

·临床研究·

脊髓损伤住院康复患者尿路感染相关危险因素回顾性分析*

张金龙¹ 陶 冶² 包婷婷² 周 静² 马丽娜² 魏 丹² 朱珊珊² 张婷婷² 汪 澄^{2,3}

摘要

目的:了解脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)住院康复患者尿路感染(urinary tract infection, UTI)相关危险因素,为SCI患者UTI管理提供参考。

方法:回顾性分析2017年1月—2021年12月中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)康复医学科576例SCI患者。收集入院时信息包括:自变量[性别、年龄、损伤原因、损伤部位、ASIA分级(美国脊髓损伤协会分级标准, American Spinal Cord Injury Association, ASIA 分级)、是否手术、是否保留导尿、是否并发症(肺部感染及神经源性膀胱)、是否贫血(女:血红蛋白<110g/L,男:血红蛋白<120g/L)和血常规(血红蛋白水平、红细胞计数及血小板计数)],因变量(是否并发UTI)。根据是否并发UTI分为两组,比较基线资料情况并应用多元logistic回归分析自变量与因变量的关系。

结果:405(70.31%)例患者并发UTI。并发UTI者血红细胞计数($P<0.001$)要低于无UTI者。并发UTI者手术治疗、保留导尿、神经源性膀胱及肺部感染比率高于无UTI者($P<0.001$)。两组患者SCI损伤原因($P<0.001$)、ASIA分级($P<0.001$)、性别($P=0.008$)构成比差异具有显著性意义,而损伤部位($P=0.080$)、年龄($P=0.102$)和是否贫血($P=0.648$)构成比差异无显著性意义。保留导尿($OR=3.718$)和神经源性膀胱($OR=4.559$)是UTI的独立危险因素($OR>1, P<0.05$);增加血RBC计数($OR=0.675$)、ASIA-D级(相对于ASIA-A级)($OR=0.515$)以及损伤原因为非外伤(相对于外伤)($OR=0.587$)是UTI保护因素($OR<1, P<0.05$)。

结论:行康复治疗SCI患者,住院期间发生UTI可能与保留导尿、神经源性膀胱、ASIA分级较高及损伤原因为外伤有关。拔除导尿管,治疗神经源性膀胱,以及促RBC生成治疗可能会有助于降低UTI发生率。

关键词 脊髓损伤;尿路感染;危险因素

中图分类号:R651.2, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-07-0936-006

Retrospective analysis of risk factors associated with urinary tract infection in patients with spinal cord injury hospitalized for rehabilitation/ZHANG Jinlong, TAO Ye, BAO Tingting, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(7):936—941

Abstract

Objective: To determine the risk factors and provide references for the management of urinary tract infection (UTI) in patients with spinal cord injury(SCI) hospitalized for rehabilitation.

Method: Retrospective analysis of 576 patients with SCI from the Department of Rehabilitation of the First Affiliated Hospital of the University of Science and Technology of China(Anhui Provincial Hospital) from January 2017 to December 2021. The information collected on admission includes: independent variables[sex, age, modes of injury, location of injury, ASIA grades(American spinal cord injury association, ASIA grades), surgery, indwelling urethral catheter(IUC), complications (pulmonary infection and neurogenic bladder), anemia

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.07.011

*基金项目:中国科学技术大学校级本科质量工程项目(2021xjyxm123)

1 京东方科技集团股份有限公司,合肥京东方医院康复医学科,安徽省合肥市,230012; 2 中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)康复医学科; 3 通讯作者

第一作者简介:张金龙,男,副主任医师,现工作单位:厦门大学附属翔安医院; 收稿日期:2022-04-25

(female: level of hemoglobin<110g/L, male: level of hemoglobin<120g/L) and blood routine test (hemoglobin level, red blood cells[RBC] count and platelets[PLT] count)] and dependent variable (complications of incidence of UTI). We divided patients into two groups according to whether they were diagnosed as UTI, and then compared the baseline between two groups, and then relationship between independent variables and dependent variable was analyzed by the multivariate logistic regression.

Result: 405(70.31%) patients were complicated with UTI. RBC count ($P<0.001$) in patients complicated with UTI was lower than those without UTI. Surgical treatment, IUC, neurogenic bladder and pulmonary infection were higher in patients complicated with UTI than those without UTI ($P<0.001$). There were statistically significant differences in the ratio of modes of injury ($P<0.001$), ASIA grades ($P<0.001$) and sexes ($P=0.008$) between two groups, while there was no significant difference in the location of injury ($P=0.080$), age ($P=0.102$) and anemia ($P=0.648$). IUC (OR=3.718) and neurogenic bladder (OR=4.559) were independent risk factors for UTI (OR>1, $P<0.05$); Increasing RBC counts (OR=0.675), ASIA-D grade (OR=0.515, relative to ASIA-A grade) and non-traumatic reason of SCI (OR=0.587, relative to traumatic reason of SCI) were protective factors for UTI (OR<1, $P<0.05$).

Conclusion: UTI in patients with SCI hospitalized for rehabilitation may be associated with IUC, neurogenic bladder, higher ASIA grades and traumatic reason of SCI. Removing urinary catheter, treating neurogenic bladder and RBC-promoting therapy may be helpful to reduce the incidence of UTI.

Author's address Hefei BOE Hospital, BOE Technology Group, Co. Ltd, Hefei, Anhui, 230012

Key word spinal cord injury; urinary tract infection; risk factors

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)后由于多数患者合并神经源性膀胱及免疫功能受损,感染性疾病时有发生,而尿路感染(urinary tract infection, UTI)是SCI患者的常见并发症,会显著降低生存质量,需重点关注^[1]。UTI会影响所有年龄段的患者,对于SCI患者更是常见^[2],且不同的神经源性膀胱处理方法,UTI发生率不同^[3]。研究发现,与其他膀胱管理方式相比,留置导尿管UTI的风险增加^[4],而减少保留导尿时间,限制间歇性导尿时的残余尿量可以减小UTI风险,甚至可以缩短平均住院日^[5]。UTI与肺炎、心脏并发症、肺栓塞、自杀成为SCI患者住院期间的主要死因^[6]。UTI在SCI患者神经源性下尿路功能障碍的个体中很是常见,而UTI的反复抗生素治疗导致抗菌药物的耐药性问题日益严重^[7],已经成为公共卫生威胁,这也导致SCI患者各类感染风险不成比例的相对增加,尤其是UTI^[8]。但是对于最常见的UTI,到目前为止,尚未能确定始终有效的预防策略^[9]。

在康复医学科住院接受康复治疗的SCI患者中,UTI的发生率较高,可见了解UTI危险因素,对于UTI的防治及管理具有重要的意义,为此我们进行了既往临床资料的回顾性分析,为接受康复治疗

期间SCI患者UTI的预防提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

纳入标准:①入院时间为2017年1月—2021年12月期间;②SCI患者符合《脊髓损伤神经学分类国际标准检查表2019版》诊断标准^[10],且经CT和/或MRI检查证实;③住院期间患者未死亡;④入院时进行了美国脊髓损伤协会(American Spinal Cord Injury Association, ASIA)SCI分级评定^[11]。排除标准:非SCI患者。诊断为神经源性膀胱^[12]和(或)UTI^[13]者符合诊断标准。共有576例(100%)SCI患者符合纳入标准。收集入院时信息,主要包括:性别、年龄、损伤原因(外伤和非外伤)、损伤部分、ASIA分级、是否保留导尿、是否手术、是否神经源性膀胱、是否并发尿路感染、是否并发肺部感染、血常规[血红蛋白(hemoglobin, Hb)水平、红细胞(red blood cell, RBC)计数和血小板(platelet, PLT)计数]和是否贫血(女:血Hb<110g/L,男:血Hb<120g/L)。本研究通过中国科学技术大学附属第一医院伦理委员会审核,审批号为:2021-RE-154。

1.2 研究设计方法

回顾性观察性临床研究。

1.3 统计学分析

连续性变量如符合正态分布采用均数±标准差表示,若不符合正态分布采用中位数(下四分位-上四分位)表示;分类变量采用例数N(N%)或比值比(odds ratio, OR)和95%置信区间(95% confidence interval, 95%CI)表示;符合正态分布的连续性变量的两组间比较采用Student's *t*检验,偏态分布的连续性资料的两组间比较采用Mann-whitney秩和检验,分类变量的两组间比较采用Pearson χ^2 、Pearson χ^2 检验 Yate连续校正法或Fish精确概念法检验;若连续性变量缺失,采用均数插补法进行插补^[14-15],插补后数据命名为“变量(新)”;若分类变量缺失,采用哑变量法^[16],缺失的数据命名为“缺失”;将收集的所有UTI可能危险因素作为自变量,将UTI发生率作为因变量,采用多元Logistic回归逐步后退法或强制纳入法进行分析,采用赤池信息量准则(Akaike information criterion, AIC)作为模型拟合优度评价标准^[17]。应用R语言4.2.0版软件包、SPSS 20.0及易侖3.0软件(Empower Stats 3.0)进行统计,双侧检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组患者血常规比较

576例SCI患者中,有405(70.31%)例患者合并UTI。并发UTI患者血RBC计数($P<0.001$)要低于未并发UTI者。两组间RBC计数、Hb水平和PLT计数插补前与均数插补后 P 值方向一致,表明数据缺失并不影响结果。详见表1。

2.2 两组患者其他变量之间比较

并发UTI患者接受手术治疗、保留导尿、合并神

经源性膀胱和肺部感染发生率要高于未并发UTI者($P<0.001$)。两组间性别($P=0.008$)、SCI损伤原因($P<0.001$)、ASIA分级($P<0.001$)构成比差异具有显著性意义($P<0.05$),而损伤部位($P=0.080$)、年龄($P=0.102$)和是否贫血($P=0.648$)构成比差异无显著性意义($P>0.05$)。见表2。

表2 两组患者其他变量之间的比较 [例(%)]

变量	尿路感染		统计量	P值
	否(171例)	是(405例)		
年龄(岁)	47.80±15.04	50.10±15.61	$t=-1.64$	0.102
性别			$\chi^2=3.02$	0.008
女	51(29.82)	93(22.96)		
男	120(70.18)	312(77.04)		
是否手术			$\chi^2=16.79$	<0.001
否	22(12.87)	15(3.70)		
是	149(87.13)	390(96.30)		
是否保留导尿			$\chi^2=116.91$	<0.001
否	99(57.89)	57(14.07)		
是	72(42.11)	348(85.93)		
是否神经源性膀胱			$\chi^2=135.94$	<0.001
否	88(51.46)	33(8.15)		
是	83(48.54)	372(91.85)		
肺部感染			$\chi^2=29.16$	<0.001
否	151(88.30)	269(66.42)		
是	20(11.70)	136(33.58)		
是否贫血			$\chi^2=0.21$	0.648 ^②
否	102(59.65)	206(50.86)		
是	66(38.60)	193(47.66)		
缺失	3(1.75)	6(1.48)		
损伤原因			$\chi^2=28.71$	<0.001
外伤	113(66.08)	347(85.68)		
非外伤	58(33.92)	58(14.32)		
损伤部位			-	0.080 ^①
颈部	86(50.29)	207(51.11)		
胸部	40(23.39)	120(29.63)		
腰部	35(20.47)	70(17.28)		
其它	6(3.51)	5(1.23)		
不确定	4(2.34)	3(0.74)		
ASIA 分级			$\chi^2=168.12$	<0.001 ^②
A级	21(12.28)	121(29.88)		
B级	12(7.02)	84(20.74)		
C级	34(19.88)	104(25.68)		
D级	100(58.48)	93(22.96)		
E级	4(2.34)	3(0.74)		

注:①Fish精确概念法检验;②Pearson χ^2 检验 Yate连续校正法。

2.3 患者UTI发生率的logistic回归分析

因变量为UTI发生率,自变量是性别、年龄、损伤原因、损伤部位、ASIA分级、是否手术、是否并发肺部感染、是否保留导尿、是否神经源性膀胱、是否贫血和血常规(血Hb水平、RBC和PLT计数),见变量赋值表3。

表1 两组患者血常规比较 ($\bar{x}\pm s$)

项目	尿路感染		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
	否(171例)	是(405例)		
血RBC计数($\times 10^{12}/L$)	4.14±0.65 ^①	3.84±0.64 ^②	5.17	<0.001
血RBC计数(新) ($\times 10^{12}/L$)	4.15±0.65	3.83±0.65	5.47	<0.001
血Hb水平(g/L)	120.77±19.14 ^①	118.48±18.54 ^②	1.33	0.185
血Hb水平(新)(g/L)	119.73±19.93	118.01±19.01	0.98	0.328
血PLT计数($\times 10^9/L$)	222.26±76.10 ^①	223.62±74.69 ^②	-0.20	0.844
血PLT计数(新) ($\times 10^9/L$)	221.11±76.19	223.68±75.79	-0.37	0.451

注:① $n=168$,② $n=399$

采用逐步后退法或强制法将所有自变量拟合入回归方程中进行分析,发现保留导尿($OR=3.718$)和神经源性膀胱($OR=4.559$)是UTI的独立危险因素($OR>1$, $P<0.05$);贫血虽然会增加UTI发生率($OR=1.402>1$),但无显著性意义($P=0.141>0.05$);增加血RBC计数($OR=0.675$)、ASIA-D级(相对于ASIA-A级)($OR=0.515$)以及损伤原因为非外伤(相对于外伤)($OR=0.587$)是UTI保护因素($OR<1$, $P<0.05$),见表4。

表3 变量赋值表

变量名	变量类型	变量赋值及依据
因变量		
是否UTI	二分类变量	否=0,是=1。
自变量		
性别	二分类变量	女=0,男=1。
年龄	连续性变量	等于本身数值,不进行赋值。
损伤原因	二分类变量	外伤=1,非外伤=2。
损伤部位	多分类变量	颈部=1,胸部=2,腰部=3,其它=4,血管瘤(部位不详)=5。以“颈部”作为参考。
ASIA分级	多分类变量	A级=1,B级=2,C级=3,D级=4,E级=5。以“A级”作为参考。
手术	二分类变量	否=0,是=1。
肺部感染	二分类变量	否=0,是=1。
保留导尿	二分类变量	否=0,是=1。
神经源性膀胱	二分类变量	否=0,是=1。
是否贫血	多分类变量	否=0,是=1,2=缺失。以“否”作为参考。
血红细胞数(新)	连续性变量	等于本身数值,不进行赋值。
血红蛋白水平(新)	连续性变量	等于本身数值,不进行赋值。
血小板数(新)	连续性变量	等于本身数值,不进行赋值。

表4 各自变量与UTI发生率的Logistic回归

变量	偏回归系数	偏回归系数标准误	Z值	OR	OR值的95%CI	P值
回归方程截距	0.614	0.832	0.738	1.848	0.362—9.442	0.461
保留导尿	1.313	0.251	5.228	3.718	2.272—6.083	<0.001
神经源性膀胱	1.517	0.277	5.481	4.559	2.650—7.843	<0.001
血RBC计数(新)	-0.393	0.180	-2.180	0.675	0.474—0.961	0.029
ASIA-D级	-0.665	0.322	-2.063	0.515	0.274—0.967	0.039
损伤原因(非外伤)	-0.533	0.267	-1.996	0.587	0.348—0.991	0.046
贫血	0.338	0.229	1.473	1.402	0.894—2.198	0.141

AIC=525.640;对数似然比=-252.820,自由度=11;残差标准误=3.366, $P<0.001$

3 讨论

UTI是中国第二大类常见的感染性疾病^[18],也是SCI患者最常见的并发症,会对患者整体健康和

生存质量产生不利影响,并经常导致康复服务中断、急诊就诊和泌尿系统脓毒症^[19]。SCI患者在康复医学科出院后在12个月内平均经历了4.7次并发症,最常见的并发症是UTI,累积发生率高达62%^[20],对于创伤性颈段SCI患者,导尿管相关性UTI的总体发生率为19%(585/3081)^[21]。而UTI发生,与导尿管的使用有一定的关联性,导尿管相关性UTI发生率居高不下,在适当的时间尽早拔除导管、减少插入的不必要导管的数量可有效降低导尿管相关UTI的发生率^[22]。对于合并神经源性膀胱的SCI患者,UTI的发生率为每名患者每年2.29次,在逼尿肌过度活跃患者更为常见,且45%是由大肠杆菌病原体引起的^[23]。由此可见,SCI患者UTI发生率较高,且与神经源性膀胱高度有关,保留导尿是最重要的危险因素之一,本研究同样发现神经源性膀胱及保留导尿是UTI的独立危险因素。

红细胞破坏后,血Hb从红细胞释放出来,血Hb水平相应增加^[24]。然而,血RBC计数水平下降与血Hb水平增加并非同步,Hb释放出来后,会通过巨噬细胞特异性受体CD163调节,从而从循环中清除^[25]。SCI后发病机制的所有阶段都部分地由巨噬细胞介导^[26],血脊髓屏障破坏后导致大量外周巨噬细胞浸润到受伤区域并在新生血管周围积聚^[27]。SCI后心肺功能会不同程度的下降^[28],而血Hb水平与心肺功能下降有关^[29]。因此SCI致巨噬细胞系统激活且心肺功能下降致使Hb水平下降,而出现血RBC计数水平下降和血Hb水平增加不一致现象。本研究同样发现这一规律,SCI患者并发UTI者血RBC计数要低于未并发UTI者($P<0.001$),但并发UTI者血Hb水平($P=0.328$)及贫血发生率($P=0.648$)要低于未并发UTI者,且无显著性意义。

贫血的诊断标准目前主要依据血Hb水平来判定的(女:血红蛋白<110g/L,男:血红蛋白<120g/L)^[30]。长期卧床患者低血Hb水平与UTI有关^[31],贫血是60岁以上髋关节置换患者术前UTI的独立危险因素,但术前输红细胞并不能降低UTI风险^[32],贫血同样是孕妇发生UTI的高危因素^[33]。据了解,尚未见报道SCI患者血RBC计数、贫血与UTI发生率的关系。但有研究报道,促红细胞生成素(erythropoietin,EPO)可促进红细胞生成^[34],SCI后8h内注射

EPO可减少星形胶质细胞增生^[35],神经胶质细胞形成保护屏障将吞噬免疫细胞(包括巨噬细胞)限制在脊髓坏死核心^[36]。如前所述,巨噬细胞会清除Hb,SCI患者应用EPO后血Hb水平增加(纠正贫血)可能是通过此途径实现的。本研究发现增加血RBC计数(OR=0.675)是UTI的保护因素,因此促红细胞生成治疗可能会降低SCI患者UTI发生率。

对于外伤性SCI患者,UTI是衡量康复功能结局的一个重要负性变量^[37],外伤性SCI(67%)与非外伤性SCI(42%)相比,UTI更常见^[38]。本研究同样发现,相对于外伤而言,非外伤是UTI的保护性因素,即相对于非外伤而言,外伤是UTI的危险因素。除此之外,有研究发现,UTI的发生率与SCI的严重程度相关,ASIA-A和B的患者在住院康复期间及出院后UTI的可能性显著高于ASIA-C和D的患者^[39]。本研究同样发现,相对于ASIA-A级,ASIA-D则是UTI保护因素,表明ASIA-D相对于ASIA-A,UTI发生率更低。有学者进一步通过SCI患者的症状,进行UTI诊断的预测,61%(90/147)的SCI患者根据其症状准确预测UTI的存在,但是39%(57/147)不准确^[40]。以色列耶路撒冷的一家康复机构发现无症状菌尿(asymptomatic bacteriuria, ASB)和抗生素耐药在需要清洁间歇性导尿的SCI合并神经源性膀胱的儿科患者中很常见^[41]。另一项临床研究纳入175例因SCI导致神经源性膀胱的成人患者,有30.8%出现了术前ASB^[42]。每年进行一次尿培养检查的SCI患者中,2/3出现阳性,大多数阳性患者为ASB病例,其中超过1/3应用抗生素治疗^[43]。而2019年美国传染病学会更新了ASB管理指南,强调了治疗该病的风险和益处,尚未发现治疗SCI及留置导尿管患者的ASB可改善临床结果^[44]。有学者认为治疗ASB的适应证很少,不适当的治疗会导致抗生素耐药性的发展^[45]。SCI患者UTI最常见的体征和症状是尿液有异味和浑浊、不适感和痉挛加剧^[46],若仅仅依据尿常规检查结果进行治疗,则可能导致细菌耐药。故在临床上,若怀疑SCI患者并发UTI,至少需同时进行血常规检查,并根据尿培养及药敏结果选择适宜抗生素,对于ASB的抗感染治疗需综合考虑并谨慎对待。

回顾性研究具有一定的局限性,由于影响UTI

发生率的危险因素较多,如尿管保留时间、膀胱管理方式、有无泌尿系统结石、营养状况、免疫功能等等,无法全面系统的收集所有可能的自变量,这一点是回顾性观察性设计的不足之处。且本研究为单中心研究,结论应用到其他中心可能会存在偏倚。不过,本研究可为后续有关SCI与UTI关系的循证等级更高的多中心临床随机对照研究或队列研究提供文献参考。

4 结论

在康复医学科住院接受康复治疗的SCI患者,并发UTI者可能与保留导尿、神经源性膀胱、高级别脊髓损伤程度(如ASIA-A)、SCI损伤原因为外伤有关。拔除导尿管,治疗神经源性膀胱以及促RBC生成治疗可能会有助于降低UTI发生率。

参考文献

- [1] Yue JK, Winkler EA, Rick JW, et al. Update on critical care for acute spinal cord injury in the setting of polytrauma [J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 43(5):E19.
- [2] Dubbs SB, Sommerkamp SK. Evaluation and management of urinary tract infection in the emergency department[J]. *Emerg Med Clin North Am*, 2019, 37(4):707—723.
- [3] Kinnear N, Barnett D, O'Callaghan M, et al. The impact of catheter-based bladder drainage method on urinary tract infection risk in spinal cord injury and neurogenic bladder: a systematic review[J]. *Neurourol Urodyn*, 2020, 39(2):854—862.
- [4] Linsmeyer TA. Catheter-associated urinary tract infections in persons with neurogenic bladders [J]. *J Spinal Cord Med*, 2018, 41(2):132—141.
- [5] Goodes LM, King GK, Rea A, et al. Early urinary tract infection after spinal cord injury: a retrospective inpatient cohort study[J]. *Spinal Cord*, 2020, 58(1):25—34.
- [6] Kriz J, Sediva K, Maly M. Causes of death after spinal cord injury in the Czech Republic[J]. *Spinal Cord*, 2021, 59(7):814—820.
- [7] Krebs J, Stoyanov J, Wöllner J, et al. Immunomodulation for primary prevention of urinary tract infections in patients with spinal cord injury during primary rehabilitation: protocol for a randomized placebo-controlled pilot trial (UROVAXOM-pilot)[J]. *Trials*, 2021, 22(1):677.
- [8] Hines-Munson C, May S, Poon I, et al. Experiences of veterans with spinal cord injury related to annual urine

- screening and antibiotic use for urinary tract infections[J]. PM R, 2021, 13(12):1369—1375.
- [9] Garcia-Arguello LY, O'Horo JC, Farrell A, et al. Infections in the spinal cord-injured population: a systematic review [J]. Spinal Cord, 2017, 55(6):526—534.
- [10] 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.
- [11] 李建军, 周红俊, 孙迎春, 等. 脊髓损伤神经学分类国际标准(第6版, 2006)[J]. 中国康复理论与实践, 2008, 14(7):693—698.
- [12] Truzzi JC, de Almeida FG, Sacomani CA, et al. Neurogenic bladder - concepts and treatment recommendations[J]. Int Braz J Urol, 2022, 48(2):220—243.
- [13] Sartori AM, Padilla-Fernández B, t Hoen L, et al. Definitions of urinary tract infection used in interventional studies involving neurourological patients- a systematic review [J]. Eur Urol Focus, 2021, S2405—4569(21):192—199.
- [14] Farrar D, Fairley L, Santorelli G, et al. Association between hyperglycaemia and adverse perinatal outcomes in south Asian and white British women: analysis of data from the Born in Bradford cohort [J]. The Lancet, Diabetes & Endocrinology, 2015, 3(10):795—804.
- [15] Su YS, Hill J, Gelman A, et al. Multiple imputation with diagnostics (mi) in R : opening windows into the black box[J]. J Stat Softw, 2011, 45(2):1—31.
- [16] Vetter C, Devore EE, Wegrzyn LR, et al. Association between rotating night shift work and risk of coronary heart disease among women[J]. JAMA, 2016, 315(16):1726—1734.
- [17] Portet S. A primer on model selection using the Akaike information criterion[J]. Infect Dis Model, 2020, 5:111—128.
- [18] Yuan S, Shi Y, Li M, et al. Trends in incidence of urinary tract infection in mainland China from 1990 to 2019 [J]. Int J Gen Med, 2021, 14:1413—1420.
- [19] Craven BC, Alavinia SM, Gajewski JB, et al. Conception and development of urinary tract infection indicators to advance the quality of spinal cord injury rehabilitation: SCI-High project[J]. J Spinal Cord Med, 2019, 42(1):205—214.
- [20] Stillman MD, Barber J, Burns S, et al. Complications of spinal cord injury over the first year after discharge from inpatient rehabilitation[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2017, 98(9):1800—1805.
- [21] Banaszek D, Inglis T, Ritchie L, et al. Effectiveness of silver alloy-coated silicone urinary catheters in patients with acute traumatic cervical spinal cord injury: results of a quality improvement initiative[J]. J Clin Neurosci, 2020, 78:135—138.
- [22] Gad MH, AbdelAziz HH. Catheter-associated urinary tract infections in the adult patient group: a qualitative systematic review on the adopted preventative and interventional protocols from the literature[J]. Cureus, 2021, 13(7):e16284.
- [23] Neyaz O, Srikumar V, Equebal A, et al. Change in urodynamic pattern and incidence of urinary tract infection in patients with traumatic spinal cord injury practicing clean self- intermittent catheterization[J]. J Med Internet Res, 2020, 43(3):347—352.
- [24] Gell DA. Structure and function of haemoglobins[J]. Blood Cells Mol Dis, 2018, 70:13—42.
- [25] di Masi A, De Simone G, Ciaccio C, et al. Haptoglobin: from hemoglobin scavenging to human health[J]. Mol Aspects Med, 2020, 73:100851.
- [26] Milich LM, Ryan CB, Lee JK. The origin, fate, and contribution of macrophages to spinal cord injury pathology[J]. Acta Neuropathol, 2019, 137(5):785—797.
- [27] Ge X, Tang P, Rong Y, et al. Exosomal miR-155 from M1-polarized macrophages promotes EndoMT and impairs mitochondrial function via activating NF- κ B signaling pathway in vascular endothelial cells after traumatic spinal cord injury[J]. Redox Biol, 2021, 41:101932.
- [28] Gee CM, Williams AM, Sheel AW, et al. Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardiopulmonary function and exercise capacity [J]. J Physiol, 2019, 597(14):3673—3685.
- [29] Nsiah K, Bahaah B, Afranie BO, et al. Evaluation of red blood cell count as an ancillary index to hemoglobin level in defining the severe falciparum malarial anemia among Ghanaian children in low-resource communities[J]. Heliyon, 2020, 6(8):e04605.
- [30] Newhall DA, Oliver R, Lugthart S. Anaemia: a disease or symptom[J]. Neth J Med, 2020, 78(3):104—110.
- [31] Matsusaka K, Kawakami G, Kamekawa H, et al. Pneumonia risks in bedridden patients receiving oral care and their screening tool: malnutrition and urinary tract infection-induced inflammation[J]. Geriatr Gerontol Int, 2018, 18(5):714—722.
- [32] Nguyen AQ, Foy MP, Sood A, et al. Preoperative risk factors for postoperative urinary tract infection after primary total hip and knee arthroplasties[J]. J Arthroplasty, 2021, 36(2):734—738.
- [33] Emiru T, Beyene G, Tsegaye W, et al. Associated risk

(下转第948页)