

doi:10.11751/ISSN.1002-1280.2018.04.02

小鹅瘟冻干卵黄抗体被动免疫持续期研究

李厚伟^{1,2}, 孙林杰¹, 孙永珍^{1,2}, 曹艳杰², 徐进^{1,3*}

(1. 河南后羿生物工程股份有限公司, 郑州 451161; 2. 河南省兽用生物制品工程研究中心, 郑州 451161;

3. 内蒙古农业大学兽医学院, 呼和浩特 010018)

[收稿日期] 2017-09-16 [文献标识码] A [文章编号] 1002-1280 (2018) 04-0007-07 [中图分类号] S852.65

[摘要] 为探索小鹅瘟冻干卵黄抗体的被动免疫保护期及抗体效价与免疫持续期的平行相关性, 试验采用 3 种琼扩效价分别为 1:16、1:32 和 1:64 的实验室试制冻干卵黄抗体各 3 批, 分别接种 1 日龄、4 日龄健康易感雏鹅, 1 日龄雏鹅每只注射 0.5 mL, 4 日龄雏鹅每只注射 1.0 mL, 并于注射后 0 h、12 h、24 h、120 h、144 h、168 h、192 h、216 h 对试验组和攻毒对照组接种小鹅瘟强毒 W 株, 每只 0.2 mL (含 100 LD₅₀)。结果显示: 不同效价的卵黄抗体免疫后 144 h 内攻毒, 卵黄抗体均可对雏鹅提供 100% 的免疫保护, 雏鹅日龄越小, 相对保护率越高, 卵黄抗体琼扩效价越高, 对雏鹅的免疫保护持续期越长。

[关键词] 小鹅瘟冻干卵黄抗体; 抗体效价; 免疫持续期

The Maintenance Phase of Passive Immunity for Frozen Yolk Antibody of Gosling Plague

LI Hou-wei^{1,2}, SUN Lin-jie¹, SUN Yong-zhen^{1,2}, CAO Yan-jie², XU Jin^{1,2*}

(1. Henan Houyi Bio-Engineering, Inc., Zhengzhou 451161, China; 2. Henan Research Center of Veterinary Biologicals Engineering,

Zhengzhou 451161, China; 3. Inner Mongolia Agricultural University Veterinary College, Huhehaote 010018, China)

Corresponding author: XU Jin, E-mail: genexu@msn.com

Abstract: In order to explore the passive immunological protection period and the parallel correlation between the antibody titer and immune duration of the gosling plague antibodies, three kinds of frozen yolk antibodies of gosling plague with antibody titers of 1:16, 1:32 and 1:64 respectively, were inoculated to one-day-old and four-days-old healthy susceptible goslings with 0.5 mL and 1.0 mL, respectively. After the immunization of 0, 12, 24, 120, 144, 168, 192 and 216 hours, the experiment groups and the control groups were both infected by W strain of gosling plague virulent virus, 0.2 mL (including 100 LD₅₀). The results showed that the egg yolk antibody could provide 100% immunity protection rate for goslings that were immunized yolk antibody of different titer, when gosling were inoculated gosling plague virus within 144 h. The smaller age goslings were, the higher

基金项目: 郑州航空港区科技重大专项计划

作者简介: 李厚伟, 硕士研究生, 从事兽医生物制品相关研究。

通讯作者: 徐进。E-mail: genexu@msn.com

the relative protection rate was; the higher the titer of the yolk antibody was, the longer the duration of immunization protection was.

Key words: frozen yolk antibody of gosling plague; antibody titer; immunity duration

小鹅瘟是由鹅细小病毒引起的一种高度接触传染性疾病,该病传播速度快,发病率和死亡率可高达 90%~100%^[1],主要侵害出壳后 3~20 日龄幼鹅和番鸭,可感染樱桃谷鸭、骡鸭、麻鸭等^[2],给世界范围内的水禽养殖业带来严重的经济损失^[3]。该病的控制措施主要是使雏鹅在出壳后的 4~5 周内产生足够的免疫力^[4],目前主要依靠接种减毒活疫苗和灭活疫苗预防小鹅瘟,但是流行病学调查表明鹅细小病毒常呈潜伏感染并持续存在^[5-6]。通过高免鸡蛋提取的小鹅瘟特异性卵黄抗体可以有效的预防和控制该病发生^[7]。同时,由于小鹅瘟卵黄抗体具有不激活补体,不结合类风湿因子,可避免补体系统的干扰及检测假阳性的出现^[8-9],操作简便,对产蛋率无影响等优点,所以小鹅瘟卵黄抗体用于紧急预防接种具有较大的实践意义^[10-11]。小鹅瘟冻干卵黄抗体的免疫保护期是决定小鹅瘟免疫程序的关键因素,为此试验选取不同抗体效价的小鹅瘟冻干卵黄抗体接种不同日龄的雏鹅,在接种后不同时间进行了攻毒保护相关性的研究,以确定不同效价的小鹅瘟冻干卵黄抗体在雏鹅体内的最佳免疫保护期。

1 材 料

1.1 小鹅瘟冻干卵黄抗体 河南省兽用生物制品工程研究中心制备,试验组 A:3 批琼扩效价为 1:16 的卵黄抗体(批号为 201701、201702、201703);试验组 B:3 批琼扩效价为 1:32 的卵黄抗体(批号为 201704、201705、201706);试验组 C:3 批琼扩效价为 1:64 的卵黄抗体(批号为 201707、201708、201709);规格均为 50 羽份/瓶,2~8℃ 保存,有效期为 36 个月。

1.2 检验用强毒 小鹅瘟病毒 W 株 E2 代冻干毒,批号:150701001,病毒含量:每 1.0 mL 病毒液含

$10^{4.17}$ LD₅₀,规格:1.0 mL/支,由河南后羿生物工程股份有限公司鉴定、保管和供应。

1.3 雏鹅 1 日龄、4 日龄健康易感雏鹅购自商丘柘城县金忠养殖农民专业合作社,试验前对同批雏鹅经琼脂扩散试验抽样检查血清均呈阴性。

1.4 小鹅瘟琼脂扩散试验抗原 批号:2016001,由河南省兽用生物制品工程研究中心制备、鉴定、保存及供应。

2 方 法

2.1 1 日龄雏鹅被动免疫保护期试验 每批抗体颈部皮下注射 1 日龄健康易感雏鹅 80 只,0.5 mL/只,同时设同批 1 日龄健康易感雏鹅 80 只,每只颈部皮下注射生理盐水 0.5 mL 作为攻毒对照;取同批 1 日龄健康易感雏鹅 10 只,不注射任何药品作健康对照。分别于注射抗体后 0、12、24、120、144、168、192、216 h,从每批抗体注射鹅中随机抽取 10 只,连同攻毒对照组 10 只健康易感雏鹅分别注射小鹅瘟强毒 W 株,每只 0.2 mL(含 100 LD₅₀),隔离饲养,连续观察 10 日,记录雏鹅死亡情况,并依据下式计算相对保护率。相对保护率=[1-(试验组死亡率/攻毒对照组死亡率)]×100%。

2.2 4 日龄雏鹅被动免疫保护期试验 每批抗体颈部皮下注射 4 日龄健康易感雏鹅 80 只,1.0 mL/只,同时设同批 4 日龄健康易感雏鹅 80 只,每只颈部皮下注射生理盐水 1.0 mL 作为攻毒对照;取同批 4 日龄健康易感雏鹅 10 只,不注射任何药品作为健康对照。分别于注射抗体后 0、12、24、120、144、168、192、216 h,从每批抗体注射鹅中随机抽取 10 只,连同攻毒对照组 10 只健康易感雏鹅分别注射小鹅瘟强毒 W 株,每只 0.2 mL(含 100 LD₅₀),隔离饲养,连续观察 10 日,记录雏鹅死亡情况,并依据下式计算相对保护率。相对保护率=[1-(试验组死

亡率/攻毒对照组死亡率)]×100%。

3 结果与分析

3.1 1 日龄雏鹅被动免疫保护期试验结果 1 日龄健康易感雏鹅注射不同效价的卵黄抗体后,在 8 个不同的时间点注射小鹅瘟强毒 W 株,攻毒后观察 10 日,计算相对保护率,结果见表 1。

表 1 1 日龄雏鹅被动免疫保护期试验结果

Tab 1 Result of the passive immunological protection period in one-day-old goslings

攻毒时间	试验项目	A 组			B 组			C 组			攻毒对照	健康对照
		201701	201702	201703	201704	201705	201706	201707	201708	201709		
0 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
12 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
24 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
120 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	1/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
144 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
168 h	存活比例	10/10	10/10	9/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
192 h	存活比例	8/10	8/10	7/10	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	80%	80%	70%	90%	100%	90%	100%	100%	100%	/	/
216 h	存活比例	7/10	7/10	6/10	7/10	9/10	7/10	9/10	9/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	70%	70%	60%	70%	90%	70%	90%	90%	100%	/	/

如图 1 所示,不同效价的卵黄抗体免疫后,在 0 h 立即攻毒,抗体即可对 1 日龄雏鹅产生较好的保护作用,且保护率为 100%,持续至 144 h 相对保护率仍为 100%;但是抗体注射 168 h 后再攻毒,琼扩效价为 1 : 16 的试验组出现雏鹅死亡情况,且 192 h 和 216 h 攻毒,不同琼扩效价的试验组均有雏鹅死亡情况。由此可见,琼扩效价为 1 : 16,对 1 日龄雏鹅的确实保护期至少为 6 日,且抗体效价越高,保护效果越好,攻毒保护率与卵黄抗体效价呈正相关。

3.2 4 日龄雏鹅被动免疫保护期试验结果 4 日龄健康易感雏鹅注射不同琼扩效价的卵黄抗体后,

在 8 个不同的时间点注射小鹅瘟强毒 W 株,攻毒后观察 10 日,计算相对保护率,具体结果见表 2。

如图 2 所示,在免疫不同琼扩效价的卵黄抗体后,在不同时间点进行攻毒保护试验,在 0 h 抗体对 4 日龄雏鹅即可产生 100%的保护作用,这种保护效果可持续至 144 h,但是卵黄抗体作为异源蛋白在雏鹅体内随着时间延长而逐渐消失,从注射抗体 168 h 开始的攻毒保护试验中,琼扩效价为1 : 16 试验组出现雏鹅死亡情况,至 216 h 各试验组雏鹅均出现不同程度的死亡情况。由此可见,琼扩效价为 1 : 16 时,对 4 日龄雏鹅免疫保护期至少6 日,且攻毒保护率与卵黄抗体效价具有正相关性。

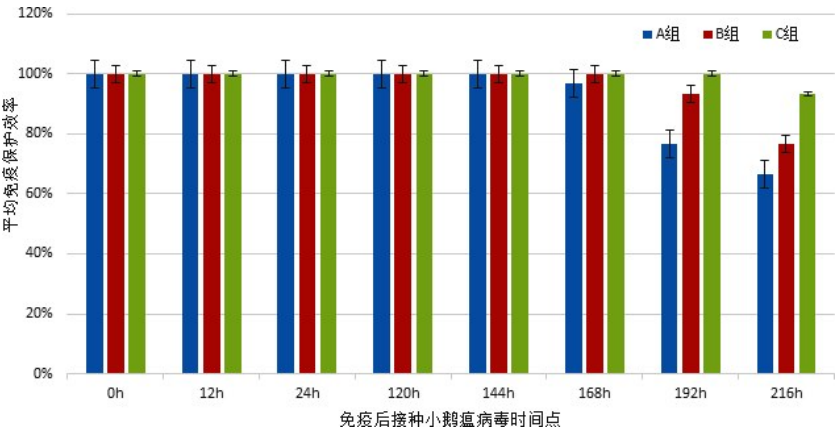


图 1 1 日龄雏鹅各组的平均免疫保护效率与免疫后接种小鹅瘟病毒时间点的相关性

Fig 1 The correlation between the average immunization efficiency and the time points of after inoculation with the gosling virus in every group of one-day-old goslings

表 2 4 日龄雏鹅被动免疫保护期试验结果

Tab 2 Result of the passive immunological protection period in four-day-old goslings

攻毒时间	试验项目	A 组			B 组			C 组			攻毒对照	健康对照
		201701	201702	201703	201704	201705	201706	201707	201708	201709		
0 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
12 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
24 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
120 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	1/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
144 h	存活比例	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
168 h	存活比例	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	90%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	/	/
192 h	存活比例	8/10	8/10	7/10	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	80%	80%	70%	90%	100%	90%	100%	100%	100%	/	/
216 h	存活比例	7/10	6/10	5/10	6/10	8/10	7/10	9/10	8/10	10/10	0/10	10/10
	相对保护率	66.67%	55.56%	44.44%	55.56%	77.78%	66.67%	88.89%	77.78%	100%	/	/

3.3 不同日龄雏鹅被动免疫持续时间结果统计

1 日龄、4 日龄健康易感雏鹅注射 3 种不同琼扩效价的小鹅瘟冻干卵黄抗体后,分 8 个时间点攻击小鹅瘟强毒株,攻毒后观察 10 日,由表 1、表 2 可知,

小鹅瘟冻干卵黄抗体对雏鹅产生 100%保护的保护期至少可持续 144 h,对不同日龄的雏鹅自 144 h 后的被动免疫的持续时间进行统计,结果见表 3。

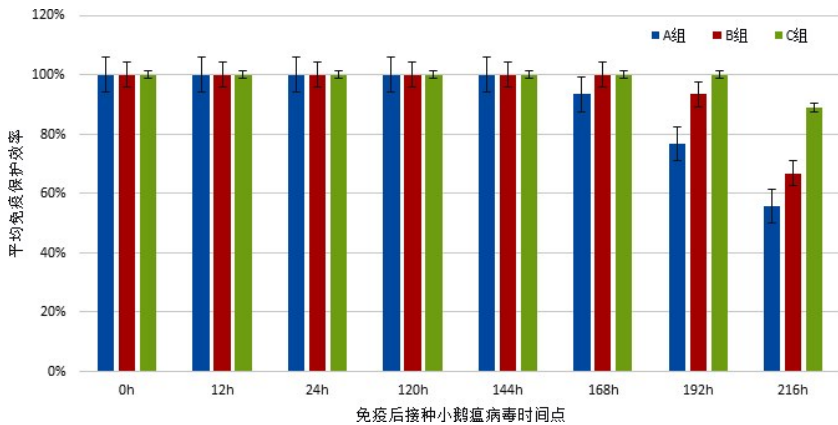


图 2 4 日龄雏鹅各组的平均免疫保护效率与免疫后接种小鹅瘟病毒时间点的相关性

Fig 2 The correlation between the average immunization efficiency and the time points of after inoculation with the gosling virus in every group of four-day-old goslings

表 3 1 日龄与 4 日龄雏鹅被动免疫持续时间结果统计

攻毒时间		组别	雏鹅数/只	1 日龄			4 日龄		
				死亡数/只	存活数/只	相对保护率	死亡数/只	存活数/只	相对保护率
144 h	试验组 A	30	0	30	100%	0	30	100%	
	试验组 B	30	0	30	100%	0	30	100%	
	试验组 C	30	0	30	100%	0	30	100%	
	攻毒对照组	10	10	0	100%死亡	9	1	90%死亡	
168 h	试验组 A	30	1	29	96.67%	2	28	93.33%	
	试验组 B	30	0	30	100%	0	30	100%	
	试验组 C	30	0	30	100%	0	30	100%	
	攻毒对照组	10	10	0	100%死亡	10	0	100%死亡	
192 h	试验组 A	30	7	23	76.67%	7	23	76.67%	
	试验组 B	30	2	28	93.33%	2	28	93.33%	
	试验组 C	30	0	30	100%	0	30	100%	
	攻毒对照组	10	10	0	100%死亡	10	0	100%死亡	
216 h	试验组 A	30	10	20	66.67%	12	18	55.56%	
	试验组 B	30	7	23	76.67%	9	21	66.67%	
	试验组 C	30	2	28	93.33%	3	27	88.89%	
	攻毒对照组	10	10	0	100%死亡	10	0	90%死亡	
/	健康对照组	10	0	10	100%健活	0	10	100%健活	

可以看出,攻毒对照组雏鹅死亡 90% 以上,健康对照组雏鹅 100% 健活,试验组 A 在注射抗体 168 h 后进行攻毒,对雏鹅的保护率在 93.33% ~ 96.67% 之间,仍可提供高效保护,但在 192 h ~ 216 h

之间,相对保护率为 55.56% ~ 76.67%,保护率显著下降;试验组 B 在 168 h 对 1 日龄及 4 日龄雏鹅的攻毒保护率仍为 100%,至 192 h 下降为 93.3%,但至 216 h 对 4 日龄雏鹅的攻毒保护率仅为 66.67%,

已不能确实保护健康易感雏鹅;试验组 C 至 192 h 对 1 日龄及 4 日龄雏鹅的攻毒保护率仍为 100%, 至 216 h 对雏鹅的攻毒保护率仍在 88.89% ~ 93.33% 之间,仍可有效抵抗小鹅瘟病毒的侵害。

4 讨论

小鹅瘟是雏鹅的一种高发致命病,其主要特征为肠栓塞^[12],7 日龄以内的雏鹅最易感染,日龄越小的雏鹅发病率越高,且发病程度也越严重^[13]。Zherong You 等^[14]利用重组的 BHe 免疫产蛋鸡生产出抗 BoNT/B 的卵黄抗体,可以中和神经毒素的生物学活性,减少肉毒中毒的风险,研究人员已经成功将卵黄抗体应用于预防和治疗各种微生物和生物毒素的感染^[15]。臧玉婷等^[16]利用琼扩效价为 1:16 的小鹅瘟卵黄抗体进行的攻毒保护试验表明,3 日龄雏鹅注射抗体后 1 日攻毒保护率为 100%。试验利用三种不同效价的卵黄抗体分别免疫不同日龄的雏鹅,在免疫后不同时间进行攻毒保护试验,结果表明,小鹅瘟病毒与卵黄抗体同时注射,二者可在体内发生中和作用,由于此时小鹅瘟病毒尚未对组织器官造成实质性的侵害,卵黄抗体可对雏鹅起到保护作用,攻毒保护率可达 100%,与臧玉婷等^[16]的研究结果一致。

郭素茵^[17]研究卵黄抗体对不同日龄雏鹅感染小鹅瘟的治疗结果表明,卵黄抗体对小鹅瘟的治疗效果与日龄呈负相关,在一定范围内,日龄越大,治愈的几率越低。闫妍^[18]采用 1.0 mL 小鹅瘟精制卵黄抗体治疗不同日龄轻度患病雏鹅,结果表明,1 日龄治愈率为 97.44%,4 日龄治愈率为 94.87%,7 日龄治愈率为 90.48%。利用不同效价的卵黄抗体分别对 1 日龄和 4 日龄雏鹅进行攻毒保护试验,发现不同效价的卵黄抗体在不同的时间对 1 日龄雏鹅相对保护率均高于对 4 日龄雏鹅的相对保护率,其中琼扩效价为 1:16 的卵黄抗体在 216 h 对 1 日龄雏鹅的相对保护率为 66.67%,高于对 4 日龄雏鹅的相对保护率 55.56%,琼扩效价为 1:32 的卵黄抗体在 216 h 对 1 日龄雏鹅的相对保护率为 76.67% 高于对 4 日龄雏鹅的相对保护率 66.67%,琼扩效价为 1:64 的卵黄抗体在 216 h 对 1 日龄雏

鹅的相对保护率为 93.33% 高于对 4 日龄雏鹅的相对保护率 88.89%。试验表明,利用卵黄抗体预防和治疗小鹅瘟,日龄越小,越早使用,效果越好。

兰信海等^[19]制备不同琼扩抗体效价的小鹅瘟卵黄抗体进行攻毒保护试验,发现琼扩抗体效价越高,保护效果越好。臧玉婷等^[20]研究小鹅瘟卵黄抗体效价与攻毒保护相关性试验结果表明,雏鹅注射相同剂量不同琼扩效价的卵黄抗体,随着卵黄抗体琼扩效价的升高,对雏鹅的保护率也随之升高,抗体效价的高低与攻毒保护呈正相关。试验中,琼扩效价为 1:16 的卵黄抗体在 144 h 的相对保护率为 100%,琼扩效价为 1:32 的卵黄抗体免疫保护期可持续至 168 h,而琼扩效价为 1:64 的卵黄抗体免疫保护持续期可达 192 h,进一步验证了卵黄抗体效价越高,对雏鹅的免疫保护持续期越长。但是卵黄抗体属于异源蛋白,在雏鹅体内有一定的消长规律,而提高琼扩抗体效价涉及到企业成本及生产工艺的改进,寻求二者的最佳平衡点,需要进一步的研究。

参考文献:

- [1] Saif Y M, Barnes H J, Glisson J R, *et al.* 禽病学[M]. 北京:中国农业出版社,2005:403-409.
Saif Y M, Barnes H J, Glisson J R *et al.* Diseases of poultry [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005: 403-409.
- [2] Xiao S F, Chen S L, Cheng X X, *et al.* The newly emerging duck-origin goose parvovirus in China exhibits a wide range of pathogenicity to main domesticated waterfowl [J]. Veterinary Microbiology, 2017, 203: 252-256.
- [3] Liu Y Y, Yang W T, Shi S H, *et al.* Immunogenicity of recombinant *Lactobacillus plantarum* NC8 expressing goose parvovirus VP2 gene in BALB/c mice[J]. Journal of Veterinary Science, 2017, 18(2): 159-167.
- [4] 费恩阁,李德昌,丁 壮,等. 动物疫病学[M]. 北京:中国农业出版社,2004:586.
Fei S G, Li D C, Ding Z, *et al.* Journal of animal epidemics [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004: 586.
- [5] Tarasiuk K, Won Niakowski G, Holecgasior L. Expression of goose parvovirus whole VP3 protein and its epitopes in *Escherichia coli* cells [J]. Polish Journal of Veterinary Sciences, 2015,

- 18(4):879.
- [6] Yang J L, Yang R, Cheng A C, *et al.* A simple and rapid method for detection of goose parvovirus in the field by loop-mediated isothermal amplification[J]. *Virology Journal*, 2010, 7(1):14.
- [7] 李志杰,李 舫,王莉莉,等. 雏鹅小鹅瘟病毒与 H9N2 禽流感病毒混合感染的诊治[J]. *畜牧与兽医*, 2017, 49(3):123-124.
- Li Z J, Li F, Wang L L, *et al.* The diagnosis and treatment of the mixed infection of GPV and H9N2 AIV[J]. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2017, 49(3): 123-124.
- [8] Spillner E, Braren I, Greunke K, *et al.* Avian IgY antibodies and their recombinant equivalents in research, diagnostics and therapy [J]. *Biologicals*, 2012, 40: 313-322.
- [9] Silva W D D, Tambourgi D V. IgY: a promising antibody for use in immunodiagnostic and in immunotherapy[J]. *Veterinary Immunology & Immunopathology*, 2010, 135(3-4):173.
- [10] 王永坤. 如何预防小鹅瘟[J]. *中国禽业导刊*, 2004, 21(5): 31-32.
- Wang Y K. How to prevent gosling disease[J]. *Guide to Chinese Poultry*, 2004, 21(5): 31-32.
- [11] 黄宇翔,王君伟,李洪彬,等.小鹅瘟生物制剂的研究概况及展望[J]. *黑龙江畜牧兽医(科技版)*, 2009, 3:27-28.
- Huang Y X, Wang J W, Li H B, *et al.* Overview and prospect of the research on the biologicals of gosling plague[J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2009, 3: 27-28.
- [12] Fan J H, Zuo Y Z, Yang Z, *et al.* The development of an indirect ELISA for the detection of antibodies to goose parvovirus in blood serum[J]. *Letters in Applied Microbiology*, 2013, 57(1):26-32.
- [13] 杜翔宇,李温明,胡振林,等.我国鹅细小病毒研究进展[J]. *中国兽医杂志*, 2016, 52(6):63-65.
- Du X Y, Li W M, Hu Z L, *et al.* Progress in the study of GPV in China[J]. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2016, 52(6): 63-65.
- [14] You Z, Yang H, Xin W, *et al.* Preparation of egg yolk antibodies against BoNT/B and their passive protection in mouse models[J]. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 2014, 10(8):2321.
- [15] Xu Y, Li X, Jin L, Zhen Y, *et al.* Application of chicken egg yolk immunoglobulins in the control of terrestrial and aquatic animal diseases [J]. *Biotechnol Adv*, 2011, 29: 860-868.
- [16] 臧玉婷,王 彬,宋 杨,等.小鹅瘟病毒卵黄抗体被动免疫期研究[J]. *中国动物保健*, 2017, 19(1):65-66.
- Zang Y T, Wang B, Song Y, *et al.* Study on passive-immunoassay of the yolk antibody of GPV [J]. *China Animal Health*, 2017, 19(1): 65-66.
- [17] 郭素茵. 卵黄抗体对不同日龄雏鹅小鹅瘟的治疗试验报告[J]. *当代畜牧*, 2016, 7:51-53.
- Guo S Y. The report of the yolk antibody for the treatment of the goose with different age [J]. *Contemporary Animal Husbandry*, 2016, 7: 51-53.
- [18] 闫 妍.卵黄抗体对不同日龄雏鹅小鹅瘟的治疗试验[J]. *广东畜牧兽医科技*, 2015, 40(4):25-26.
- Yan Y. The treatment of the yolk antibody for the goose with different age [J]. *Guangdong Journal of Animal and Veterinary Science*, 2015, 40(4): 25-26.
- [19] 兰信海,冯永胜. 鸡抗小鹅瘟精致高免蛋黄抗体的研制[J]. *山东畜牧兽医*, 2011, 32(4):15-16.
- Lan X H, Feng Y S. The development of yolk antibody for gosling plague [J]. *Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2015, 40(4): 25-26.
- [20] 臧玉婷,张 杨,王 彬,等.小鹅瘟卵黄抗体效价与攻毒保相关性试验[J]. *广东畜牧兽医科技*, 2015, 40(3):39-40.
- Zang Y T, Zhang Y, Wang B, *et al.* The correlation test between the valence of antibody and the antivirus protection [J]. *Guangdong Journal of Animal and Veterinary Science*, 2015, 40(3): 39-40.

(编辑:李文平)