

· 腹部疾病 ·

基于血清电解质和尿常规的青年战士上尿路结石风险方程的建立*

中国人民解放军第二五二医院泌尿外科 (河北 保定 071000)

韩 刚 张 倩 陈宇东

【摘要】目的 探讨血清电解质及尿比重、pH值与青年战士上尿路结石的相关性。方法 回顾性分析255例因上尿路结石住院治疗的青年战士临床资料,另选377例同期体检的健康青年战士作为对照,比较两者血清钾(K)、钠(Na)、氯(Cl)、钙(Ca)、二氧化碳结合力(CO₂-CP)、尿比重(SG)和pH值的差异,并构建Logistic回归方程。结果 与对照组相比,结石组血清K和尿pH值偏低,而Na、Cl、Ca和SG偏高。经Logistic回归后得到青年战士上尿路结石风险方程 $Y = \exp(-140.56 - 1.91 \times K + 0.36 \times Na + 4.25 \times Ca - 1.59 \times pH + 92.72 \times SG) / [1 + \exp(-140.56 - 1.91 \times K + 0.36 \times Na + 4.25 \times Ca - 1.59 \times pH + 92.72 \times SG)]$ 。血清K和尿pH值是青年战士上尿路结石的保护因素,而Na、Ca和SG则是危险因素。结论 血清K、Na、Ca、尿pH和SG可能参与上尿路结石的发生过程,风险方程的应用有助于该疾病的个体化防治。

【关键词】上尿路结石; 青年战士; 电解质; 尿常规

【中图分类号】R649.4

【文献标识码】A

【基金项目】解放军252医院院管课题基金资助项目(YY2012-12 & 2014252YY01)

DOI: 10.3969/j.issn.1009-3257.2016.03.010

Establishment of Risk of Urinary Stones Equation for Young Soldiers by Serum Electrolyte and Routine Urine Test*

HAN Gang, ZHANG Qian, CHEN Yu-dong. The PLA 252 Hospital, Baoding 071000, Hebei Province, China

【Abstract】Objective To explore risk factors and development of upper urinary tract lithiasis in young soldiers by assessing the relevance between serum electrolyte, routine urine test. Methods 255 young soldiers suffered from upper urinary tract lithiasis were involved in this research. Other 377 health young soldiers were considered as control. Serum levels of K, Na, Cl, Ca, CO₂-CP, and urine pH and urine specific gravity (SG) were analyzed between these two groups. Results There was significant difference in serum K, Na, Cl, Ca, urine pH, and SG. Logistic regression analyses showed that K and urine pH were protective factors, while Na, Ca, and SG were risk factors for upper urinary tract lithiasis in young soldiers. The risk equation was established by logistic regression: $Y = \exp(-140.56 - 1.91 \times K + 0.36 \times Na + 4.25 \times Ca - 1.59 \times pH + 92.72 \times SG) / [1 + \exp(-140.56 - 1.91 \times K + 0.36 \times Na + 4.25 \times Ca - 1.59 \times pH + 92.72 \times SG)]$. Conclusions Serum K, Na, Ca, and urine pH and SG may play role in pathogenesis of upper urinary tract lithiasis, and the use of risk equation may contribute to preventing and curing this disease with individualized pattern.

【Key words】Upper Urinary Tract Lithiasis; Young Soldier; Electrolyte; Routine Urine Test

上尿路结石是部队常见病,严重影响部队官兵的健康和战斗力。钾(K)、钠(Na)、氯(Cl)、钙(Ca)等电解质离子在成石过程中发挥重要作用^[1]。本文对患上尿路结石的青年战士血清电解质及尿常规进行回顾性分析,为了解该人群上尿路结石的成因和防治提供依据。

1 对象与方法

1.1 一般资料 2011年3月~2014年12月因上尿路结石就诊的青年男性战士255例,年龄23(17~25)岁,服役76(9~107)月。入伍前无尿石症、代谢性疾病及基础病史。肾结石76例,输尿管结石179例,其中31例两部位结石,2例三部位结石。诊断标准:超声提示结石直径>0.3cm为阳性,根据病情行卧位腹平片、CT及静脉泌尿系造影等进一步确诊。同期于我院体检的377例健康青年战士作为对照组。

1.2 血清电解质及尿常规检测 采集结石组及对

作者简介:韩 刚,男,泌尿外科专业,主治医师。主要研究方向:微创泌尿外科。

通讯作者:陈宇东

照组晨起空腹外周血及尿液标本。生化仪检测血清K、Na、Cl、Ca、二氧化碳结合力(CO₂-CP)水平;尿液自动分析仪检测尿比重(SG)及pH值。

1.3 统计学方法 各变量组间比较采用t检验(方差不齐时采用Welch检验)。所有样本随机化后,抽取85%样本作为训练集(结石组217例,对照组319例),采用二因素Logistic回归模型进行多因素分析,构建青年战士上尿路结石风险方程,剩余15%样本作为测试集(结石组38例,对照组58例), χ^2 检验比较风险方程判别训练集和测试集的敏感性、特异性和准确性,考查方程的判别效能,并应用受试者工作特征曲线(ROC)评价回归模型效果。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。统计软件采用Medcalc®Version 9.6.4.0(Frank Schoonjans,比利时)。

2 结果

2.1 发生上尿路结石的年龄分布和服役时间分布 结石组上尿路结石的发生例数随年龄和服役时间的延长逐渐增加(图1)。

2.2 结石组与对照组年龄和服役时间的比较 结石组的年龄、服役时间与对照组相比无显著差别(表1)。

2.3 结石组与对照组血清电解质及尿比重、pH值的比较 结石组血清K和尿pH值低于对照组,而Na、Cl、Ca和SG高于对照组,组间差异具有统计学意义($P<0.05$);结石组CO₂-CP和对照组相比无显著差异(见表1)。

2.4 各种因素对发生上尿路结石的影响的Logistic回归及风险方程的构建 以发生上尿路结石为因变量(有结石为1,无结石为0),以K、Na、Cl、Ca、CO₂-CP、pH值和SG为自变量,进行Logistic多元回归分析,进一步深入研究其对上尿路结石的影响,结果显示,K、Na、Ca、pH和SG进

入模型(表2),与青年战士上尿路结石的发生相关:血清K和尿pH值是上尿路结石的保护因素,而血清Na、Ca和SG是上尿路结石的危险因素。

青年战士上尿路结石风险方程: $Y = \exp(-140.56 - 1.91 \times K + 0.36 \times Na + 4.25 \times Ca - 1.59 \times pH + 92.72 \times SG) / 1 + \exp(-140.56 - 1.91 \times K + 0.36 \times Na + 4.25 \times Ca -$

表1 结石组与对照组各参数值的比较

	结石组(n=255)	对照组(n=377)	t检验	
			t值	P值
一般情况				
年龄(岁)	22.10±2.29	22.45±2.43		
	23.00(17.00—25.00)	23.00(17.00—25.00)	1.80	>0.05
服役时间(月)	67.40±27.57	71.78±29.04		
	76.00(9.00—107.00)	78.50(4.00—107.00)	1.88	>0.05
血清电解质				
K(mmol/L)	3.90±0.28	4.10±0.37		
	3.91(3.50—4.60)	4.12(3.15—5.12)	7.90*	<0.01
Na(mmol/L)	145.42±2.73	141.53±3.67		
	145.00(140.00—154.00)	142.00(134.00—151.00)	-15.27*	<0.01
Cl(mmol/L)	104.19±2.98	102.81±3.34		
	104.90(95.50—108.00)	102.60(95.10—110.00)	-5.32	<0.01
Ca(mmol/L)	2.64±0.12	2.54±0.11		
	2.63(2.25—2.90)	2.55(2.25—2.90)	-9.66	<0.01
CO ₂ -CP(mmol/L)	22.62±1.60	22.81±1.55		
	23.00(20.00—27.00)	23.00(20.00—28.00)	1.53	>0.05
尿常规				
pH	6.05±0.34	6.18±0.30		
	6.00(5.50—6.50)	6.20(5.50—7.00)	4.60*	<0.01
SG	1.03±0.00	1.02±0.01		
	1.03(1.02—1.03)	1.03(1.00—1.03)	-3.27*	<0.01

注: *—两组方差不齐,采用Welch检验。

表2 青年战士上尿路结石影响因素的Logistic回归参数

	β	P
K	-1.91	<0.01
Na	0.36	<0.01
Ca	4.25	<0.01
pH	-1.59	<0.01
SG	92.72	<0.01
常数项	-140.56	

表3 训练集与测试集诊断效能的比较(Y=0.35)

	阳性例数	阴性例数	敏感性(%)	特异性(%)	准确性(%)
训练集(85%)					
结石组(217例)	153	64	70.51	82.13	77.43
对照组(319例)	57	262			
测试集(15%)					
结石组(38例)	32	6	84.21	72.41	77.08
对照组(58例)	16	42			
χ^2			2.40	2.38	0.00
P			>0.05	>0.05	>0.05

1.59×pH+92.72×SG)

选择最佳截点 $Y=0.35$ ，则该方程判断训练集上尿路结石发生的敏感性为70.51%(153/217)，特异性为82.13%(262/319)，准确性为77.43%(415/536)；判断测试集上尿路结石发生的敏感性为84.21%(32/38)，特异性为72.41%(42/58)，准确性为77.08%(74/96)； χ^2 检验显示训练集与测试集的敏感性、特异性和准确性无显著差异(表3)

2.5 模型效果的判定-ROC曲线分析

Logistic回归分析后生成该方程的预测概率变量 Y ，进一步构建该变量预测上尿路结石的ROC曲线(图2)，曲线下面积为0.86，显著高于曲线下面积0.50参考值($P<0.01$)。

3 讨论

3.1 部队上尿路结石发病情况

上尿路结石的发生与性别、年龄、营养结构、饮水量、职业、气候、地理位置、文化水平以及遗传背景、基础疾病等因素相关^[2-3]，多数指标难于量化，个体差异大，不易比较研究。

本研究选择青年战士这一特殊人群作为研究对象。其一般特点为：性别单一(男性)，健康(入伍时经体检排除基础及代谢性疾病)，年龄集中(17-25岁)，服役时间短(9-107月)，文化水平接近(中学-大学)，驻地相对固定，气候相同，作息制度、训练量、饮食结构相近。其上尿路结石发病因素与当地居民、厂矿企业等有明显差别^[4]。

Evans等报道驻伊美军人员平均(93±43)天即可形成症状性结石^[5]。本研究中发生上尿路结石的时间为76(9-107)月，远高于前者。究其原因可能是本组病例驻地位于冀中平原，属温带季风气候，而伊拉克地区属热带沙漠气候，平均气温相差大；且我军训练、生活方式、饮食结构与美军亦有较大差别。

直方图显示结石组上尿路结石发生例数随患者年龄、服役时间增加逐步增加，提示结石形成是一个受驻地环境、水源以及训练、生活方式、膳食习惯等多方面影响的长期过程，部队需加强卫生知识宣教，倡导合理饮食结构和训练方式。

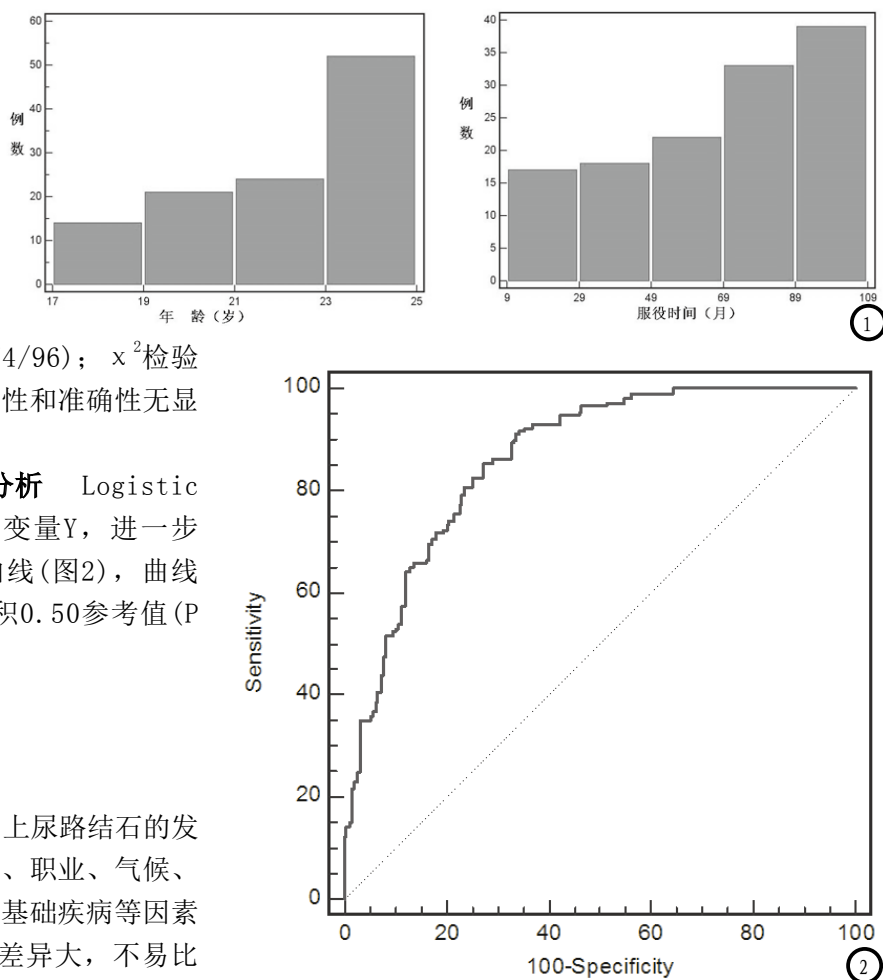


图1 青年战士发生上尿路结石的年龄和服役时间分布。图2 风险方程预测概率变量 Y 的ROC曲线。(AUC=0.86, $P<0.01$)。

3.2 上尿路结石与代谢的关系

代谢异常是结石形成的重要原因，多种电解质离子参与结石的形成^[6]。K、Na、Ca之间存在协同作用。过多盐分摄入导致的高尿Na可抑制Ca重吸收，造成高尿Ca，增加结石Ca盐饱和度。而且，血清Na升高能增加血清Cl的浓度，提高尿液pH值，降低尿枸橼酸排泄量，促进结石形成。相反，限Na可降低尿Ca排泄，减少尿结晶形成。而K具有与Na相反的生理作用，增加K摄入有可能降低结石的危险^[7]。

许清泉等报道结石患者的K和 CO_2 -CP降低，Na、Cl、Ca升高，Logistic回归显示男性的K、Na和 CO_2 -CP与结石发生相关^[6]。与上述研究结果不同，本研究结石组与对照组K、Na、Cl和Ca的差异具有统计学意义。而Logistic回归显示Cl和 CO_2 -CP被排除，血清K水平降低与Na、Ca水平升高则上尿路结石发生的危险升高。造成这一差异的原因，可能与入组人群不同有关：前者年龄跨度大(5-87岁)，且未细分结石部位，

上尿路结石与下尿路结石发病因素多有不同;而本研究严格限定了患上尿路结石青年男性战士这一特殊群体,年龄范围、工作性质、运动量、学历、饮食结构、作息制度以及基础疾病等与前者有较大差异。

有学者报道上尿路结石的发生与尿pH值关系密切^[8]。本研究中结石组尿pH值低于对照组($P < 0.01$); Logistic回归显示pH值是上尿路结石的保护因素,提示碱化尿液可能有助于预防上尿路结石。

SG反映的尿液中溶质的浓度。本研究中结石组的SG高于对照组, Logistic回归亦显示SG升高是上尿路结石的危险因素。原因可能为军事训练强度大,出汗多且不能及时饮水,尿中溶质浓度升高,形成结石晶体盐类过饱和状态,在有核基质存在和抑制晶体形成物质不足的情况下形成结石。

3.3 部队上尿路结石风险方程的建立与效果判断

上尿路结石是多重危险因素联合作用的结果,同类研究均仅限于应用Logistic回归筛选危险因素^[9]。由于个体差异大,相同危险因素对不同个体的影响程度相差甚远。

本研究以血清电解质和尿常规这两个易于量化的体检项目为基础,构建上尿路结石风险方程;依据每一变量对诊断的相关性分配相应权重,既考虑到影响因素的全面性,又避免了简单叠加指标造成的诊断效能降低^[10]。以 $Y=0.35$ 为截点,将测试集每例患者的K、Na、Ca、SG和pH值代入方程,结果显示该方程预测测试组上尿路结石发生的敏感性、特异性和准确性与训练集无显著差异; ROC曲线分析显示曲线下面积为0.86,显著高于无效模型的0.50($P < 0.01$),证实该模型有效。

综上所述,本研究着眼于青年战士这一特殊群体,选择血清电解质和尿常规这两个设备简单、方便基层部队及野战条件下开展的检验项目,构建青年战士上尿路结石风险方程,为基层部队开展上尿路结石

个体化防治提供了依据。研究中发现血清K、pH值可能作为保护因素,血清Na、Ca及SG可能作为危险因素,参与上尿路结石发病机制。

参考文献

- [1] 葛长官,姚铭.复发性肾结石患者电解质特点及与甲状旁腺激素关系研究[J].中华临床医师杂志(电子版),2013,7(16):316-317.
- [2] 马凤宁,施国伟,张跃辉,等.肾结石成分与患者年龄及性别的关系分析[J].中华泌尿外科杂志,2013,34(7):530-532.
- [3] 林丽红,段凯,胡毅,等.多层螺旋CT非增强扫描在泌尿系结石诊断及治疗中的应用价值[J].罕少疾病杂志,2014;21(4):5-7,15.
- [4] 谢庆祥,张跃红,赵力,等.某院尿石症住院官兵情况分析[J].东南国防医药,2013,15(2):113-115.
- [5] Baker K, Costabile RA. Demographics, stone characteristic and treatment of urinary calculi at the 47th combat support hospital during the first 6 months of operation iraqi freedom[J]. Mil Med, 2007,172(5):498-503.
- [6] 许清泉,黄晓波,马凯,等.泌尿系结石患者的电解质分析--与非结石患者的比较[J].北京大学学报(医学版),2010,42(4):451-453.
- [7] Friedlander JI, Antonelli JA, Pearle MS. Diet: from food to stone[J]. World J Urol,2014,18: [Epub ahead of print].
- [8] Liu Y, Qu M, Carter RE, et al. Differentiating calcium oxalate and hydroxyapatite stones in vivo using dual-energy CT and urine supersaturation and pH values[J]. Acad Radiol. 2013,20(12):1521-1525.
- [9] 双剑博,陈颖虎,聂岁锋,等.驻琼部队泌尿系结石流行病学调查分析[J].华南国防医学杂志,2013,29(4):272-275.
- [10] Darcy KM, Schilder RJ. Relevant molecular markers and targets [J]. Gynecol Oncol,2006,103:S6.

【收稿日期】2016-05-27