

DOI:10.13350/j.cjpb.220226

• 综述 •

青藏高原地区人群棘球蚴病的分布特征

施丹丹, 伍卫平*

(中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所(国家热带病研究中心), 国家卫生健康委员会寄生虫病原与媒介生物学重点实验室, 世界卫生组织热带病合作中心, 国家级热带病国际联合研究中心, 上海 200025)

【摘要】 棘球蚴病是一种由棘球绦虫幼虫引起的危害严重的人畜共患寄生虫病, 在全球范围内广泛分布。青藏高原地区是我国棘球蚴病的高度流行区, 了解其人群棘球蚴病的分布特征有助于制定针对性的棘球蚴病防治策略及采取有效的防治措施。本文从地区、时间和人群分布三方面对青藏高原地区人群棘球蚴病的分布特征进行综述。

【关键词】 棘球蚴病; 分布特征; 综述

【中图分类号】 R532.32

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2022)02-0243-04

[*Journal of Pathogen Biology*. 2022 Feb;17(2):243-246.]

Distribution characteristics of human echinococcosis in the Qinghai-Tibet Plateau

SHI Dan-dan, WU Wei-ping (National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention (Chinese Center for Tropical Diseases Research); NHC Key Laboratory of Parasite and Vector Biology; WHO Collaborating Centre for Tropical Diseases; National Center for International Research on Tropical Diseases, Shanghai 200025, China)

【Abstract】 Echinococcosis is a serious zoonotic parasitic disease caused by the larvae of the genus *Echinococcus*, which is widely distributed worldwide. The Qinghai-Tibet Plateau is a highly endemic area of echinococcosis in China. Knowing the epidemiological distribution characteristics of human echinococcosis will help formulate targeted prevention and control strategies of echinococcosis. This article summarizes the epidemiological distribution of human echinococcosis in the Qinghai-Tibet Plateau from three aspects, including region, time and population distribution.

【Key words】 Echinococcosis; distribution characteristics; review

* 棘球蚴病 (Echinococcosis) 是由棘球绦虫幼虫 (棘球蚴) 寄生于牛羊等动物及人体的肝肺及其他器官引起的一种人畜共患的寄生虫病。目前公认的能引起人类患病的棘球绦虫有四种, 分别为细粒棘球绦虫 (*Echinococcus granulosus*)、多房棘球绦虫 (*E. multilocularis*)、少节棘球绦虫 (*E. orligarthus*) 和福氏棘球绦虫 (*E. vogeli*)^[1-2]。细粒棘球绦虫呈全球性分布, 多房棘球绦虫主要分布于北半球, 少节棘球绦虫和福氏棘球绦虫仅在中、南美洲发现。其中细粒棘球绦虫和多房棘球绦虫感染人体分别引起囊型棘球蚴病 (cystic echinococcosis) 和泡型棘球蚴病 (alveolar echinococcosis), 严重危害人群的健康, 并给患者带来沉重的经济负担^[3-4]。虽然棘球蚴病的防控已经取得一定进展, 但在我国它仍然是危害人体健康和社会经济发展的重要公共卫生问题之一。

我国主要有细粒棘球绦虫和多房棘球绦虫分布, 是世界上棘球蚴病流行最严重的国家之一, 其中青藏高原地区是棘球蚴病的高流行区。青藏高原地区养犬较为普遍, 犬是棘球蚴最重要的传染源。青藏高原地区以畜牧业为主的生产、生活方式和特殊的地理、气候环境因素, 导致该地区的人群棘球蚴病处于较高水平^[5]。自 2005 年起, 我国开始实施了一系列棘球蚴病防治项目, 并将其纳入免费救治的传染病, 部分地区的人群感染率有所下降, 但棘球蚴病仍然是该地区最为严重的传染病之一, 棘球蚴病的防治仍存在诸多问题和挑战。了解青藏高原地区人群棘球蚴病患病的流行病学分布情况, 有助于促进棘球蚴

病防治工作。本文对青藏高原地区人群棘球蚴病的分布特征进行综述, 为该病防治策略的制定和防治措施的实施提供一定的参考依据。

1 地区分布

青藏高原地区位于我国西南部, 主要包括四川省阿坝藏族自治州和甘孜藏族自治州、青海省、西藏自治区、甘肃省甘南藏族自治州和云南省迪庆藏族自治州^[6]。2012-2016 年全国棘球蚴病流行情况调查结果显示, 青藏高原地区人群棘球蚴病检出率为 1.28%^[7], 远高于非青藏高原地区, 呈现出青藏高原地区流行程度较高, 远离青藏高原地区逐渐降低的特点。

西藏自治区各地自然环境和社会经济条件不同, 人群棘球蚴病患病率有所差异^[8]。西藏自治区首次人体寄生虫分布调查结果表明棘球蚴病感染率为 34.89%^[9]。棘球蚴病筛查数据显示, 2016 年西藏自治区人群患病率为 1.66%^[7], 其中阿里地区和那曲地区是西藏自治区的主要牧业区, 人群棘球蚴病检出率分别为 2.34%^[10] 和 3.21%^[11]。格桑卓嘎等^[12] 对 2017 年拉萨地区人群棘球蚴病数据进行分析, 发现棘球蚴病患病率为 0.24%。

高伟等^[13] 在青海省久治县的人群棘球蚴病调查显示,

* **【通讯作者】** 伍卫平, E-mail: wuwp@nipd.chinacdc.cn

【作者简介】 施丹丹 (1997-), 女, 安徽人, 在读硕士, 主要从事棘球蚴病流行病学研究。E-mail: shidd1997@163.com

2018年久治县人群棘球蚴病检出率为1.47%。邓本太等^[14]对青海省甘德县2017-2019年棘球蚴病筛查情况进行分析,结果显示2017年人群患病率最高,为1.05%,2019年患病率最低,为0.35%。青海省不同地区棘球蚴病检出率有所不同,牧区患病检出率最高,农区最低;全省棘球蚴病的地理特征呈现由北向南、由东向西逐渐增强的趋势。

Lei等^[15]对四川省2017年棘球蚴病地理分布情况进行分析,结果发现人群棘球蚴病患病率较高的地区集中分布在石渠县、色达县、德格县和甘孜县。流行程度呈现由东向西,由低海拔向高海拔,盆地向高原增高的趋势。何伟等^[16]对四川省2007-2017年新发棘球蚴病患者进行时空分析,结果显示新发病例检出率逐年下降,且呈一定的空间聚集性分布。2018年甘肃省甘南州人群棘球蚴病流行调查表明患病检出率超1%的县有3个,分别为夏河县(2.84%)、玛曲县(1.80%)和碌曲县(1.20%)^[17]。李奔福等^[18]于2012-2017年对云南省棘球蚴病流行病学分析,云南省迪庆州的3个县均为流行县,其中香格里拉县的人群患病检出率最高,为0.09%。

地理景观、气候和海拔等自然环境因素从多方面影响并决定着棘球蚴病的流行传播,进而影响人群棘球蚴病患病情况的地区分布,导致不同地区患病率有所差异。Patrick等^[19]利用遥感技术提取了整个青藏高原的地理景观图像,进一步分析土地覆盖、海拔、月降雨量和温度与人群泡型棘球蚴病分布的关系,发现人群泡型棘球蚴病与景观特征和气候在空间上相关,可以利用其确认和预测棘球蚴病的高聚集地区。Huang等^[20]使用空间分析和多元回归分析来研究中国西部七省人群囊型棘球蚴病患病率与相关环境因素的关系,结果显示草原面积比和藏族人口比与患病率呈正相关,国内生产总值和地表温度与患病率呈负相关。青藏高原地区的棘球蚴病主要集中于西藏自治区、青海省和四川省甘孜州、阿坝州,在甘肃省甘南州和云南省迪庆州流行程度相对较低。对于患病率较高的地区,查明人群感染的主要原因并开展针对性防治项目有助于降低棘球蚴病对公众健康的危害,早日实现棘球蚴病防治目标。

2 时间分布

人误食受到棘球蚴虫卵污染的食物或水源后,进入人体内的幼虫会引起急性炎症反应,进而杀死幼虫,但部分幼虫可存活下来,棘球蚴可诱导宿主产生免疫应答,从而逃避人体免疫作用,长期生存在体内^[21]。逃过免疫应答的棘球蚴生长发育极为缓慢,以每年1~5 cm的速度增长,一般在10~20年后才出现临床症状^[22]。由于早期患者无明显症状,大多在体检中发现患病,因此年龄和棘球蚴囊肿的数量有线性关系^[23]。有研究结果表明棘球蚴虫卵在寒冷潮湿的环境可存活数月,而在干燥炎热的条件下存活时间只有几天^[24]。因此终末宿主排出的棘球蚴虫卵会在冬季积聚,导致这段时间的感染压力高于一年中的其他时间。

在欧洲和亚洲进行的研究表明,中间宿主和终末宿主棘球蚴病的感染率具有季节性变化,中间宿主在秋季和冬季感染率最高,终末宿主在初春和初冬季节感染率最高,是棘球蚴病传播的主要驱动力^[25,26]。因此在寒冷潮湿的冬季对中间宿主和终末宿主进行驱虫,是预防棘球蚴病感染的有效方法。喻文杰等^[27]在四川省阿坝州马尔康县和松潘县进行犬只感染棘球蚴病季节性规律研究,发现初冬、初春均为犬科动物的感染高发

季节,初冬是屠宰季节,初春高原地区气候寒冷,死去牛羊的内脏容易被犬科动物吞食。Stefano等^[28]在加拿大卡尔加里市郊区进行狼和啮齿动物棘球蚴病时空格局研究,发现狼感染率的时间变化与啮齿类动物的感染率波动有关系,啮齿类动物的感染高峰在秋季和冬季,狼的感染高峰在春季,该时间差与啮齿类动物肝脏棘球蚴发育所需时间相一致。Pierre等^[29]在瑞士苏黎世调查了季节相关因素对棘球蚴病中间宿主流行的影响,结果显示低温增加了棘球蚴病的感染风险,因此在冬季之前或冬季对狐狸进行驱虫是棘球蚴病防治的最有效方法。

3 人群分布

从性别分布来看,世界各国数据显示棘球蚴病患病率大多为女性高于男性,患病男女性别比在1:1.17~2.15^[30-32],例如2012年波兰报告的棘球蚴病总发病率0.073/100 000,女性发病率(0.096/100 000)高于男性发病率(0.048/100 000)^[33]。在我国Luo等^[34]对2010年青海省人群棘球蚴病影响因素进行分析,发现性别是棘球蚴病的危险因素之一,女性患病率(5.14%)明显高于男性(3.72%),差异有统计学意义。Ma等^[35]对四川省甘孜县肝棘球蚴病患者进行危险因素研究,发现棘球蚴病高风险因素是女性、牧民、年龄在20至60岁、居住环境有流浪犬、与犬和牲畜有接触、健康素养差、教育程度低以及不使用自来水作为饮用水。肖丹等^[36]2016年在西藏自治区阿里地区的棘球蚴病调查显示,女性棘球蚴病检出率为2.93%(73/2 489),高于男性的1.69%(38/2 251),男女性别比为1:1.92,差异有统计学意义。而甘肃省藏区的调查显示,总人群的男女棘球蚴病患病检出率差异没有统计学意义,藏族女性(0.71%,93/13 146)和男性(0.46%,73/15 709)的患病检出率差异有统计学意义^[37]。

在年龄分布方面,大部分研究都发现棘球蚴病患病率随年龄增长而增高。Uchiumi等^[38]2019年在阿根廷里奥内格罗省的城镇进行人群棘球蚴病影响因素研究,结果显示最相关的危险因素包括生活在农村地区,年龄>40岁,总饮用天然来源的水,并且随着年龄增长,棘球蚴病患病率增加。马霄等^[39]对青海省黄南藏族自治州棘球蚴病流行情况进行分析,以10岁为一个年龄段进行分组,其中60~69岁年龄组检出率最高,为1.96%,各年龄段患病检出率差异有统计学意义。Wang等^[40]在四川省青藏高原地区的泡型棘球蚴病危险因素研究中发现,年龄、养狗的数量、接触狐狸皮、不注意饮食卫生、使用开放性溪水作为饮水、与犬玩耍是泡型棘球蚴病的危险因素,随着年龄增大,棘球蚴病患病率呈上升趋势。在长期生产生活过程中,年龄越大,参与活动越多,接触虫卵机会越多,棘球蚴感染具有累积和重复现象^[41]。

在职业分布方面,各国情况有所不同,在摩洛哥阿特拉斯中部地区人群棘球蚴病筛查研究中发现,职业是棘球蚴病感染的主要危险因素,其中Ifrane省有更多人从事畜牧业和屠宰活动,因此患病率最高^[42]。Piarroux等^[43]在法国东部和中央高原地区的人群泡型棘球蚴病危险因素研究中发现,狐狸经常生活在城市地区,因此城市园艺工作者感染泡型棘球蚴病的风险大大增加。研究表明青藏高原地区牧民的棘球蚴病患病率明显高于其他职业人群,主要因为牧区存在大量适合棘球蚴虫生存的中间宿主和终末宿主,牧民长期暴露于污染环境并与犬接

触,易感染棘球蚴^[44]。白玛央金等^[45]利用2016年西藏70个县棘球蚴病调查数据进行不同生产类型地区人群棘球蚴病流行情况分析,结果显示牧区的人群棘球蚴病检出率最高为2.48%(572/23 038),其次分别为半农半牧区1.46%(470/32 173),城镇0.94%(159/16 899)和农区0.78%(29/3 719),4种生产类型地区人群棘球蚴病检出率差异有统计学意义。Yuan等^[46]在西部五省进行牧民囊型棘球蚴病横断面研究,结果表明,羊的免疫接种和担心家庭成员患病是保护因素,允许犬随意走动、用内脏喂犬、在家宰杀家畜、饭前不洗手和与流浪犬、野生动物玩耍是危险因素。Wang等^[47]在青藏高原的半游牧性牧区进行牧场围栏与人群泡型棘球蚴病患病率的研究,结果发现用围栏围起的牧场面积越大,人群泡型棘球蚴病的患病率越高,根本原因是公共牧场减少,加剧了过度放牧,导致中间宿主数量剧增,从而促进多房棘球绦虫的传播流行。吴文婷等^[48]于2017年对西藏那曲县和四川石渠县进行人群细粒棘球蚴病患病影响因素的病例对照研究,结果发现喂犬内脏、周围有流浪犬、饮用河水是人群患病的危险因素。

4 结语

青藏高原地区一直是两型棘球蚴病流行的重流行区,人群棘球蚴病分布广泛,不同省份人群棘球蚴病的感染情况存在差异,其中西藏自治区、四川省和青海省较为严重,多数地区囊型和泡型棘球蚴病共同存在。经过十几年的棘球蚴病综合防治措施的实施,青藏高原地区人群棘球蚴病感染情况明显改善,但也有部分地区防治效果不明显或有所反弹,出现一定程度的回升。因此,要对不同地区开展有针对性的流行病学调查,了解现阶段分布特征和影响因素,加强和改善棘球蚴病综合防治措施,有效控制青藏高原地区的人群棘球蚴病。

【参考文献】

[1] Jenkins DJ. WHO/OIE manual on Echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern[J]. Inter J Parasitol, 2001, 31(14):1717-1718.

[2] Wen H, Vuitton L, Tuxun T, et al. Echinococcosis: Advances in the 21st Century[J]. Clin Microbiol Rev, 2019, 32(2):e00075-18.

[3] Craig PS, McManus DP, Lightowler MW, et al. Prevention and control of cystic echinococcosis[J]. Lancet Infect Dis, 2007 Jun;7(6):385-94. [4] Wu Q, Yang L, Wang YF, et al. Disease burden of echinococcosis in Tibetan communities-A significant public health issue in an underdeveloped region of western China[J]. Acta Trop, 2020(203):105283.

[5] 吴文婷, 伍卫平. 包虫病人群患病情况及影响因素研究[J]. 中国病原生物学杂志, 2018, 13(4):440-442, 445.

[6] 崔小玉, 官宜宣, 伍卫平. 青藏高原地区犬棘球绦虫感染的流行情况和影响因素[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2020(4):482-489.

[7] 伍卫平, 王虎, 王谦, 等. 2012-2016年中国棘球蚴病抽样调查分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018(1):1-14.

[8] 贡桑曲珍, 白玛央金, 康珠益西, 等. 西藏自治区棘球蚴病基线调查[J]. 中国科技成果, 2020, 21(14):28-32.

[9] 刘晓堂. 西藏人体寄生虫病的流行与防治探讨[J]. 西藏科技, 2010, 04:34-36, 43.

[10] 肖丹, 伍卫平, 雪莲, 等. 阿里地区棘球蚴病流行现状[J]. 中国

寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018(1):54-57.

[11] 旦珍旺久, 薛垂召, 贡桑曲珍, 等. 那曲地区棘球蚴病流行现状分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018(1):47-53.

[12] 格桑卓嘎, 汤晓佳, 王政和, 等. 2017年拉萨地区人群棘球蚴病流行现状与特征[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2020(1):36-40.

[13] 高伟, 王浩, 马有良, 等. 2018年青海省久治县人群肝棘球蚴病流行现状分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2019(6):681-684.

[14] 邓本太, 张雨欣, 德吉措, 等. 青海省甘德县2017—2019年包虫病筛查和治疗结果分析[J]. 上海预防医学, 2020(11):941-945.

[15] Liu L, Guo B, Li W, et al. Geographic distribution of echinococcosis in Tibetan region of Sichuan Province, China[J]. Infect Dis Poverty, 2018, 7(1):104.

[16] 何伟, 廖沙, 王谦, 等. 2007-2017年四川省新发棘球蚴病患者时空分布特征[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2019(4):393-399.

[17] 尚文杰. 2018年甘南藏族自治州包虫病流行分析[J]. 疾病预防控制通报, 2020(1):25-27.

[18] 李奔福, 吴方伟, 严信留, 等. 2012-2017年云南省棘球蚴病流行病学分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2019(5):576-582.

[19] Giraudoux P, Raoul F, Pleydell D, et al. Drivers of *Echinococcus multilocularis* transmission in China: small mammal diversity, landscape or climate? [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2013, 7(3):e2045.

[20] Huang D, Li R, Qiu J, et al. Geographical environment factors and risk mapping of human cystic echinococcosis in Western China[J]. Int J Environ Res Public Health, 2018, 15(8):1729.

[21] Bortoletti G, Gabriele F, Conchedda M. Natural history of cystic echinococcosis in humans[J]. Parasitologia, 2004, 46(4):363-366.

[22] 刘光辉, 杨金煜, 唐明杰. 人肝细粒棘球蚴病致病的研究进展[J]. 中国人兽共患病学报, 2021(2):165-170.

[23] Roberts MG, Lawson JR, Gemmell MA. Population dynamics in echinococcosis and cysticercosis: mathematical model of the life-cycle of *Echinococcus granulosus*[J]. Parasitology, 1986, 92(Pt 3):621-641.

[24] Veit P, Bilger B, Schad V, et al. Influence of environmental factors on the infectivity of *Echinococcus multilocularis* eggs[J]. Parasitology, 1995, 110(Pt 1):79-86.

[25] Burlet P, Deplazes P, Hegglin D. Age, season and spatio-temporal factors affecting the prevalence of *Echinococcus multilocularis* and *Taenia taeniaeformis* in *Arvicola terrestris*[J]. Parasit Vectors, 2011(19):4:6.

[26] Giraudoux P, Pleydell D, Raoul F, et al. Transmission ecology of *Echinococcus multilocularis*: what are the ranges of parasite stability among various host communities in China? [J]. Parasitol Int, 2006, 55(Suppl):S237-46.

[27] 喻文杰, 黄亮, 王晓全, 等. 囊型包虫病流行区犬只细粒棘球绦虫感染季节性规律研究[J]. 中国病原生物学杂志, 2012, 7(4):280-281, 251.

[28] Liccioli S, Kutz SJ, Ruckstuhl KE, et al. Spatial heterogeneity and temporal variations in *Echinococcus multilocularis* infections in wild hosts in a North American urban setting[J]. Int J

- Parasitol, 2014, 44(7):457-465.
- [29] Burlet P, Deplazes P, Heggin D. Age, season and spatio-temporal factors affecting the prevalence of *Echinococcus multilocularis* and *Taenia taeniaeformis* in *Arvicola terrestris*[J]. Parasit Vectors, 2011(19):4:6.
- [30] Dorjsuren T, Ganzorig S, Dagvasumberel M, et al. Prevalence and risk factors associated with human cystic echinococcosis in rural areas, Mongolia[J]. PLoS One, 2020, 15(7):e0235399.
- [31] Mustapayeva A, Manciuilli T, Zholdybay Z, et al. Incidence rates of surgically managed cystic echinococcosis in Kazakhstan, 2007-2016[J]. Am J Trop Med Hyg, 2020, 102(1):90-95.
- [32] Tamarozzi F, Hou A, Morales ML, et al. Prevalence and risk factors for human cystic echinococcosis in the cusco region of the peruvian highlands diagnosed using focused abdominal ultrasound[J]. Am J Trop Med Hyg, 2017, 96(6):1472-1477.
- [33] Go?? b E, Czarkowski MP. Echinococcosis and cysticercosis in Poland in 2012[J]. Przegl Epidemiol, 2014, 68(2):279-282, 379-381.
- [34] Luo A, Wang H, Li JQ, et al. Epidemic factors and control of hepatic echinococcosis in Qinghai province[J]. J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci, 2014, 34(1):142-145.
- [35] Ma L, Chen DC, Zou SY, et al. Epidemiological characteristics of hepatic echinococcosis, concurrent cerebral echinococcosis, and pulmonary echinococcosis in Ganzi County, Sichuan Province, China[J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(15):e19753.
- [36] 肖丹, 伍卫平, 雪莲, 等. 阿里地区棘球蚴病流行现状[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018(1):54-57.
- [37] 王东, 冯宇, 李凡, 等. 甘肃省藏区人群棘球蚴病流行现状调查及分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2017(2):140-144.
- [38] Uchiumi L, Mujica G, Araya D, et al. Prevalence of human cystic echinococcosis in the towns of orquinco and Ramos Mexia in Rio Negro Province, Argentina, and direct risk factors for infection[J]. Parasit Vectors, 2021, 14(1):262.
- [39] 马霄, 王虎, 程时磊, 等. 青海省黄南藏族自治州棘球蚴病流行情况调查[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2017(5):512-514.
- [40] Wang Q, Qiu J, Yang W, et al. Socioeconomic and behavior risk factors of human alveolar echinococcosis in Tibetan communities in Sichuan, People's Republic of China[J]. Am J Trop Med Hyg, 2006, 74(5):856-862.
- [41] 张静宵, 马霄, 刘玉芳, 等. 青海省棘球蚴病流行与分布情况调查[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2017(5):460-465.
- [42] Chebli H, Laamrani El Idrissi A, Benazzouz M, et al. Human cystic echinococcosis in Morocco: Ultrasound screening in the Mid Atlas through an Italian-Moroccan partnership[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2017, 11(3):e0005384.
- [43] Piarroux M, Piarroux R, Knapp J, et al. Populations at risk for alveolar echinococcosis, France[J]. Emerg Infect Dis, 2013, 19(5):721-728.
- [44] 王虎, 马淑梅, 曹得苹, 等. 青南高原人群包虫病的调查研究[J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2000(1):42-45.
- [45] 白玛央金, 韩帅, 何瑞峰, 等. 西藏自治区4种生产类型地区人群棘球蚴病流行情况[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018(1):26-29, 34.
- [46] Yuan R, Wu H, Zeng H, et al. Prevalence of and risk factors for cystic echinococcosis among herding families in five provinces in western China;a cross-sectional study[J]. Oncotarget, 2017, 8(53):91568-91576.
- [47] Wang Q, Vuitton DA, Qiu J, et al. Fenced pasture: a possible risk factor for human alveolar echinococcosis in Tibetan pastoralist communities of Sichuan, China[J]. Acta Trop, 2004, 90(3):285-293.
- [48] 吴文婷, 伍卫平, 官亚宜, 等. 藏区人群细粒棘球蚴病患病影响因素的病例对照研究[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2018(2):161-164.

【收稿日期】 2021-09-19 【修回日期】 2021-12-03

(上接 242 页)

- [27] Olsen SC, Boyle SM, Schurig GG, et al. Immune responses and protection against experimental challenge after vaccination of Bison with *Brucella abortus* strain RB51 or RB51 overexpressing superoxide dismutase and glycosyltransferase genes[J]. Clin Vac Immunol, 2009, 16(4):535-540.
- [28] Nol P, Olsen SC, Rhyhan JC, et al. Vaccination of Elk (*Cervus Canadensis*) with *Brucella abortus* strain RB51 overexpressing superoxide dismutase and glycosyltransferase genes does not induce adequate protection against experimental *Brucella abortus* challenge[J]. Front Cell Infect Microbiol, 2016, 6:10.
- [29] Bricker BJ, Tabatabai LB, Deyoe BL, et al. Conservation of antigenicity in a 31-kDa *Brucella* protein[J]. Vet Microbiol, 1988, 18(3):313-325.
- [30] Comerci DJ, Pollevick GD, Vigliocco AM, et al. Vector development for the expression of foreign proteins in the vaccines strain *Brucella abortus* S19[J]. Infect Immun, 1998, 66(8):3862-3866.
- [31] 杨巧玲, 宰晓东, 殷瑛, 等. 布鲁菌 104M:Omp19 过表达株的构建与免疫保护性评价[J]. 生物技术通讯, 2018, 29(1):1-6.

【收稿日期】 2021-10-05 【修回日期】 2022-01-10