

# 催化模型在日本血吸虫病血清流行病学的应用

吴志良<sup>1</sup> 张悟澄<sup>1</sup> 谈光庭<sup>2</sup>

**摘要** 应用简单催化模型及两级催化模型对血吸虫病两个流行区人群 IgG 及 IgM 阳性率年龄分布资料分别进行分析。重流行区和轻流行区的简单催化模型曲线方程分别为  $Y_A = 0.876 (1 - e^{-0.048t})$  和  $Y_B = 5.71 (1 - e^{-0.003t})$ ；两级催化模型曲线方程为  $Y_A = 2.13 (e^{-0.032t} - e^{-0.047t})$  和  $Y_B = 0.19 (e^{-0.012t} - e^{-0.075t})$ 。结果显示拟合优度良好。两种催化模型分别适用分析 IgG 和 IgM 资料，能反映血吸虫病流行速度、状态、趋势及年龄分布等特点，为探讨影响流行的因素，评估防治效果和监测流行动态提供参考方法。此外，对 IgG 和 IgM 两种资料的结果分析表明 IgM 的意义更大。

**关键词** 催化模型 日本血吸虫病 血清流行病学

**Application of Catalytic Model in Sero-epidemiology of Schistosomiasis** Wu Zhi-liang, Zhang Wucheng, Tan Guang-ting. Immunoparasitology Research Center, Zhejiang Medical University, Hangzhou 310006

The seroepidemiological data from two schistosomiasis japonica areas with different transmission levels was analysed using a Catalytic Model. The agespecific distribution of IgG antibody in the population of the two investigated settings was analysed with simple catalytic model, the curve equations are  $Y_A = 0.876 (1 - e^{-0.048t})$  and  $Y_B = 5.71 (1 - e^{-0.003t})$  respectively in the heavy-and mild-endemic areas. The age-specific distribution of IgM antibody was analysed with two-stage catalytic model, using a curve equations  $Y_A = 2.13 (e^{-0.032t} - e^{-0.047t})$  and  $Y_B = 0.19 (e^{-0.012t} - e^{-0.075t})$  respectively in both heavy-and mild-endemic areas. Based on the result of stool examination concurrently carried out with sera detection and the endemic situation in recent years, the results mentioned above were eligible for the analysis of seroepidemiological data on schistosomiasis to reveal the endemic situation, tendency and the characteristic of age-specific distribution, and in particular using a two-stage catalytic model to analyse IgM antibody. It could also be used for studies on endemic factors, evaluation on the efficiency of control programmes and for surveillance of endemicity.

**Key words** Catalytic model Schistosomiasis Seroepidemiology

1959年 Muench<sup>[1]</sup>参考化学催化原理，在流行病学领域提出一组流行病学催化模型。通过对细菌、病毒等传染病的资料分析，表明这些催化模型可反映疾病在人群的年龄分布特征、流行速度、特点、状态及防治效果，能定量评估疾病在某地的感染率<sup>(2)</sup>。笔者应用简单催化模型和两级催化模型，分别对血吸虫病两个不同流行区人群的 IgG 和 IgM 阳性分布的资料进行分析，结合粪检结果及

历年流行情况，证实该组模型在反映血吸虫病流行速度、流行状态的适用性和可行性，为评估和监测疫情提供参量的定量方法。

一、两个不同流行区的基本情况：两个现场均在湖南省湘阴县，柳潭村为重流行区，古塘村为轻流行区。笔者对二地7~60岁人群

1 浙江医科大学寄生虫免疫研究室 310006 杭州市

2 湖南省湘阴县血防办公室



进行普查,包括用ELISA测特异性IgG和IgM,及用孵化法粪检.IgG和IgM的资料见表1,粪检阳性率在重流行区为16.7%(近十

年来为20%~30%),轻流行区为3.8%(近10年为5%~10%)。

表1 二个不同流行区人群IgG和IgM阳性率年龄分布

年龄组 (岁)	柳潭村(重流行区)					古塘村(轻流行区)				
	血检数	IgG		IgM		血检数	IgG		IgM	
		阳性数	阳性率(%)	阳性数	阳性率(%)		阳性数	阳性率(%)	阳性数	阳性率(%)
7~	71	18	25.3	9	12.6	62	4	6.5	4	6.4
10~	42	12	28.6	6	14.3	48	8	16.7	4	8.3
13~	37	14	37.8	9	24.3	38	10	26.3	3	8.0
16~	58	29	50.0	20	34.5	48	13	27.1	5	10.4
20~	191	147	77.0	67	35.0	181	54	29.8	17	9.4
30~	100	85	85.0	26	26.0	99	69	69.7	13	13.1
40~	83	68	82.0	15	18.1	92	67	72.8	10	10.8
50~	61	41	67.2	9	14.7	54	39	72.2	2	3.7

二、模型:据Munch简单催化模型 $Y=K(1-e^{-rt})$ 。Y、r和t分别为血吸虫病抗体理论阳性率、感染力和各年龄组中值,e为自然对数的底,K为常数。假设某流行区居民经t时间后已有Y转为感染者,且在相当时间内不转为阴性,在单位时间内个体有效接触感染的速率为r,则反应速度 $dy/dt=r(K-Y)$ 。当初始条件 $t=0, Y=0$ 时,其特解为 $Y=K(1-e^{-rt})$ 。血吸虫病IgG抗体阳性率年龄分布基本符合上述假设,故可按此模型进行拟合。

IgM的动态变化与IgG不同,它在感染后相对短的时间内可转为阴性,故两级催化模型 $Y=\frac{a}{a-b}(e^{-bt}-e^{-at})$ 较符合IgM的阳性率分布特征,其中a为由易感者转变为感染者的感染力,b为由IgM阳性转为阴性的速率。如 $b>a$ ,则模型转化为 $Y=\frac{a}{b-a}(e^{-at}-e^{-bt})$ 。

三、计算和拟合方法:计算过程见表2、3。

表2 简单催化模型分析IgG阳性率年龄分布

年龄组 (岁)	组中值 t	组距 w	柳潭村(重流行区)				古塘村(轻流行区)			
			Y	A	tA	Y'	Y	A	tA	Y'
7~	8.5	3	0.25	0.76	6.5	0.29	0.07	0.21	1.78	0.14
10~	11.5	3	0.29	0.87	10.0	0.37	0.17	0.51	5.87	0.19
13~	14.5	3	0.38	1.14	16.5	0.44	0.26	0.78	11.3	0.24
16~	17.5	4	0.50	2.00	35.0	0.50	0.27	1.28	18.9	0.29
20~	25	10	0.77	7.70	192.5	0.62	0.30	3.00	75.0	0.41
30~	35	10	0.85	8.50	297.5	0.72	0.70	7.00	245.0	0.57
40~	45	10	0.82	8.20	369.0	0.78	0.73	7.30	328.5	0.72
50~	55	10	0.67	6.70	368.5	0.82	0.72	7.20	396.0	0.87

注:柳潭村: $\sum A=35.86$   $\sum At=1295.54$   $\bar{t}=\sum At/\sum A=36.13$   $\sum'A=\sum A/(d/100)=59.77$   $\bar{t}'=t/(d/100)=60.22$   $r=0.029$   $r'=0.048$   $K=\sum'A/\sum'K=0.876$

古塘村: $\sum A=27.28$   $\sum At=1082.35$   $\bar{t}=\sum At/\sum A=39.68$   $\sum'A=\sum A/(d/100)=45.47$   $\bar{t}'=t/(d/100)=66.13$   $r=0.0018$   $r'=0.0030$   $K=\sum'A/\sum'K=5.71$

Y实际阳性率 Y'理论阳性率 A=wY



表3 两级催化模型分析 IgM 阳性率年龄分布

年龄组 (岁)	组中值 t	组距 w	柳潭村(重流行区)				古塘村(轻流行区)			
			Y	A	tA	Y'	Y	A	tA	Y'
7~	8.5	3	0.13	0.39	3.3	0.19	0.064	0.19	1.63	0.071
10~	11.5	3	0.14	0.42	4.8	0.23	0.083	0.25	2.86	0.085
13~	14.5	3	0.24	0.72	10.4	0.26	0.080	0.24	3.48	0.095
16~	17.5	4	0.34	1.36	23.8	0.29	0.104	0.42	7.28	0.103
20~	25	10	0.35	3.50	87.5	0.31	0.094	0.94	23.5	0.112
30~	35	10	0.26	2.60	91.0	0.28	0.131	1.31	45.9	0.114
40~	45	10	0.18	1.80	81.0	0.24	0.108	1.08	48.6	0.104
50~	55	10	0.15	1.50	82.5	0.20	0.037	0.37	20.3	0.095

注:柳潭村:  $\sum A=12.29$   $\sum At=384.35$   $\bar{t}=\sum At/A=52.12$   $\sum' A=\sum A/(d/100)=20.48$   $a=0.019$   $b=0.028$   
 $a'=a/(d/100)=0.032$   $b'=b/(d/100)=0.047$   $K=a/(b-a)=2.133$

古塘村:  $\sum A=4.80$   $\sum At=153.50$   $\bar{t}=\sum At/A=53.30$   $\sum' A=\sum A/(d/100)=8.00$   $a=0.007$   $b=0.045$   
 $a'=a/(d/100)=0.012$   $b'=b/(d/100)=0.075$   $K=a/(b-a)=0.191$

Y 实际阳性率 Y' 理论阳性率 A=wY

拟合方法:以理论曲线下面积  $AUY_{0 \rightarrow T}$  与实际面积  $AOH_{0 \rightarrow T}$  之比  $Ar$  判断拟合效果,以  $Ar$  近似于1为最佳<sup>[3]</sup>。

$$AUY_{0 \rightarrow T} = \int_0^T Y dt = \frac{K(rT + e^{-rt} - 1)}{r}$$

$$AOH_{0 \rightarrow T} = \sum_{i=1}^n Y_i t_i$$

用  $\chi^2$  检验阳性率 Y 的理论值与实际值的拟合优度。

#### 四、结果:

1. 简单催化模型分析 IgG 结果见表2。重流行区和轻流行区的曲线方程分别为  $Y_A=0.876(1-e^{-0.048t})$  和  $Y_B=5.71(1-e^{-0.003t})$ 。感染力分别为48‰和3‰。

用  $Ar$  拟合,理论面积与实际面积之比分别为0.988和1.042,表明拟合良好。用卡方检验 Y 理论值和实际值的拟合优度,两者差异无显著性 ( $P>0.05$ )。

2. 两级催化模型分析 IgM 结果见表3。重、轻流行区的曲线方程分别为  $Y_A=2.13(e^{-0.032t}-e^{-0.047t})$  和  $Y_B=0.19(e^{-0.012t}-e^{-0.075t})$ ,即感染力分别为32‰和12‰,转阴率分别为47‰和75‰。Y 理论值与实际值无显著性差异 ( $P>0.05$ )。

五、讨论:催化模型在血吸虫病流行病学的报道甚少,且限于用简单催化模型

分析皮肤试验的资料<sup>[4,5]</sup>。皮试的特异性和敏感性显著低于 ELISA 检测特异性抗体,笔者选用催化模型对特异性抗体进行分析,并结合粪检资料,比较二个不同流行区的结果,迄今尚未见类似文献报道。

本文重、轻流行区模型计算感染力 r 分别为48‰和3‰,显示二者有明显差异,符合实际情况。表明感染力 r 可作流行病学定量指标,能反映当地流行情况。连续进行动态观察,不仅可了解疫情的变化,还可评估防治效果。

IgM 在重、轻流行区的感染力 a 分别为32‰和12‰,反映了二个流行区的差异,因 IgM 转阴相对较快,故 a 可较准确地反应当地目前流行状态,是较重要的定量指标。IgM 的转阴率 b 在两个流行区分别为47‰和75‰,重流行区转阴率低,表明当地重复感染高<sup>[6]</sup>。结合 a 与 b 可反映当地流行程度及疫水污染潜能。

在化学反应中,催化力越大 (r 或 a 越大) 则反应速度越快。在血吸虫病流行病学上,抗体阳性率高峰越趋于低年龄组则流行越严重<sup>[7]</sup>。本文重流行区20岁以下年龄组的 IgG 阳性率由25.3%显著上升至77%,因而 r 较大;轻流行区则上升较慢, r 较小。IgM 情



况亦类似。故催化模型从年龄分布的特点也可反映当地疫情。

参 考 文 献

1 Muench H. Catalytic Models in Epidemiology. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1959.

2 何尚浦主编. 流行病学进展. 第1卷. 北京: 人民卫生出版社, 1981. 256~273.

3 周怀梧主编. 数理医药学. 上海科技出版社, 1983. 20

~24.

4 Hairston NG. On the Mathematical Analysis of Schistosome Populations. Bull WHO, 1965, 33:45.

5 徐勤. 简单催化模型在日本血吸虫病流行病学上的应用. 中华流行病学杂志, 1985, 6 (6) :351.

6 Jassim A. Antibody isotypes in human schistosomiasis mansoni. Parasite Immunol, 1987, 9:627.

7 陈淑贞. 日本血吸虫病血清流行病学研究. 寄生虫学与寄生虫病杂志, 1984, 2:13.

(收稿: 1994-09-11 修回: 1995-01-11)

### 100例 HBsAg 阳性携带者 B 超检查结果分析

洪 明<sup>1</sup> 刘彦俐<sup>1</sup> 赵 玺<sup>2</sup>

为了探讨 HBsAg 阳性携带者肝脏 B 超图像的改变情况, 我们对门诊中无症状及肝功能化验正常的 100 例 HBsAg 阳性者进行 B 超检查。

一、病例来源: 所检病例来源于常规体检初次检出单纯 HBsAg 阳性者, 无肝病相关症状和体征及肝功能化验正常的患者 100 例。其中男 61 例, 女 39 例。年龄 20 至 60 岁。

二、检查方法: 所用超声仪为 AIOKa-250 型, 探头频率 3.0MHz, 常规操作检查患者肝胆脾的回声及其改变。

三、结果: 100 例 HBsAg 携带者中, 轻度脂肪肝样改变者 9 例, 胆囊胆管炎 35 例, 肝脏不均质改变者

61 例, 脾大 7 例, 回声粗糙不均 (慢性肝炎改变) 者 7 例, 肝脏正常回声者 11 例。

综上笔者认为, 对检查出 HBsAg 阳性者无论有无肝病的相关症状和体征, 肝功能化验是否异常, 都应给予做进一步的全面细致的检查, 并给以适当的中西医结合保肝及抗病毒治疗。即使不能完全清除病毒, 但也能扼止病情发展和抑制病毒的复制。

(收稿: 1995-04-05)

1 辽宁省辽阳市传染病医院 111000

2 中国中医研究院西苑医院

### 黄河以北首次分离出黄疸出血群赖型钩端螺旋体

梁中兴<sup>1</sup> 时曼华<sup>1</sup> 聂一新<sup>1</sup> 陈浩利<sup>3</sup> 李林村<sup>2</sup> 王广科<sup>3</sup> 孟素霞<sup>3</sup> 李玉环<sup>3</sup> 秦进才<sup>4</sup>

黄疸出血群钩端螺旋体 (简称钩体) 是我国稻田型钩体病的主要流行菌群。河南省原阳县自 1992 年首发稻田型钩体病以来, 病例逐年增加, 1993 年钩体病发病率达 161.63/10 万。针对这一新情况, 我们于 1994 年 5 月自疫区稻田周围采集 23 份鼠肾标本, 其中黑线姬鼠 12 只, 大仓鼠 4 只, 褐家鼠 7 只。并采到了一份病人血液标本。经 8% 的兔血清磷酸盐培养基培养分离, 一份病人血液标本和 3 份黑线姬鼠肾标本培养阳性。鉴定结果均为黄疸出血群赖型钩体。这是我国

黄河以北首次分离出赖型钩体。基本证实了原阳县稻田型钩体病的主要流行菌群为黄疸出血群, 主要宿主动物是黑线姬鼠, 赖型是重要的血清型。

(收稿: 1995-04-26)

1 中国预防医学科学院流行病学微生物学研究所 102206 北京市

2 河南省卫生防疫站

3 新乡市卫生防疫站

4 中国药品生物制品检定所