with spinal cord injuries. *Disabil Rehabil*, 1996, 18: 35-41.
- 2 缪鸿石, 主编. 康复医学理论与实践. 上海: 上海科学技术出版社, 2000. 1433.
- 3 南登崑, 缪鸿石, 主编. 康复医学. 北京: 人民卫生出版社, 1993. 27.
- 4 Reft J, Hasan Z. Trajectories of target reaching arm movements in individuals with spinal cord injury: Effect of external trunk support. *Spinal Cord*, 2002, 40: 186-191.
- 5 Koshland GF, Galloway JC, Farley B. Novel muscle patterns for reaching after cervical spinal cord injury: a case for motor redundancy. *Exp Brain Res*, 2005, 164: 133-147.
- 6 Harvey LA, Crosbie J. Weight bearing through flexed upper limbs in quadriplegics with paralyzed triceps brachii muscles. *Spinal Cord*, 1999, 37: 780-785.
- 7 Harvey LA, Crosbie J. Biomechanical analysis of a weight-relief maneuver in C5 and C6 quadriplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, 81: 500-505.

(修回日期: 2006-01-29)

(本文编辑: 熊芝兰)

及早康复介入对急性期脑卒中患者肢体功能恢复的影响

马艳 刘琦 李洁 罗利俊

【摘要】目的 探讨及早康复介入对急性期脑卒中患者肢体功能恢复的影响。**方法** 将 200 例急性脑卒中患者随机分为康复组 (100 例) 及对照组 (100 例), 2 组患者均接受抢救和常规药物治疗, 康复组在此基础上进行康复训练。分别于治疗前及治疗 1 个月后采用 Brunnstrom 运动功能分级和 Barthel 指数对 2 组患者进行评估。**结果** 康复组治疗后的 Brunnstrom 运动功能分级和 Barthel 指数评分与对照组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.01$), 康复组疗效明显优于对照组。**结论** 及早康复治疗对脑卒中患者肢体功能的恢复有积极的效果, 卒中后 4 ~ 10 d 即介入康复治疗最为有利, 既可保证患者不耽误治疗时间又可避免过早的康复治疗加重病情。

【关键词】 及早康复; 急性期脑卒中

随着现代医学的发展, 脑卒中的诊断与抢救水平有了明显的提高, 但其致残率仍居高不下, 给患者、家属及社会带来了沉重的负担。为此, 我们对 100 例卒中患者在药物治疗的基础上进行早期肢体功能训练, 并与未接受早期康复治疗的对照组进行对比观察, 以探讨及早康复介入对急性期脑卒中患者肢体功能康复的影响。

资料与方法

一、一般资料

选取 2004 年 1 月至 2005 年 1 月在我院神经内科接受治疗的急性期脑卒中患者 200 例, 所有患者均符合以下入选标准: (1) 经 CT 和/或 MRI 确诊; (2) 年龄 45 ~ 90 岁; (3) 有肢体运动功能障碍; (4) 病程 7 ~ 32 d, 平均 12 d。除外有意识障碍及明显智力障碍者。

将所有患者随机分为康复组和对照组, 每组 100 例。康复组男 55 例, 女 45 例; 年龄 45 ~ 90 岁, 平均 67.5 岁; 平均病程 11.5 d; 脑出血 40 例, 脑梗死 60 例; Brunnstrom 运动功能分级 I ~ II 级 60 例, III ~ IV 级 30 例, V ~ VI 级 10 例; 康复治疗介入时间 < 10 d 者 40 例, 10 ~ 20 d 者 25 例, 21 ~ 30 d 者 20 例, > 30 d 者 15 例。对照组男 60 例, 女 40 例; 年龄 45 ~ 85 岁, 平均 65.0 岁; 平均病程 10.7 d; 脑出血 38 例, 脑梗死 62 例; Brunnstrom 运

动功能分级 I ~ II 级 55 例, III ~ IV 级 40 例, V ~ VI 级 5 例。2 组患者年龄、性别、病程及病情等比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。

二、治疗方法

所有患者均接受急性期抢救与常规的活血化瘀、清除自由基、促进脑细胞代谢的药物治疗, 康复组在此基础上进行早期康复治疗, 并根据每位患者的具体情况制定个体化的康复训练计划。(1) Brunnstrom 分级为 I ~ II 期的患者采用兴奋性手法输入正常的感觉刺激, 包括良肢位摆放、关节的被动运动、拍、打、叩等手法按摩; (2) Brunnstrom 分级为 III ~ IV 期的患者采用抑制性手法, 包括骨盆的控制、躯干旋转训练、主动运动及坐/站位下的平衡训练等; (3) Brunnstrom 分级为 V ~ VI 期的患者主要进行异常模式的纠正和抑制, 包括迈步前期训练、迈步训练、行走训练、手功能作业治疗等。患者还进行日常生活活动训练, 指导其穿/脱衣物、进食、洗漱、床/椅转移、如厕等。以上训练每日 1 次, 每次 30 ~ 60 min, 同时教家属帮助患者练习, 所有患者均训练 1 个月后评定疗效。

三、评定方法

确定一位康复医师于治疗前、后对 2 组患者进行定期的单盲评定。采用 Brunnstrom 分级标准^[1] 评定患者偏瘫肢体的运动功能, 采用 Barthel 指数^[2] 评定患者的日常生活活动能力。患者疗效依据神经功能缺损评定量表^[3] 进行评估, 基本痊愈为神经功能缺损评分减少 90% ~ 100%; 显著进步为神经功能缺损评分减少 46% ~ 89%; 进步为神经功能缺损评分减少 18% ~ 45%; 无变化为神经功能缺损评分减少小于 18%。有效率 =