

主成分分析法在球虫病鸡血液生化研究中的应用

兰 岚, 林辉环, 翁亚彪

(华南农业大学动物医学系, 广东 广州 510642)

摘要: 用主成分分析法对球虫感染后血液生化指标的变化特点进行了剖析. 分析结果表明, 艾美球虫感染主要影响鸡血清蛋白和血脂水平, 血清指标的变化与虫株寄生部位和毒力有关, 感染后对血清生化指标影响最大的虫种是 *Eimeria. acervulina* 原代株, 其次是 *E. tenella* 原代株, *E. maxima* 早熟株影响最小; *E. tenella* 和 *E. maxima* 早熟株的感染主要影响血脂成分的变化, 而 *E. tenella* 和 *E. acervulina* 原代株的感染对血脂和血清蛋白的影响程度相同.

关键词: 主成分分析; 球虫病; 肉鸡; 血液生化

中图分类号: S858.31

文献标识码: A

鸡球虫病的血液生化研究引起了越来越多的关注. 70 年代以来, 国外学者相继报道了球虫感染对于鸡血清中类胡萝卜素^[1]、蛋白成分^[2,3]、脂类^[4]、矿物质元素^[5]和碱性磷酸酶^[6]等的影响; 发现球虫感染会引起鸡血液生化指标不同程度改变. 但各学者均只就血清的某一项某一类指标进行研究, 难以系统地分析球虫感染后鸡血液生化指标最主要的变化特点及可能原因. 本文尝试将主成分分析法引入血清生化研究, 在对 4 种球虫虫种(株)感染后多项血液生化指标进行检测的基础上, 分别以不同虫种和不同感染阶段为类别进行主成分分析, 为研究寄生部位和虫株毒力与血液生化指标的关系提供依据.

1 材料与方法

1.1 感染材料来源

所用的感染材料为 *E. tenella* 原代株、*E. acervulina* 原代株、*E. maxima* 早熟株和 *E. tenella* 早熟株. 其中 *E. tenella* 原代株、*E. acervulina* 原代株是从发生球虫病鸡体分离的致病力强的虫株, 分别寄生在盲肠和十二指肠; 而寄生在小肠中段 *E. maxima* 早熟株^[7]和 *E. tenella* 早熟株^[8]是华南农业大学动物医学系寄生虫室经 10 多代的早熟选育而获得的虫株, 与原代株相比, 其毒力已明显降低.

1.2 试验动物分组及处理

将在无球虫环境下饲养至 23 d 龄的商品代 AA 鸡 140 只, 随机分为 5 组, 每组 28 只. 第 1 组为不感染对照组, 第 2、3、4、5 组依次为 *E. tenella* 原代株、*E. acervulina* 原代株、*E. maxima* 早熟株、*E. tenella*

早熟株感染组. *E. acervulina* 原代株组感染量为每只鸡 55 万个孢子化卵囊, 其余各组均为每只鸡感染 30 万个孢子化卵囊.

1.3 采样

分别于感染前、感染后 5 d、感染后 9 d 经心脏采血. 每组每批抽取 12 个血清样本供试.

1.4 血清指标的检测

仪器: MERJUX VIS2 型半自动生化分析仪.

方法及检测项目: 参照产品使用手册介绍的方法检测天冬氨酸氨基转移酶(简称 AST)、酸性磷酸酶(简称 ACP)、碱性磷酸酶(简称 ALP)、乳酸脱氢酶(简称 LDH)、总蛋白、白蛋白、甘油三酯、总胆固醇、葡萄糖、铁、钙、磷、镁、氯, 并估算出球蛋白值(球蛋白=总蛋白-白蛋白).

1.5 统计分析

在多重比较的基础上筛选有一定变化的血液指标按照下列类别进行主成分分析, 所有统计运算均在统计软件“SAS”系统中进行. 首先分别对各感染组的血清指标以不同感染阶段为分类指标进行分析; 然后根据多重比较的结果, 对感染后 5 d 的部分血液指标以感染虫种(株)为分类标记进行分析.

2 结果与分析

2.1 各感染组不同感染阶段主成分分析结果

表 1~4 依次列出了 *E. tenella* 和 *E. acervulina* 原代株、*E. maxima* 和 *E. tenella* 早熟株感染组主成分分析入选的特征根和特征向量, 以及各个主成分所占的比率和累积贡献率.

表 1 *E. tenella* 原代株主成分分析入选的特征向量和特征根

血液生化指标 blood biochemistry index	P1	P2	P3	P4	P5
酸性磷酸酶 ACP	0. 037 8	0. 311 9	− 0. 784 7	− 0. 086 9	− 0. 456 3
天冬氨酸氨基转移酶 AST	0. 373 7	0. 175 1	0. 142 1	− 0. 191 2	− 0. 332 5
甘油三酯 triglyceride	0. 190 6	0. 641 1	0. 189 4	− 0. 062 1	0. 104 8
总胆固醇 total cholesterol	0. 404 8	0. 016 2	− 0. 138 9	0. 224 1	− 0. 041 1
铁 iron	0. 300 9	0. 253 4	− 0. 260 4	− 0. 330 6	− 0. 500 1
总蛋白 total protein	0. 415 7	0. 055 0	0. 154 5	0. 123 4	0. 339 3
白蛋白 albumin	0. 346 7	0. 136 7	0. 010 8	0. 555 2	0. 023 9
球蛋白 globulin	0. 368 0	− 0. 179 0	0. 236 4	− 0. 213 4	0. 485 3
白蛋白(A)/ 球蛋白(G) albumin/ globulin	0. 271 1	0. 370 2	− 0. 122 8	− 0. 573 9	− 0. 087 5
甘油三酯(T)/ 总胆固醇(C) triglycend/ total cholesterol	0. 257 7	0. 453 6	0. 382 3	− 0. 306 9	0. 244 2
特征根 characteristic root	5. 059	1. 700	1. 147	0. 959	0. 494
累积贡献率 accumulated contribution/ %	50. 59	67. 60	79. 07	88. 66	93. 60

从表 1 可见, *E. tenella* 原代株感染组第一主成分 (*P*1) 的主要决定因素是总蛋白和总胆固醇, 与 AST 也有关; 第二主成分 (*P*2) 的主要决定因素是甘油三酯, 与 *T/C* 也有关; 第三主成分 (*P*3) 的主要决定因素是 ACP; 第四主成分 (*P*4) 的主要决定因素是 *A/G* 和白蛋白; 第五主成分 (*P*5) 的主要决定因素是铁和球蛋白.

表 2 *E. acervulina* 原代株组主成分分析入选的特征向量和特征根

血液生化指标 blood biochemistry index	P1	P2	P3	P4	P5
天冬氨酸氨基转移酶 AST	0. 101 5	0. 515 9	− 0. 037 2	0. 263 1	0. 493 2
酸性磷酸酶 ACP	0. 240 1	− 0. 323 6	− 0. 284 3	0. 581 2	− 0. 223 9
铁 iron	0. 316 1	0. 108 5	0. 115 0	− 0. 392 3	− 0. 158 8
总蛋白 total protein	0. 315 3	0. 294 0	− 0. 066 1	− 0. 137 6	− 0. 194 1
白蛋白 albumin	0. 323 1	0. 254 0	− 0. 029 4	− 0. 214 3	− 0. 299 5
镁 magnesium	0. 316 8	− 0. 273 6	0. 088 5	− 0. 334 1	0. 215 1
磷 phosphorus	0. 161 0	− 0. 271 2	0. 767 7	0. 048 7	0. 186 2
钙 calcium	0. 315 9	− 0. 352 7	0. 019 9	0. 094 2	− 0. 150 7
甘油三酯 triglyceride	0. 331 2	0. 009 3	− 0. 114 8	0. 074 3	0. 602 3
总胆固醇 total cholesterol	0. 374 2	0. 105 2	− 0. 231 5	− 0. 078 6	− 0. 017 0
碱性磷酸酶 ALP	− 0. 367 2	0. 107 4	0. 083 9	− 0. 234 9	− 0. 020 3
乳酸脱氢酶 LDH	0. 133 1	0. 413 5	0. 477 5	0. 429 5	− 0. 294 8
特征根 characteristic root	5. 792	2. 237	1. 005	0. 755	0. 624
累积贡献率 accumulated contribution/ %	48. 26	66. 91	75. 28	81. 57	86. 77

胆固醇的系数绝对值最大, 但甘油三酯、白蛋白、总蛋白、铁、镁的也与总胆固醇的接近; *P*2、*P*3、*P*4、*P*5 的主要决定因素依次是 AST、磷和 LDH、ACP、甘油三酯.

从表 3 可见, *E. maxima* 早熟株感染组 *P*1 的主要决定因素是甘油三酯, 与磷、钙有关. *P*2、*P*3、*P*4、*P*5 的主要决定因素依次是 AST 和 ACP、ALP 和总胆固醇、铁、LDH.

表 3 *E. maxima* 早熟株组主成分分析入选的特征向量和特征根

血液生化指标 blood biochemistry index	P1	P2	P3	P4	P5
天冬氨酸氨基转移酶 AST	0. 262 0	0. 517 1	0. 018 2	− 0. 270 2	− 0. 137 8
酸性磷酸酶 ACP	0. 047 4	− 0. 468 5	0. 649 0	− 0. 116 2	0. 127 6
铁 iron	0. 233 6	0. 191 4	0. 369 2	0. 693 2	0. 368 4
磷 phosphorus	0. 380 8	− 0. 139 9	− 0. 367 6	0. 412 9	− 0. 341 6
钙 calcium	0. 364 9	− 0. 407 1	− 0. 230 8	0. 016 2	0. 286 6
甘油三酯 triglyceride	0. 461 3	0. 010 5	0. 187 5	0. 110 4	− 0. 486 1
总胆固醇 total cholesterol	0. 357 2	0. 278 4	0. 381 1	− 0. 301 9	− 0. 062 9
碱性磷酸酶 ALP	− 0. 336 8	0. 412 6	0. 061 5	0. 343 7	0. 054 8
乳酸脱氢酶 LDH	0. 377 3	0. 208 1	− 0. 263 6	− 0. 201 8	0. 622 0
特征根 characteristic root	3. 393	1. 757	1. 097	0. 966	0. 591
累积贡献率 accumulated contribution/ %	37. 69	57. 22	69. 41	80. 25	86. 72

从表 4 见, *E. tenella* 早熟株感染组 *P*1 的主要决定因素是甘油三酯和总胆固醇; *P*2、*P*3、*P*4、*P*5 的主要决定因素依次为 ACP 和 AIP、IDH、铁和 AST、总蛋白。

2.2 感染后 5 d 各组之间主成分分析结果

表 4 *E. tenella* 早熟株组主成分分析入选的特征向量和特征根

Tab. 4 The characteristic vectors and roots of principal component analysis of <i>E. tenella</i> precocious line group					
血液生化指标 blood biochemistry index	<i>P</i> 1	<i>P</i> 2	<i>P</i> 3	<i>P</i> 4	<i>P</i> 5
天冬氨酸氨基转移酶 AST	0.345 2	0.210 9	0.056 5	−0.525 3	−0.341 1
酸性磷酸酶 ACP	0.074 8	−0.793 3	0.022 3	−0.005 4	0.296 6
铁 iron	0.251 3	−0.063 9	0.515 6	0.653 1	−0.310 6
总蛋白 total protein	0.397 9	0.119 4	−0.279 4	0.020 9	0.413 9
白蛋白 albumin	0.364 1	0.088 7	−0.370 6	0.372 4	0.269 4
甘油三酯 triglyceride	0.443 6	−0.121 9	0.239 1	−0.075 7	−0.215 7
总胆固醇 total cholesterol	0.417 8	0.202 1	0.259 0	0.118 8	0.115 7
碱性磷酸酶 ALP	−0.328 7	0.451 8	0.127 4	0.283 1	0.203 0
乳酸脱氢酶 LDH	0.204 3	0.200 6	0.624 7	−0.241 6	0.595 1
特征根 characteristic root	3.817	1.259	1.162	0.806	0.714
累积贡献率 accumulate contribution/ %	42.41	56.41	69.31	78.27	86.20

表 5 各感染组间主成分分析入选的特征向量和特征根

Tab. 5 The characteristic vectors and roots of principal component analysis among the infected group					
血液生化指标 blood biochemistry index	<i>P</i> 1	<i>P</i> 2	<i>P</i> 3	<i>P</i> 4	<i>P</i> 5
天冬氨酸氨基转移酶 AST	0.144 8	−0.125 9	−0.248 4	−0.291 7	0.880 9
总蛋白 total protein	0.402 2	−0.408 0	−0.144 5	0.120 4	0.061 5
甘油三酯 triglyceride	0.352 7	0.143 4	0.294 8	−0.509 6	0.062 7
总胆固醇 total cholesterol	0.408 3	−0.376 3	0.098 3	0.108 0	0.159 0
铁 iron	0.261 6	−0.129 2	0.369 6	−0.011 0	0.215 1
钙 calcium	0.312 8	0.164 8	−0.429 7	0.515 8	0.072 6
磷 phosphorus	0.226 4	0.530 8	−0.162 5	−0.083 8	0.072 4
碱性磷酸酶 ALP	−0.476 1	0.133 9	−0.033 1	−0.007 5	0.025 2
乳酸脱氢酶 LDH	−0.225 3	0.120 7	0.650 8	0.073 8	0.144 7
特征根 characteristic root	3.050	1.901	1.269	1.030	0.934
累积贡献率 accumulate contribution/ %	30.50	49.51	62.18	72.48	81.82

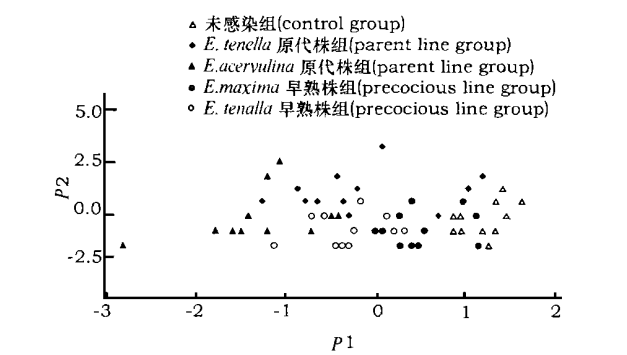


图 1 感染后 5 d 各组之间主成分分析散点图

Fig. 1 The spread dot diagram of principal component analysis among the groups on day 5 p. i.

从表 5 可见, 感染后 5 d 各组之间 *P*1 的主要决定因素是总蛋白和总胆固醇, 与 ALP 也有关; *P*2 的主要决定因素是磷, 与镁有关; *P*3、*P*4、*P*5 的主要决

表 5 列出了感染后 5 d 各组之间主成分分析入选的特征向量和特征根以及各个主成分的累积贡献率. 图 1 是以第一主成分为横坐标、以第二主成分为纵坐标所作的散点图。

定因素依次是 LDH、钙、AST. 从该阶段的散点图(图 1)来看, 5 个组共分为 4 个群体. 其中, 未感染对照组为一群, *P*1 值最高, 是血清总蛋白和总胆固醇含量最高的组. 在 4 个感染组中, *E. acervulina* 原代组 *P*1 值最低; *E. maxima* 早熟株组介于上述组之间; 而 *E. tenella* 早熟株组分布较散, 混于 *E. maxima* 早熟株组和 *E. tenella* 原代株组之中。

3 讨论

3.1 主成分分析是医学、育种学、经济学上常用的一种多元统计方法. 它通过对众多观测变量的分析, 找出较少的综合变量来代替原来的变量信息, 以更好地反映事物本质. 本文尝试将主成分分析法引入禽病病因分析, 对球虫病鸡血液成分的变化特点及原因进行了剖析. 从分析结果来看, 各组分析前 5 个主成分的累积贡献比率均达到或超过 81.82%, 最大

的为 93.60%。说明本次分析所选用的指标和变量数符合统计学要求, 所得出的综合性状有一定的意义。

3.2 从感染后 5 d 各组之间主成分分析散点图来看, 未感染对照组与各感染组以及各感染组之间在图上均有各自的分布区域, 说明以主成分分析法得出的第一主成分(P1)、第二主成分(P2)确实与该处理组是否感染球虫、感染的是哪一种虫株存在对应关系。主成分分析法在球虫病血液生化研究中的应用有一定的实际意义。

3.3 从感染后 5 d 各组之间主成分分析的散点图来看, 各组的 P1 从大到小依次为未感染组> *E. maxima* 早熟株组和 *E. tenella* 早熟株组> *E. tenella* 原代株组和 *E. acervulina* 原代株组。首先, 未感染组 P1 值最高, 说明其与各感染组之间血清生化指标存在明显区别。其次, 2 个早熟株(弱毒株)组 P1 值介于原代株(强毒株)与未感染组之间, 说明被感染鸡血清指标的变化程度与虫株的毒力有关。第三, 2 个原代株中, 死亡率较高、血便等临床症状更明显的 *E. tenella* 原代株感染组, 其 P1 值反而高于 *E. acervulina* 原代株。提示血清指标的变化可能与虫株的寄生部位有关。

3.4 从各感染组 P1 的主要决定指标来看, 2 个原代株组均有总胆固醇和总蛋白; 而 2 个早熟株组 P1 的主要决定因素均有甘油三酯。提示感染后所影响的血清指标可能与虫株的毒力有关。对此仍需作进一步研究。

参考文献:

[1] RUFF M D, FULLER H L. Some machanism of reduction of

caroteoid levels in chickens infected with *Eimeria acervulina* and *E. tenella*[J]. J Nutrition, 1975, 105: 1 447—1 456.

[2] CONWAY D P, SASAI K, GAAFAAR S M, et al. Effect of differentlevels of oocyst inoculation of *Eimeria acervulina*, *E. tenella* and *E. maxima* on plasma constituents, packed cell volume, lesion scores and performace in chickens[J]. Avian Disease, 1993, 37: 118—123.

[3] PADMAVATHI P, MURALIDHARM S P G. Studies on the alteration in the serum metabolites during *Eimeia tenella* infection in chicks[J]. Indian Veterinary J. 1986, 63: 530—536.

[4] PATRICIA C A. The effect of *Eimeria acervulina* infection on plasma lipids and lipoproteins in young broiler chicks[J]. Veterinary Parasitology, 1988, 30: 17—30.

[5] TURK D E. Macroelements in the circulation of coccidiosis infected chicks[J]. Poultry Science, 1986, 65: 465—468.

[6] KOGUT M H, POWELL K C. Preliminary findings of alterations in serum alkaline phosphatase activity in chickens during coccidial infection[J]. J Comparative Pathology, 1993, 108: 113—119.

[7] 林辉环, 翁亚彪, 伊德里萨, 等. 巨型艾美耳球虫早熟减毒株的选育[A]. 贺联印. 中国动物学会寄生虫专业学会成立 10 周年纪念论文集[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995, 15—19.

[8] 翁亚彪, 林辉环, 史美清, 等. 柔嫩艾美耳球虫早熟减毒株的选育[A]. 贺联印. 中国动物学会寄生虫专业学会成立 10 周年纪念论文集[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995, 11—14.

Application of Principal Component Analysis in Blood Biochemistry Research in Coccidia-Infected Broilers

LAN Lan, LIN Hui-huan, WENG Ya-biao

(Dept. of Veterinary Medicine, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The main pattern and causes of the alteration in blood biochemistry indices in coccidia-infected broilers were studied with principal component analysis. The result showed that infection with *Eimeria* spp. mainly affected levels of serum protein and lipids. Variability of serum indices was related to the parasitic site and pathogenicity of strains (or lines) with which the chickens were infected. The strain which had the most profound effect on the serum constituents was *E. acervulina*, *E. tenella* parent line came in next, while the effect of *E. maxima* precocious line on blood indices was least. The characteristic changes in the serum of *E. tenella* and *E. maxima* precocicus line groups was alteration in serum lipids. Infection with *E. tenella* and *E. acervulina* parent line affected lipids and proteints to the same extent.

Key words: principal component analysis; coccidiosis; broilers; blood biochemistry

【责任编辑 柴 焰】