

肾移植受者术后 BK 病毒激活危险因素 的荟萃分析

张涛¹ 周鑫¹ 王彦峰¹ 胡正斌¹ 罗锐¹ 叶启发^{1,2}

【摘要】 目的 对国内外报道的肾移植术后 BK 病毒(BKV) 激活的危险因素进行荟萃分析,为临床 BKV 肾病的防治提供参考。方法 通过系统检索 PubMed 数据库、中国知网、万方数据库以及中国生物医学数据库从建库至 2019 年 7 月公开发表的关于肾移植术后 BKV 激活危险因素的相关研究论文,并通过其参考文献进行手工补充搜索。采用纽卡斯尔-渥太华量表对纳入文献进行质量评价,运用 RevMan 5.3 软件进行荟萃分析。结果 最终纳入 22 篇文献,其中英文 15 篇,中文 7 篇。结果显示血液中检测到 BKV 的危险因素为排斥反应($OR = 1.91$, 95% CI : 1.30 ~ 2.80)、移植肾功能延迟恢复($OR = 1.51$, 95% CI : 0.99 ~ 2.31)、服用他克莫司($OR = 1.50$, 95% CI : 1.22 ~ 1.84)、使用抗胸腺细胞球蛋白(ATG)诱导($OR = 1.75$, 95% CI : 1.02 ~ 2.98)、使用输尿管支架($OR = 1.98$, 95% CI : 1.19 ~ 3.30)和合并 CMV 感染($OR = 2.23$, 95% CI : 1.61 ~ 3.09);而尿液中检测到 BKV 的危险因素为持续服用糖皮质激素($OR = 1.49$, 95% CI : 1.09 ~ 2.04)。结论 肾移植术后服用他克莫司、合并 CMV 感染、使用输尿管支架和 ATG 诱导的受者发生 BKV 血症的风险更高,长期服用糖皮质激素的肾移植受者发生 BKV 尿症的风险更高。

【关键词】 肾移植; BK 病毒; 危险因素; 荟萃分析

The related risk factors of BK virus activation in renal transplant recipients after transplantation: a meta-analysis Zhang Tao¹, Zhou Xin¹, Wang Yanfeng¹, Hu Zhengbin¹, Luo Rui¹, Ye Qifa^{1,2}. ¹Zhongnan Hospital of Wuhan University, Institute of Hepatobiliary Diseases of Wuhan University, Transplant Center of Wuhan University, Hubei Key Laboratory of Medical Technology on Transplantation, Wuhan 430071, China; ²The Third Xiangya Hospital of Central South University, Research Center of National Health Ministry on Transplantation Medicine Engineering and Technology, Changsha 410013, China

Corresponding author: Ye Qifa, Email: yqf_china@163.com

【Abstract】 Objective To provide a meta-analysis of the risk factors of BKV activation after kidney transplantation basing on the related published reports and to provide reference for the prevention and treatment of BKV nephropathy. **Methods** The published papers related to BKV activation after kidney transplantation in the PubMed database, the Chinese journal full-text database, the Wanfang database, and the Chinese biomedical database from the establishment of the database to the July 2019 were systematically searched, and the references of the papers were manually searched for supplemental papers. The quality of each study was evaluated using the Newcastle-Ottawa scale. The data of the risk factors were extracted and meta-analysed by RevMan 5.3 statistical software. **Results** A total of 22 studies were included, 15 of which were English literatures and 7 were Chinese literatures. The results showed that the risk factors of BKV detected in the blood were rejection ($OR = 1.91$, 95% CI : 1.30-2.80), delayed graft function ($OR = 1.51$, 95% CI : 0.99-2.31), taking tacrolimus ($OR = 1.50$, 95% CI : 1.22-1.84), using antithymocyte globulin(ATG) induction ($OR: 1.75$, 95% CI : 1.02-2.98), using ureteral stent ($OR = 1.98$, 95% CI : 1.19-3.30) and those with CMV infection

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2020.03.012

基金项目: 医学腾飞计划——“转化医学、医学+医学平台建设项目”(临床医学)(TFLC2018003)

作者单位: 430071 武汉大学中南医院 武汉大学肝胆疾病研究院 移植医学技术湖北省重点实验室¹; 410013 长沙 中南大学湘雅三医院 卫生部移植医学工程技术研究中心²

通信作者: 叶启发, Email: yqf_china@163.com

($OR = 2.23$, 95% CI : 1.61–3.09); the risk factor of BKV detected in the urine was continuous use of glucocorticoid ($OR = 1.49$, 95% CI : 1.09–2.04). **Conclusions** Kidney transplant recipients taking tacrolimus, co-infection with CMV, using ureteral stent, and using ATG after kidney transplantation have a higher risk of BK viremia, and kidney transplant patients who have taken hormones for a long time have a higher risk of BK viruria.

【Key words】 Kidney transplantation; BK virus; Risk factors; Meta-analysis

BK病毒(BK virus, BKV)属于多瘤病毒科,是一种环状双链DNA病毒,正常人群普遍易感,常寄生在肾小管上皮细胞和尿路移行上皮细胞内,免疫力正常人群中并不表现出症状,当人体免疫力低下时BKV激活并大量复制,破坏肾小管上皮细胞并进入尿液甚至血液^[1]。在获得性免疫缺陷综合征、恶性肿瘤晚期患者以及器官移植术后常规服用免疫抑制剂的受者中,均能检测到BKV的复制^[2]。BKV肾病已经成为移植肾失功的重要原因^[3]。肾移植术后预防BKV大量复制尤为重要。

随着器官移植技术的日益成熟和各种新型免疫抑制剂的问世,极大地提高了器官移植成功率,但同时也带来了一些新的挑战。例如,在以环孢素为主的年代,BKV激活发生率较低,并未引起关注,随着他克莫司和吗替麦考酚酯(mycophenolate mofetil, MMF)的广泛应用,BKV激活所引起的移植肾失功案例越来越多,引发了人们对BKV感染防治的探讨^[4]。目前主要的治疗手段为降低免疫抑制强度,但具体方法和BKV激活危险因素国内外尚有争议。本文就国内外公开发表的关于BKV激活危险因素的相关研究进行荟萃分析,系统分析肾移植受者BKV激活危险因素,为预防和治疗BKV肾病提供依据和参考。

1 资料和方法

1.1 检索策略

利用计算机检索中国知网、万方数据库、中国生物医学数据库和PubMed数据库从建库至2019年7月公开发表的文献,无语种限制。中文检索式为:KY = “肾移植” and KY = “BK病毒” and KY = “危险因素” + “易感性”;英文检索式为:(kidney transplant [MeSH Terms]) AND (BK virus [MeSH Terms]) AND (predisposition [MeSH Terms]) OR risk factors [MeSH Terms]。检索完成后通过手工检索和文献追溯等方法加以补充。

1.2 纳入和排除标准

纳入标准:(1)研究设计为回顾性研究、随机对照研究、病例对照研究及队列研究;(2)研究对象为

肾移植术后受者且通过荧光定量PCR检测血液或尿液中BKV含量;(3)提供各研究组及对照组具体数据,可计算各因素相对危险度以及95%可信区间(95% confidence interval, 95% CI)。排除标准:(1)资料不完整,无法获取各组具体例数;(2)综述或荟萃分析研究;(3)重复报道;(4)动物实验或体外试验。

1.3 质量评价标准

由两名研究者各自独立根据主题词进行文献检索,并根据文献纳入和排除标准决定是否纳入该文献,最后采用纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS)对纳入的文献进行质量评价,具体包括对研究人群的选择是否具有代表性、组间各相关变量是否统一使观测变量具有可比性以及测量结果方法或暴露因素的判定标准是否统一等方面进行评价,总分为9分。通常认为文献评价在0~4分为低质量研究,5~9分为高质量研究。

1.4 数据提取及统计分析

由两名研究者对纳入的文献进行仔细阅读,并提取出作者姓名、发表年份、篇名、研究群体所在地区、危险因素分组种类、各组危险因素的暴露组和对照组例数及其相应的阳性例数。使用RevMan 5.3软件进行荟萃分析,计算各组危险因素比值比(odds ratio, OR)并作为评价指标,设定 $\alpha = 0.05$ 的检验水准,并计算其95% CI 。采用卡方检验评估异质性,当 $P > 0.10$ 且 $I^2 < 50\%$ 时,认为异质性较小,采用固定效应模型进行分析;当 $P \leq 0.10$ 且 $I^2 \geq 50\%$,认为该研究数据异质性较大,采用随机效应模型进行分析。

2 结果

2.1 文献检索结果

通过检索各数据库,共检索到英文文献136篇、中文文献27篇。根据纳入和排除标准,剔除综述、不相关、重复发表、荟萃分析以及无法提供完整数据等文献,最终纳入英文文献15篇、中文文献7篇(见图1)。

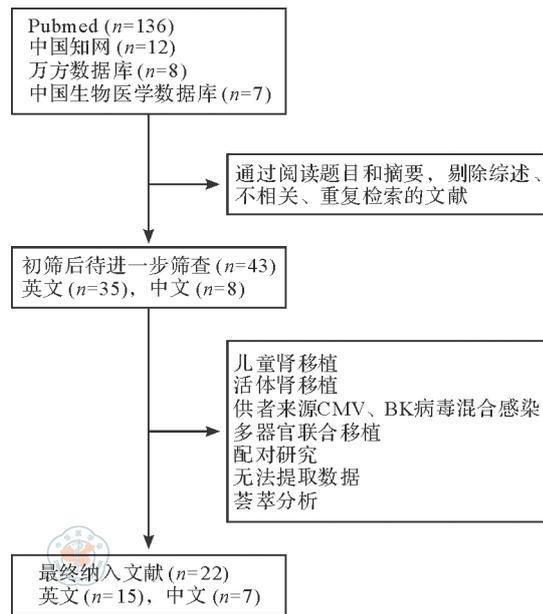


图1 文献检索流程图

2.2 纳入研究特征和文献质量评价

纳入的22篇文献均为病例对照研究,共涉及960例BKV血症、826例BKV尿症以及5132例对照组,各组间性别、年龄、原发病、供者类型及缺血时间等因素均具有可比性,涉及的危险因素及其亚组

共16种,其中雷帕霉素、阿仑单抗、供者来源CMV以及EB病毒4种危险因素由于研究数量过少或对照不统一无法进行荟萃分析,剩余12种危险因素进行荟萃分析。纳入文献整体质量较高,4篇NOS得分为9分,9篇为8分,8篇为7分,1篇为6分。2篇研究未描述清楚暴露组和对照组的选择标准。详见表1。

2.3 异质性检验和荟萃分析

通过异质性检验,再次移植、排斥反应、服用他克莫司(与环孢素相比)以及服用MMF存在较大异质性($P \leq 0.10, I^2 \geq 50\%$),采用随机效应模型进行荟萃分析;其余8个危险因素异质性较小($P > 0.10, I^2 < 50\%$),采用固定效应模型进行荟萃分析。

BKV血症和BKV尿症组与其对照组通过荟萃分析发现,肾移植术后发生BKV血症的危险因素有:术后发生排斥反应、术后发生移植肾功能延迟恢复、使用抗胸腺细胞球蛋白(antithymocyte globulin, ATG)进行免疫诱导、术后放置输尿管支架、合并CMV感染以及服用他克莫司(与环孢素相比);而术后长期使用糖皮质激素的受者BKV尿症发生风险更高。详见表2。

表1 纳入文献的基本特征

作者及发表年限	国家	总例数	BKV血症(例)	BKV尿症(例)	危险因素	NOS评分
Borni-Duval 2013 ^[5]	法国	240	60	116	1 2 3 4 7 9	9
Dadhanian 2008 ^[6]	美国	100	-	37	3 5 6 11	8
Huang 2014 ^[7]	中国	225	39	98	2 3 4 7	8
Masutani 2013 ^[8]	美国	998	102	-	2 6 9	9
Moura 2017 ^[9]	巴西	553	41	-	9 10	8
Radtke 2016 ^[10]	德国	348	44	-	1 2 4 12	8
Saundh 2013 ^[11]	英国	112	37	-	2 3 8	8
Schachtner 2015 ^[12]	德国	701	103	-	1 2 3 4 5 10 12	9
Shenagari 2017 ^[13]	伊朗	110	22	54	2 4 5 10	7
Siparsky 2011 ^[14]	美国	186	32	-	11	7
Steubl 2012 ^[15]	德国	128	57	-	4 5 10	7
Theodoropoulos 2013 ^[16]	美国	662	80	250	1 2 3 5 12	9
Vu 2014 ^[17]	美国	251	71	-	2 3 4 6	8
Wingate 2017 ^[18]	美国	403	89	-	11	8
Wunderink 2017 ^[19]	荷兰	407	111	-	1 4 8	8
龙建华 2018 ^[20]	中国	280	-	70	2 3 4 10	7
张磊 2009 ^[21]	中国	121	30	-	4 5 6	7
屠国伟 2009 ^[22]	中国	90	9	22	2 4	7
陆明 2007 ^[23]	中国	59	9	19	2 4 9 12	6
刘路鹏 2009 ^[24]	中国	104	6	16	2 3 4	7
费爽 2017 ^[25]	中国	149	18	55	2 3 4 7 9	7
李平 2017 ^[26]	中国	448	-	89	2 3 4	8

注: -.无数据; BKV. BK病毒; NOS. 纽卡斯尔-渥太华量表; 1. 再次移植; 2. 术后发生排斥反应; 3. 术后发生移植肾功能延迟恢复; 4. 服用他克莫司(与环孢素相比); 5. 糖皮质激素; 6. 使用抗胸腺细胞球蛋白(ATG)相对于不使用免疫诱导剂; 7. 使用ATG(与巴利昔单抗相比); 8. 服用阿仑单抗(与巴利昔单抗相比); 9. 群体反应性抗体阳性; 10. 服用吗替麦考酚酯; 11. 术后放置输尿管支架; 12. 合并CMV感染

表2 肾移植受者术后 BKV 激活危险因素荟萃分析结果

危险因素	病毒检出部位	文章数量(篇)	BKV 阳性例数/总例数		异质性检验		OR	95% CI	P 值
			暴露组	非暴露组	P 值	I ² (%)			
再次移植	血液	5	70/381	328/1 977	>0.1	25	1.16	0.87 ~ 1.56	0.320
	尿液	2	84/176	282/726	≤0.1	84	1.51	0.62 ~ 3.65	0.360
排斥反应	血液	13	232/1 067	367/2 966	≤0.1	63	1.91	1.30 ~ 2.80	0.001
	尿液	10	173/389	617/1 973	≤0.1	70	1.46	0.85 ~ 2.50	0.170
移植肾功能延迟恢复	血液	8	95/416	318/2 019	≤0.1	45	1.51	0.99 ~ 2.31	0.006
	尿液	8	79/225	653/1 895	>0.1	8	0.96	0.71 ~ 1.30	0.780
他克莫司 vs 环孢素	血液	14	413/2 045	201/1 382	>0.1	9	1.50	1.22 ~ 1.84	<0.000
	尿液	9	349/1 077	183/568	≤0.1	59	1.46	0.93 ~ 2.29	0.100
糖皮质激素	血液	5	208/1 106	84/616	>0.1	22	1.26	0.86 ~ 1.84	0.230
	尿液	3	141/306	182/526	>0.1	56	1.49	1.09 ~ 2.04	0.010
ATG vs 无免疫诱导	血液	2	36/113	40/175	≤0.1	66	1.75	1.02 ~ 2.98	0.040
ATG vs 巴利昔单抗	血液	3	74/319	49/299	>0.1	0	1.04	0.64 ~ 1.69	0.860
	尿液	3	154/320	115/299	>0.1	0	1.32	0.89 ~ 1.96	0.160
阿伦单抗 vs 巴利昔单抗	血液	2	108/438	15/81	>0.1	0	0.79	0.39 ~ 1.58	0.500
群体反应性抗体	血液	6	68/412	265/2 275	>0.1	0	1.35	0.99 ~ 1.84	0.060
	尿液	3	68/156	122/294	>0.1	27	1.12	0.75 ~ 1.68	0.590
吗替麦考酚酯	血液	4	204/1 162	19/330	≤0.1	87	2.24	0.48 ~ 10.41	0.300
	尿液	2	119/372	5/18	>0.1	0	1.23	0.42 ~ 3.60	0.710
输尿管支架	血液	2	100/428	21/161	>0.1	18	1.98	1.19 ~ 3.30	0.009
CMV	血液	4	78/362	158/1 400	>0.1	42	2.23	1.61 ~ 3.09	<0.000
	尿液	2	32/70	237/643	>0.1	0	1.44	0.88 ~ 2.37	0.150

注: -. 无数据; BKV. BK 病毒; ATG. 抗胸腺细胞球蛋白; OR. 比值比; CI. 可信区间

3 讨论

导致 BKV 激活的原因很多, 主要与病毒本身生物学性质和宿主免疫状态相关^[27]。然而在临床实践当中, 对于肾移植受者这一高危的特殊群体, 需要把握更加详细的临床指标, 才能准确评估 BKV 激活的风险及其造成的损伤程度。BKV 是一种 DNA 病毒, 荧光定量 PCR 检测法十分适合用于临床定期、常规检测 BKV 含量, 而 BKV 含量是临床评估抑制病毒复制治疗效果和肾脏损伤程度的重要指标^[28]。

BKV 最早出现在患者尿液中, 此时称为 BKV 尿症, 是 BKV 早期激活的症状, 尚不引起明显的肾功能不全; 若不及时处置, 被感染的肾小管上皮细胞大量破坏, 游离出大量 BKV, 部分进入肾小管周围血管中, 发展为 BKV 血症, 继续恶化对肾脏产生损伤, 发生 BKV 肾病, 是导致肾移植受者移植失败的重要原因之一^[29]。

对于具有众多 BKV 激活危险因素的肾移植受者应当增加检测 BKV 的频率。本研究对 6 675 例肾移植受者发生 BKV 激活的危险因素进行荟萃分析, 结果显示发生 BKV 血症的危险因素有: 排斥反应、移植肾功能延迟恢复、ATG 免疫诱导、输尿管支架、CMV 感染、他克莫司; 发生 BKV 尿症的危险因素是长期使用糖皮质激素。目前讨论最多的危险因

素大都与免疫抑制强度相关, 例如免疫抑制剂的种类和剂量。肾移植术后使用他克莫司的受者相对于使用环孢素者 BKV 激活发生率更高, 这一观点已得到广泛认同; 由于 MMF 作为抗排斥反应的基本药物之一使用十分广泛, 霉酚酸与其他抗增殖类药物的对照研究目前较少, 而且研究异质性也较高, 需要纳入更多分组标准较为统一的研究才能统计出更有说服力的结果。虽然有多项研究涉及霉酚酸剂量或者累积暴露量曲线下面积与 BKV 激活的关系, 但因其分组标准不统一, 无法进行荟萃分析, 不过各自的结论都认为霉酚酸剂量或者暴露量越高, 受者出现 BKV 血症或尿症的概率越大。

综上所述, 为了避免肾移植受者术后出现 BKV 激活, 应在确保不发生排斥反应的前提下尽量降低免疫抑制强度, 如将他克莫司转换为环孢素、减少免疫抑制剂剂量等。对于出现排斥反应、移植肾功能延迟恢复、CMV 感染、使用 ATG 或其他生物制剂进行免疫诱导以及放置输尿管支架的肾移植受者, 应当更加警惕 BKV 激活, 增加 BKV 检测频率, 尽量降低免疫抑制剂剂量。

参 考 文 献

- Gardner SD, Field AM, Coleman DA. New human papovavirus (BK) isolated from urine after renal transplantation [J]. Lancet, 1971, 1

- (7712): 1253-1257.
- 2 Hirsch HH, Knowles W, Dickenmann M, et al. Prospective study of polyomavirus type BK replication and nephropathy in renal-transplant recipients[J]. *N Engl J Med*, 2002, 347(7): 488-496.
 - 3 Vigil D, Konstantinov NK, Barry M, et al. BK nephropathy in the native kidneys of patients with organ transplants: Clinical spectrum of BK infection[J]. *World J Transplant*, 2016, 6(3): 472-504.
 - 4 Costa C, Cavallo R. Polyomavirus-associated nephropathy [J]. *World J Transplant*, 2012, 2(6): 84-94.
 - 5 Borni-Duval C, Caillard S, Olagne J, et al. Risk factors for BK virus infection in the era of therapeutic drug monitoring[J]. *Transplantation*, 2013, 95(12): 1498-1505.
 - 6 Dadhania D, Snopkowski C, Ding R, et al. Epidemiology of BK virus in renal allograft recipients: independent risk factors for BK virus replication[J]. *Transplantation*, 2008, 86(4): 521-528.
 - 7 Huang G, Zhang L, Liang X, et al. Risk factors for BK virus infection and BK virus-associated nephropathy under the impact of intensive monitoring and pre-emptive immunosuppression reduction [J]. *Transplant Proc*, 2014, 46(10): 3448-3454.
 - 8 Masutani K, Ninomiya T, Randhawa P, et al. HLA-A2, HLA-B44 and HLA-DR15 are associated with lower risk of BK viremia [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2013, 28(12): 3119-3126.
 - 9 Moura EB, Petzhold SV, Amaral AR, et al. Evaluation of the predisposition and clinical impact of BK virus replication in kidney transplant patients[J]. *An Acad Bras Cienc*, 2017, 89(1 Suppl 0): 675-684.
 - 10 Radtke J, Dietze N, Fischer L, et al. Incidence of BK polyomavirus infection after kidney transplantation is independent of type of immunosuppressive therapy [J]. *Transpl Infect Dis*, 2016, 18(6): 850-855.
 - 11 Saundh BK, Baker R, Harris M, et al. Early BK polyomavirus (BKV) reactivation in donor kidney is a risk factor for development of BKV-associated nephropathy [J]. *Infect Dis*, 2013, 207(1): 137-141.
 - 12 Schachtner T, Babel N, Reinke P. Different risk factor profiles distinguish early-onset from late-onset BKV-replication [J]. *Transpl Int*, 2015, 28(9): 1081-1091.
 - 13 Shenagari M, Monfared A, Eghtedari H, et al. BK virus replication in renal transplant recipients: Analysis of potential risk factors may contribute in reactivation [J]. *Clin Virol*, 2017, 96: 7-11.
 - 14 Siparsky NF, Kushnir LF, Gallichio MH, et al. Ureteral stents: a risk factor for polyomavirus BK viremia in kidney transplant recipients undergoing protocol screening [J]. *Transplant Proc*, 2011, 43(7): 2641-2644.
 - 15 Steubl D, Baumann M, Schuster T, et al. Risk factors and interventional strategies for BK polyomavirus infection after renal transplantation [J]. *Scand J Urol Nephrol*, 2012, 46(6): 466-474.
 - 16 Theodoropoulos N, Wang E, Penugonda S, et al. BK virus replication and nephropathy after alemtuzumab-induced kidney transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2013, 13(1): 197-206.
 - 17 Vu D, Sakharkar P, Shah T, et al. Association of interferon gamma gene polymorphisms with BK virus infection among Hispanic renal allograft recipients [J]. *Transplantation*, 2014, 97(6): 660-667.
 - 18 Wingate JT, Brandenberger J, Weiss A, et al. Ureteral stent duration and the risk of BK polyomavirus viremia or bacteriuria after kidney transplantation [J]. *Transpl Infect Dis*, 2017, 19(1).
 - 19 Wunderink HF, van der Meijden E, van der Blij-de Brouwer CS, et al. Pretransplantation donor-recipient pair seroreactivity against BK polyomavirus predicts viremia and nephropathy after kidney transplantation [J]. *Am J Transplant*, 2017, 17(1): 161-172.
 - 20 龙建华, 谢娟娟, 钱坤, 等. DCD 供肾移植术后 BK 病毒感染情况及危险因素分析 [J]. *中国社区医师*, 2018, 34(27): 34-35.
 - 21 张磊, 田野. 肾移植后受者 BK 病毒血症的高危因素分析 [J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2009, 13(31): 6023-6026.
 - 22 屠国伟, 朱同玉, 唐群业, 等. 肾移植患者 BK 病毒感染的诊断和危险因素分析 [J]. *复旦学报(医学版)*, 2009, 36(5): 557-561.
 - 23 陆明, 朱有华, 王皓, 等. 肾移植患者术后 BK 病毒感染的检测及危险因素分析 [J]. *第二军医大学学报*, 2007, 28(1): 71-76.
 - 24 刘路鹏. 肾移植受者 BK 病毒的检测及感染危险因素分析 [D]. 北京: 中国人民解放军军医进修学院, 2009.
 - 25 费爽, 黄正楷, 周万里, 等. 肾移植受者 BK 病毒感染及其危险因素的单中心研究 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2017, 37(5): 588-592.
 - 26 李平, 程东瑞, 季曙明, 等. 肾移植术后 BK 病毒感染及危险因素分析 [J]. *医学研究生学报*, 2017, 30(5): 525-529.
 - 27 Harza M, Tacu D, Mitroi G, et al. Polyomavirus BK-associated nephropathy after kidney transplantation: a single-center retrospective analysis [J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2014, 55(1): 123-128.
 - 28 Abend JR, Changala M, Sathe A, et al. Correlation of BK virus neutralizing serostatus with the incidence of BK viremia in kidney transplant recipients [J]. *Transplantation*, 2017, 101(6): 1495-1505.
 - 29 明英姿, 魏伟, 刘洪, 等. 肾移植与 BK 病毒感染 [J]. *器官移植*, 2016, 7(6): 427-432.

(收稿日期: 2019-11-13)

(本文编辑: 杨扬)

张涛, 周鑫, 王彦峰, 等. 肾移植受者术后 BK 病毒激活危险因素的荟萃分析 [J/CD]. *中华移植杂志: 电子版*, 2020, 14(3): 188-192.