

不完全性脊髓损伤患者与健康人步态变异性、对称性和协调性的对照研究

王一吉^{1,2,3}, 周红俊^{1,2}, 刘根林^{1,2}, 郑樱^{1,2}, 郝春霞^{1,2}, 卫波¹

【摘要】 目的:通过观察不完全性脊髓损伤患者的步态变异性、对称性和协调性,更加全面了解脊髓损伤患者的步态特点。**方法:**选取 22 例不完全性脊髓损伤患者(观察组)及健康人(对照组),健康人按正常步速及匹配患者速度行走分为(对照组 A)及(对照组 B),采用三维运动采集系统及足底压力采集系统进行步态测试。用步态变异性、对称值和相位协调指数表示步态变异性、对称性和协调性,比较 3 组受试者步态变异性、对称性和协调性的差异及与步行功能相关性。**结果:**观察组的步长变异性、站立相变异性及迈步相变异性均高于对照组 A,观察组的步长对称值、站立相对称值、迈步相对称值和相位协调指数均低于对照组,且差异有统计学意义($P < 0.05$)。观察组的步态变异性、对称值和相位协调指数与脊髓损伤步行能力负相关。多元线性回归分析显示站立相变异性、站立相对称值和 PCI 对 WISCI-II 步行指数均有显著负影响,PCI 对 FIM 步行指数有显著负相影响。**结论:**不完全性脊髓损伤患者的步态变异性、对称性和协调性均低于健康人,在为不完全性脊髓损伤患者制定康复训练方案时,应考虑步态变异性、对称性和协调性等指标对步行功能的影响。

【关键词】 脊髓损伤;步态;变异性;对称性;协调性

【中图分类号】 R49;R651.2 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2023.12.005

A comparative study on gait variability, symmetry and coordination between patients with incomplete spinal cord injury and healthy individuals Wang Yiji, Zhou Hongjun, Liu Genlin, et al. Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China

【Abstract】 Objective: By observing the gait variability, symmetry, and coordination of patients with incomplete spinal cord injury, we can gain more comprehensive gait characteristics of patients with spinal cord injury. **Methods:** A total of 22 patients with incomplete spinal cord injury (observation group) and healthy subjects (control group) were selected, and the healthy subjects were divided into two subgroups (control group A and control group B) according to the normal walking speed and the matching speed of the patients. Gait test was performed by three-dimensional motion acquisition system and plantar pressure acquisition system. Gait variability, symmetry and coordination were represented by gait variation value, symmetry value and phase coordination index, and the differences of gait variability, symmetry and coordination and their correlation with walking function were compared among the three groups. **Results:** The variation values of step size, standing phase and stepping phase in observation group were higher than those in control group A. The symmetry values of step size, standing relative weighing value, stepping relative weighing value and phase coordination index in observation group were lower than those in control group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). In the observation group, gait variation, symmetry and phase coordination index were negatively correlated with walking ability after spinal cord injury. Multiple linear regression analysis showed that standing phase variance, standing relative scale and PCI had significantly negative effects on WISCI-II walk index, and PCI had significantly negative effects on FIM walking index. **Conclusion:** The gait variability, symmetry, and coordination of patients with incomplete spinal cord injury are lower than those of healthy individuals. When developing rehabilitation training plans for patients with incomplete spinal cord injury, we should consider the impact of gait variability, symmetry, and coordination on walking function.

【Key words】 spinal cord injury; gait; variability; symmetry; coordination

基金项目:国家重点研发计划(2020YFC2007505);中国康复研究中心科研基金(2020-Q8)

收稿日期:2023-06-18

作者单位:1. 中国康复研究中心北京博爱医院,北京 100068;2. 首都医科大学康复医学院,北京 100068;3. 日本藤田医科大学,名古屋 4701192

作者简介:王一吉(1982-),男,副主任医师,主要从事脊髓损伤康复方面的研究。

通讯作者:周红俊,zh87569303@qq.com

脊髓损伤是一种严重的致残性疾病,会导致损伤平面以下运动、感觉功能及大小便功能障碍^[1],而运动功能丧失常常会导致步行功能障碍。与完全性脊髓损伤相比,部分不完全性脊髓损伤患者在辅助下能够完成步行。因此,重建步态是不完全性脊髓损伤患者的

康复治疗重点^[2-3]。系统、全面地了解脊髓损伤步态特点是重建步行功能的前提条件,目前研究主要集中在对时空参数和运动学参数进行观察和比较^[4-6],缺乏对步行变异性、对称性和协调性的对照研究。步态变异性 and 对称性分别对应着步行时一侧下肢步态特征的波动和左右两侧下肢运动的相似程度,是评估步态一致性和节律的敏感指标。既往研究显示腰椎间盘突出患者的步长变异性较大^[7],与正常人相比,偏瘫患者的步态对称性和变异性较大^[8],提高步态对称性和变异性,有助于步行姿势的改善^[9],提高动态平衡功能^[10],降低跌倒风险^[11]。步态的协调性与对称性不同,是一侧下肢摆动的节奏与另一侧下肢摆动节奏的协调程度。既往研究显示与健康人相比,帕金森患者的协调性较差^[12]。本研究主要探讨脊髓损伤患者步态变异性、对称性和协调性特点,了解步态变异性、对称性和协调性与步行功能的关系,旨在为步行康复训练起到精确的指导,更好地重建步行功能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 以 2020 年 11 月~2022 年 11 月在北京博爱医院符合标准的脊髓损伤患者 22 例为观察组。所有患者的神经学查体依据美国脊柱损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)制定的脊髓损伤神经学分类国际标准^[13],该标准包括下肢运动评分,根据徒手肌力评估方法对髂腰肌、股四头肌、胫前肌、拇长伸肌和腓肠肌进行 0~5 分的运动评分,0 分是无肌肉收缩,5 分是正常功能,将一侧下肢关键肌得分相加得出一侧下肢运动总分,一侧下肢正常运动总分为 25 分,采用 AIS 残损分级(ASIA impairment scale)对脊髓损伤程度进行 A~E 的分级,不完全性脊髓损伤的诊断标准为鞍区感觉或者运动存在^[14]。纳入标准:年龄 18~70 岁;不完全性脊髓损伤患者;生命体征平稳;可在踝足矫形器的辅助下完成 10m 步行。排除标准:脊柱不稳定;严重腰痛,腰椎活动受限;体位性低血压、异位骨化、深静脉血栓等并发症;下肢髂腰肌、股四头肌、腓绳肌、胫前肌及腓肠肌的肌张力 Ashworth 分级 ≥ 2 级^[15]。另选取年龄、身高、体重等因素与观察组相仿的 22 例健康志愿者作为对照组,其纳入

标准为:无腰椎病史;步行功能正常。本研究经中国康复研究中心医学伦理委员会批准(No. 2020-072-1)。所有受试者均签署知情同意书。观察组与对照组年龄、身高及体重比较差异无统计学意义,具有可比性。见表 1。

1.2 方法 所有患者实验前 24h 均未进行剧烈体力活动。脊髓损伤步行能力评价量表采用脊髓损伤步行指数 II 评分(walking index for spinal cord injury II, WISCI-II)和功能独立性评定(functional independence measure, FIM)的行走能力部分^[16-17],步态分析采用美国 Noraxon 公司的 MyoMotion 三维运动采集系统和 Myo Pressure 足底压力采集系统进行各项步行参数数值的采集,在开始进行步态测试前,向受试者讲解测试过程及注意事项,确保其充分理解并配合。所有测试均由 2 名康复医师(1 名负责步态数据采集,1 名负责受试者步行安全)进行。受试者取直立位,对其进行髌膝踝关节角度传感器的佩戴、安装,嘱被试者在压力测试板上以自然步速来回行走 4 次以适应步行环境,然后开始正式测试。正式测试时,被试者需先静止站立 10s 以进行姿态校准,然后在压力测试板上来回行走 3 次,得到 3 组测试结果。行走测试长度为 6m,压力测试板居中,以保证测试出被试者行走的真实自然状态。在完成观察组(患者)的测试后,确定患者的步行最慢速度和最快速度。对照组分为对照组 A(正常速度)和对照组 B(匹配患者速度)。匹配患者速度范围=患者最慢速度-0.1m/s<匹配速度<患者最快速度+0.1m/s^[18]。对照组首先完成正常速度的测试,然后嘱以匹配患者的速度步行数个来回,待适应匹配速度后再进行测试。

1.3 评定标准 使用 EXCEL 软件的相关函数进行步态变异性、对称性及协调性的计算。受试者步态变异性为左右下肢参数的平均值。使用步态变异值来评估步行变异性,计算公式:变异系数=步行参数的标准差/平均值^[10]。变异值越接近 0,提示变异性越小。使用步态对称值来评估步态对称性^[19],计算公式为=|(站立相/迈步相/步长数值左侧-站立相/迈步相/步长数值右侧)/0.5×(站立相/迈步相/步长数值左侧+站立相/迈步相/步长数值右侧)|×100%,对称值越

表 1 2 组受试者一般情况比较

组别	n	年龄	身高	体重	双下肢运动总分	左右下肢运动总分差值	性别(例)	
		(岁, $\bar{x} \pm s$)	(cm, $\bar{x} \pm s$)	(kg, $\bar{x} \pm s$)	(分, $\bar{x} \pm s$)	(分, $\bar{x} \pm s$)	男	女
观察组	22	40.36 $\pm$ 16.18	171.41 $\pm$ 7.27	69.23 $\pm$ 11.73	37.00 $\pm$ 5.07	2.91 $\pm$ 4.05	17	5
对照组	22	43.50 $\pm$ 13.57	172.45 $\pm$ 5.85	73.18 $\pm$ 9.99	50.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	17	5
$\chi^2/t/z$ 值		$t=-0.697$	$t=-0.525$	$t=-1.204$	$Z=-12.025$	$Z=3.372$	$\chi^2=0.000$	
P 值		0.490	0.602	0.235	0.000	0.003	1.000	

接近 0,提示对称性越好。使用相位协调指数(phase coordination index,PCI)来计算步态的协调性。计算公式为 $\varphi\text{-CV} + P\varphi\text{-ABS}$,其中 $\varphi\text{-CV} = \frac{\delta}{\bar{\varphi}}$, $P\varphi\text{-ABS} = 100 \times (\varphi\text{-ABS}/180)$, $\varphi\text{-ABS} = |\varphi_i - 180^\circ|$, $\varphi_i = 360^\circ \times \frac{tSi - tLi}{tL(i+1) - tLi}$ 。 $\varphi\text{-CV}$ 为 φ 的变异系数, δ 为 φ 的标准差, $\bar{\varphi}$ 为 φ 的平均值。根据双侧下肢迈步相的平均值区分迈步相长的下肢和迈步相短的下肢, tL 表示长的迈步相, tS 表示短的迈步相, tLi 和 tSi 分别代表第*i*个步行周期中的迈步相, $tL(i+1)$ 代表下一个步行周期中长的迈步相^[11]。PCI越接近 0,提示协调性越高。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 20.0 统计学软件进行数据分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述,计数资料采用例数进行描述。计量资料的 2 组比较采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney U 检验;3 组比较采用单因素方差分析。计数资料的 2 组比较采用 χ^2 检验;步态变异性、对称性及协调性与步行功能的相关性采用 Spearman 相关分析。采用线性回归分析观察步态变异性、对称性及协调性与步行功能的关系,相关系数参考 Domholdt 标准^[20]。以 *P*0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

22 例脊髓损伤患者中 AIS C 级 1 例,AIS D 级 21 例,病程 0~3 个月 13 例,3~6 个月 5 例,6 个月以上的 4 例,颈髓损伤 7 例,胸髓损伤 5 例,腰髓损伤 10 例。

2.1 3 组患者步态变异值和对称值的比较 观察组的步长变异值、站立相变异值和迈步相变异值均显著高于对照组 A(*P*<0.05),但与对照组 B 相比差异无统计学意义。对照组 B 的站立相变异值和迈步相变异值显著高于对照组 A(*P*<0.05)。观察组的步长对称值,站立相对称值以及迈步相对称值均显著高于对照组 A 和对照组 B(*P*<0.05),但对照组 A 和对照组 B 相比差异无统计学意义。观察组的 PCI 显著高于对照组 A 和对照组 B(*P*<0.05),但对照组 A 和 B 相比差异无统计学意义。见表 2。

2.2 观察组步态变异值、对称值和 PCI 与步行功能

的相关性分析 观察组的站立相变异值、站立相对称值、迈步相对称值和 PCI 与 WISCI 呈负相关,观察组的站立相变异值、迈步相变异值和 PCI 与对称值与 FIM 步行指数呈负相关。见表 3。

表 3 观察组步态变异值、对称值和 PCI 与步行功能的相关性分析

变量	步长变异值	站立相变异值	迈步相变异值	步长对称值	站立相对称值	迈步相对称值	PCI
WISCI-II	-0.326	-0.525*	-0.280	-0.219	-0.550*	-0.588*	-0.772*
FIM	-0.270	-0.618*	-0.549*	-0.144	-0.349	-0.284	-0.802*

*:表示 *P*<0.05

2.3 WISCI-II 和 FIM 步行指数的多元线性回归分析结果 WISCI-II 步行指数=22.503-4.039×站立相变异值-15.799×站立相对称值-0.414×PCI;FIM 步行指数=9.111-0.629×PCI。站立相变异值、站立相对称值和 PCI 对 WISCI-II 步行指数均有显著影响,其中站立相对称值影响程度最大,其次是站立相变异值,影响最小的是 PCI,3 个因素对 WISCI-II 步行指数的影响是显著负向的。PCI 对 FIM 步行指数有显著负向影响。

3 讨论

脊髓损伤患者的步行能力不仅包括步行速度,步长,站立相及迈步相等时空参数和运动学参数,还包括步态变异性、对称性和协调性等,它们可作为敏感的指标来评价步行质量的改善程度。步态变异性 and 对称性已作为重要指标用于评估脑卒中患者的步态^[8,21-22],步态协调性已用于评估帕金森患者和老年人的步态^[12],但是在脊髓损伤患者的步态评估中应用较少。由于脊髓损伤患者的步速显著低于健康人,为了观察缩小步速差距时患者的步态的特点,本研究增加了与患者匹配速度下健康人的比较。本研究证实与正常步速的健康人相比,脊髓损伤患者的步态变异性、对称性和协调性均较差,与匹配患者步速的健康人相比,脊髓损伤患者步态对称性和协调性较差。

本研究发现,脊髓损伤患者步长、站立相及迈步相变异性显著大于正常步速的健康人,推测与脊髓损伤患者步速和下肢肌力显著低于健康人有关。脊髓损伤患者步长、站立相及迈步相变异性与匹配速度的健康人相比,差异无统计学意义,推测其原因与健康人为了

表 2 3 组患者的步长对称值,站立相对称值及迈步相对称值比较

组别	<i>n</i>	步速(m/s)	步长变异值	站立相变异值	迈步相变异值	步长对称值	站立相对称值	迈步相对称值	PCI
观察组	22	0.24±0.11	0.03±0.01	0.22±0.18	0.07±0.05	0.25±0.21	0.08±0.07	0.30±0.26	4.22±2.58
对照组 A	22	0.73±0.12 ^{ab}	0.02±0.01 ^a	0.06±0.06 ^{ab}	0.04±0.02 ^{ab}	0.05±0.03 ^a	0.03±0.02 ^a	0.05±0.04 ^a	1.38±1.33 ^a
对照组 B	22	0.28±0.05	0.02±0.01	0.18±0.04	0.07±0.04	0.08±0.05 ^a	0.02±0.02 ^a	0.07±0.09 ^a	2.59±1.72 ^a

与观察组比较,^a*P*<0.05;与对照组 B 比较,^b*P*<0.05

能以较低步速行走,对下肢的摆动时长控制欠佳、平衡功能受损,结果导致步态变异性的下降有关。匹配速度的健康人的站立相及迈步相的变异性显著低于正常步速的健康人这一发现也证实了此推测。

本研究显示脊髓损伤患者步长对称性、站立相对称性与迈步相对称性显著低于正常步速和匹配步速的健康人,与既往结果一致^[23],而正常步速的健康人的步态对称性与匹配步速的健康人相比差异无统计学意义。脊髓损伤患者下肢运动总分和左右下肢肌力差值显著高于正常人,因此,可以推测步态对称性与脊髓损伤导致的肌力较差有关,与步速的关系不大。保持步态对称性取决于从大脑皮层到肌肉的神经支配的完整性,任何支配运动控制的神经损伤都会影响步态^[24]。脊髓损伤会影响中枢神经对下肢骨骼肌的控制,造成下肢肌力显著下降。既往研究发现双下肢肌肉激活的对称性决定步态对称性^[25],左右下肢肌力的不同会导致下肢向前摆动的程度不对称,下肢运动功能差的一侧单腿摆动控制能力较差^[26],这会加大该侧下肢与对侧下肢步行参数的差异。此外,脊髓损伤会切断大脑与下肢之间的感觉传导通路^[21],这将造成下肢感觉的不对称,也有可能导致步态的不对称。因此,脊髓损伤步态不对称可能与左右下肢运动、感觉功能受损的不对称有关^[27],提高下肢肌力和缩小左右下肢肌力差距可以提高步态对称性,与既往研究结果一致^[28]。

本研究显示脊髓损伤患者步态协调性显著低于正常步速和匹配步速的健康人,而健康人不同速度相比,协调性无统计学差异,说明协调性与脊髓损伤相关,而与步速的关系不大。负责行走过程中肢体内肌肉激活协调的神经元机制与脊髓运动中心有关,双侧下肢屈肌和伸肌组之间的交替活动产生有节奏的步行运动,是通过脊髓两侧中央模式发生器(central pattern generator,CPG)的相互作用实现的^[29]。脊髓损伤会影响CPG,破坏负责行走过程中协调肌肉激活的神经元机制,最终导致协调性的异常。

WISCI-II和FIM步行指数都是脊髓损伤患者步行功能的评价指标,而本研究显示步态的变异性、对称性和协调性均与步行功能呈负相关,也就是说步态的变异性越小,对称性越好,协调性越高,脊髓损伤患者的步行功能越好。线性回归方程显示WISCI-II步行指数由站立相变异值、站立相对称值和PCI三项指标决定,而FIM步行指数则主要与PCI有关,突出了步态协调性的重要性。

综上所述,本研究发现脊髓损伤患者步态变异性、对称性及协调性均较差,其中步速是影响步态变异性的重要因素,而下肢肌力以及左右下肢肌力的差值是

影响步态对称性的重要因素,脊髓损伤导致的CPG的受损是步态协调性的重要因素。此外,在为不完全性脊髓损伤患者制定步行康复训练方案时,需要考虑到患者的步态变异性、对称性和协调性等指标。另外,本研究样本量较小,由于研究条件限制,未能进行更多步行参数,如关节活动角度,地面反作用力及肌电信号等相关数据的采集及分析,下一步将扩大样本量更准确的了解步态特点,并进一步探索步行康复训练对脊髓损伤患者步态变异性、对称性及协调性的效果。

【参考文献】

- [1] 张家红,钟燕彪,李海,等. 脊髓损伤患者康复医疗APP构建及临床初步应用[J]. 中国康复,2022,37(10):614-617.
- [2] Dambreville C,Fontenay BP,Blanchette AK,et al. Ankle proprioception during gait in individuals with incomplete spinal cord injury [J]. *Physiol Rep*,2019,7(24):1-12.
- [3] Stampacchia G,Gazzotti V,Olivieri M,et al. Gait robot-assisted rehabilitation in persons with spinal cord injury: A scoping review [J]. *NeuroRehabilitation*,2022,51(4):609-647.
- [4] Baniasad M,Farahmand F,Arazpour M,et al. Kinematic and electromyography analysis of paraplegic gait with the assistance of mechanical orthosis and walker[J]. *J Spinal Cord Med*,2020,43(6):854-861.
- [5] Eliseev A,Kalinina S,Yashin K,et al. Application of 2D Gait Analysis for the Assessment of Gait Disturbance in Patients with Spastic Tetraparesis[J]. *Sovrem Tekhnologii Med*,2021,13(5):24-29.
- [6] Gollie JM,Guccione AA. Overground Locomotor Training in Spinal Cord Injury: A Performance-Based Framework[J]. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*,2017,23(3):226-233.
- [7] Kushioka J,Sun R,Zhang W,et al. Gait Variability to Phenotype Common Orthopedic Gait Impairments Using Wearable Sensors [J]. *Sensors (Basel)*,2022,22(23):1-10.
- [8] Wang YJ,Mukaino M,Ohtsuka K,et al. Gait characteristics of post-stroke hemiparetic patients with different walking speeds [J]. *Int J Rehabil Res*,2020,43(1):69-75.
- [9] Cherni Y,Laurendeau S,Robert M,et al. The Influence of Transfemoral Prosthesis Type on Lower-Body Gait Adaptation: A Case Study[J]. *Int J Environ Res Public Health*,2022,20(1):1-14.
- [10] Lim H,Cleland B,Madhavan S,et al. Functional connectivity of proximal and distal lower limb muscles and impact on gait variability in stroke[J]. *Gait Posture*,2023,99(1):20-23.
- [11] Patel P,Enzastiga D,Casamento-Moran A,et al. Increased temporal stride variability contributes to impaired gait coordination after stroke [J]. *Sci Rep*,2022,12(1):1-10.
- [12] Plotnik M,Giladi N,Hausdorff JM. A new measure for quantifying the bilateral coordination of human gait: effects of aging and Parkinson's disease[J]. *Exp Brain Res*,2007,181(4):561-570.
- [13] 康海琼,周红俊,刘根林,等. 脊髓损伤神经学分类国际标准检查表2019版最新修订及解读[J]. *中国康复理论与实践*,2019,25(8):983-985.

- [14] 李建军,王方永. 脊髓损伤神经学分类国际标准(2011年修订)[J]. 中国康复理论与实践,2011,17(10):963-972.
- [15] Liu HW,Fan LH,Li J. Combined selective peripheral neurotomy in the treatment of spastic lower limbs of spinal cord injury patients[J]. Acta Neurochir (Wien),2022,164(8):2263-2269.
- [16] Rosa GL,Avola M,Gregorio TD,et al. Gait Recovery in Spinal Cord Injury: A Systematic Review with Metanalysis Involving New Rehabilitative Technologies[J]. Brain Sci,2023,13(5):1-17.
- [17] Pozin M,Najafali D,Anant Naik A,et al. Long-term assessment of the functional independence measure in sports-related spinal cord injury[J]. J Spinal Cord Med,2023,28(3):1-15.
- [18] Agudo AG,Nombela SP,Rizo EP,et al. Comparative biomechanical analysis of gait in patients with central cord and Brown-Séquard syndrome[J]. Disabil Rehabil,2013,35(22):1869-1876.
- [19] Kim SJ,Howsden S,Bartels N,et al. Concurrent locomotor adaptation and retention to visual and split-belt perturbations[J]. PLoS One,2022,17(12):1-15.
- [20] Wedege P,Steffen K,Strøm V,et al. Reliability of three-dimensional kinematic gait data in adults with spinal cord injury[J]. J Rehabil Assist Technol Eng,2017,14(4):1-10.
- [21] Szymoniuk M,Litak J,Sakwa L,et al. Molecular Mechanisms and Clinical Application of Multipotent Stem Cells for Spinal Cord Injury[J]. Cells,2022,12(1):1-32.
- [22] Kim CM,Eng JJ,Whittaker MW. Level walking and ambulatory capacity in persons with incomplete spinal cord injury: relationship with muscle strength [J]. SpinalCord,2004,42(3):156-162.
- [23] Kumprou M, Amatachaya P, Sooknuan T, et al. Do ambulatory patients with spinal cord injury walk symmetrically? [J]. Spinal cord,2017,55(2):204-207.
- [24] Takakusaki K. Neurophysiology of gait: From the spinal cord to the frontal lobe[J]. Mov. Disord,2013,28(11):1483 - 1491.
- [25] Ogawa T,Kawashima N,Obata H,et al. Mode-dependent control of human walking and running as revealed by split-belt locomotor adaptation[J]. The Journal of experimental biology,2015,218(20):3192-3198.
- [26] Rusu L,Neamtu MC,Rosulescu E, et al. Analysis of foot and ankle disorders and prediction of gait in multiple sclerosis rehabilitation[J]. European journal of medical research,2014,19(1):1-10.
- [27] Nori S,Watanabe K,Takeda K,et al. Influence of the timing of surgery for cervical spinal cord injury without bone injury in the elderly: A retrospective multicenter study[J]. J Orthop Sci,2023,29(1):10-16.
- [28] 王亚囡,刘惠林,杜雪晶,等. 水中平板步行训练对恢复期脑卒中偏瘫患者姿势控制及步态对称性的疗效[J]. 中国康复,2022,37(3):140-144.
- [29] Dietz V. Do human bipeds use quadrupedal coordination? [J]. Trends Neurosci,2002,25(9):462-467.

作者·读者·编者

论文书写要求

引言(也称前言、序言或概述)经常作为科技论文的开端,提出文中要研究的问题,引导读者阅读和理解全文。

引言的写作要求:开门见山,避免大篇幅地讲述历史渊源和立题研究过程;言简意赅,突出重点,不应过多叙述同行熟知教科书中的常识性内容,确有必要提及他人的研究成果和基本原理时,只需以参考引文的形式标出即可;尊重科学,实事求是,在论述本文的研究意义时,应注意分寸,切忌使用“有很高的学术价值”、“填补了国内外空白”、“首次发现”等不适之词;引言一般应与结论相呼应,在引言中提出的问题,在结论中应有解答,但也应避免引言与结论雷同;简短的引言,最好不要分段论述。