

## 第 68 章 猪病的传播和预防

Sandra F. Amass 和 Angela Baysinger

刘金华 译 吴清民 校

动物感染病原后是否出现临床症状受多方面因素的影响。影响宿主易感性的因素包括年龄、免疫活性能力、疫苗接种状况、遗传素质、并发症、应激、环境、管理和营养。例如：1 日龄仔猪 3 小时可清除肺部接种细菌的 50%，而 26 日龄仔猪在相同时间内可清除 95%（Curits 等，1976）。另外，与中等温度相比，6℃的环境温度抑制 1 日龄仔猪对肺部细菌的清除，但低温对 26 日龄仔猪的肺部细菌清除影响不大（Curits 等，1976）。病原体相关特性包括致病性、传染性、感染性、在宿主体内外的生存能力和宿主接触病原的频率。此外，影响感染危险的因素有病原来源（感染的动物、环境、动物传染病）和传播途径（直接接触、气溶胶、节肢动物介导、摄食、交配）（Thrusfield, 1995）。

### 传染源

猪感染病原体既包括与感染动物或其他生物载体的直接接触，又包括与动物产品、污染物或受污染环境的间接接触。在设计方案以减少传染源时，感染动物排毒的持续时间以及病原体在宿主体外生存的相关信息是十分重要的。感染动物排毒的持续时间因宿主和病原的影响会有所变化，但是可依据科学报道来估算这个时间周期。病原体在动物体外的存活同样受多方面因素影响。关于病原体生存的科学数据是在实验室条件下获得的，并不能反映自然条件下的情况。但是，根据这些实验数据可估算病原体的存活时间。在空气、水、粪便和污染物中猪病原体的存活时间见表 68.1 至 68.4。

**表 68.1** 空气中猪病原体的存活时间

病原体	温度（℃）	湿度 （%）	存活时间	来源
胸膜肺炎嗜血菌	27-32	60-80	可检出	Torremorell 等，1997
非洲猪瘟病毒	18-23	20-80	至少 1 秒	Donaldson 和 Ferris， 1976
	18-23	20-30	至少 5 分钟	
	18-23	>30	<5 分钟	
支气管败血性波氏菌	未报道	未报道	可检出	Stehmann 等，1991

产气荚膜梭菌	未报道	未报道	可检出	Sidorenko, 1967
大肠杆菌	15.5-27.2	55-59	至少 1 天	Marshall 等, 1988
	15	<50	半衰期 14 分钟	Wathes 等, 1986
	15	50-87	半衰期 83 分钟	
	30	<50	半衰期 3 分钟	
	30	50-87	半衰期 14 分钟	
口蹄疫病毒	8.5-18.5	72-100	在有感染猪的箱子中可达 5 天	Sellers 和 Parker, 1969
多杀性巴氏杆菌	22.6	25-80	至少 45 分钟	Thomson 等, 1992
猪呼吸道冠状病毒	20	47	在有感染猪的房间中可达 6 天	Bourgueil 等, 1992
伪狂犬病毒	4	55	半衰期 43.6 分钟	Schoenbaum 等, 1990
	4	85	半衰期 27.3 分钟	
	22	25	半衰期 18.8 分钟	
	22	55	半衰期 36.1 分钟	
	22	85	半衰期 17.4 分钟	
沙门氏菌	25	88	可检出	Seo 等, 2001
	24	75	至少 2 小时	McDermid 和 Lever, 1996
猪链球菌	18-24	20-50	至少 5 分钟	Madsen 等, 2001
猪流感病毒	21.2	15	15 小时	Mitchell 和 Guerin, 1972
猪水泡病毒	未报道	未报道	在有感染猪的箱子中可达 3 天	Sellers 和 Herniman, 1974

表 68.2 水中猪病原体的存活时间

病原体	温度 (°C)	存活时间	来源
支气管败血性波氏菌	37	3 周	Porter 等, 1991
赤痢螺旋体	未报道	可检出	Songer 等, 1978
产气荚膜梭菌	未报道	可检出	Sidorenko, 1967
大肠杆菌	15.5-27.2	3-10 小时	Marshall 等, 1988
	未报道	可检出	Marshall 等, 1990
钩端螺旋体	3.19-25.4	可检出	Henry 和 Johnson, 1978
猪肺炎支原体	2-7	至少 31 天	Goodwin, 1985
鸟型分枝杆菌	未报道	可检出	Ichiyama 等, 1988
多杀性巴氏杆菌	4	14 天	Thomson 等, 1992
	37	24 小时	
	-1.5-13.3	少于 1 天	Backstrand 和 Botzler, 1986
猪繁殖与呼吸综合征病毒	25-27	9-11 天	Pirtle 和 Beran 1996
伪狂犬病毒	25	2-7 天	Pirtle 和 Beran, 1991
沙门氏菌	未报道	可检出	Letellier 等, 1999
	未报道	可检出	Barber 等, 2002
猪链球菌	50	60 分钟	Clifton-Hadley 和 Enright,

	60	10 分钟	1984
--	----	-------	------

**表 68.3** 粪便中猪病原体的存活时间

病原体	温度(℃)	存活时间	来源
非洲猪瘟病毒	未报道	60-160 天	Strauch, 1991
猪蛔虫卵	未报道	可达 5 年	Strauch, 1991
	10-17	<16 周	Gaasenbeek 和 Borgsteede, 1998
猪痢疾短螺旋体	10	112 天	Boye 等, 2001
	0-10	48 天	Chia 和 Taylor, 1978
	20-22	12 天	
	25	7 天	
多毛结肠短螺旋体	10	210 天	Boye 等, 2001
猪瘟病毒	5	>6 周	Haas 等, 1995
	20	2 周	
猪红斑丹毒丝菌	未报道	未报道: 该病确诊 不到 5 年	Wood 和 Packer, 1972
大肠杆菌	6-9	4.8 周	Munch 等, 1987
	18-20	0.9 周	
口蹄疫病毒	5	>14 周	Haas 等, 1995
	20	2 周	
后圆线虫虫卵	12	至少 68 天	Marti 等, 1980
	22	至少 47 天	
后圆线虫幼虫	12	36 天	Marti 等, 1980
	22	至少 47	
结节线虫虫卵	12	4 天	Marti 等, 1980
	22	7 天	
结节线虫幼虫	12	至少 68 天	Marti 等, 1980
	22	11 天	
多杀性巴氏杆菌	4	3 天	Thomson 等, 1992
	37	6 天	
猪细小病毒	5 和 20	>40 周	Haas 等, 1995
	20	至少 14 周	Mengeling 和 Paul, 1986
猪繁殖与呼吸综合征	4	2 周	Ajariyakhajorn 等, 1997
	25	1 天	
伪狂犬病毒	5	15 周	Bøtner, 1991
	20	2 周	
	25	<1-2 周	Pirtle 和 Beran, 1987
轮状病毒	20-25	4 个月	Fu 等, 1989
沙门氏菌	6-9	1.6-5.9 周	Munch 等, 1987
	18-20	0.6-2 周	
猪链球菌	20	72 小时	Dee 和 Corey, 1993
	0	104 天	Clifton-Hadley 和 Enright, 1984
	9	10 天	
	22-25	8 天	

兰氏类圆线虫虫卵	12	7 天	Marti 等, 1980
	22	7 天	
兰氏类圆线虫幼虫	12	21 天	Marti 等, 1980
	22	13 天	
猪流感病毒	5	9 周	Haas 等, 1995
	20	2 周	
传染性胃肠炎病毒	5	>8 周	Haas 等, 1995
	20	2 周	

**表 68.4 污染物中猪病原体的存活时间**

病原体	污染物	温度(℃)	存活时间	来源
猪瘟病毒	砖块	未报道	7 天	Slavin, 1938
巨细胞病毒 (人)	自然污染物	未报道	数小时	Pirtle 和 Beran, 1991
大肠杆菌	粉刷过的墙壁, 玻璃, 木材, 纸巾, 金属, 绝缘体, 饲料袋	15.5-27.2	≤10 天	Marshall 等, 1988
口蹄疫病毒	干草	22	20 周	Pirtle 和 Beran, 1991
	库房 (砖块, 粘土, 木材)	冬季	11 周	Cottral, 1969
	库房 (砖块, 粘土, 木材)	夏季	2 周	
	棉衣, 皮鞋, 橡皮靴	未报道	14 周	
A 型流感病毒	钢材, 塑料	27.8-28.3	48 小时	Bean 等, 1982
	衣服, 纸张	27.8-28.3	8-12 小时	Bean 等, 1982
鸟型分枝杆菌	被褥	22-45	可检出	Nel, 1981
猪肺炎支原体	纸张, 衣服	15-26	<96 小时	Goodwin, 1985
猪细小病毒	不清洁的房间	未报道	14 周	Mengeling 和 Paul, 1986
猪繁殖与呼吸综合征病毒	苜蓿, 木材锯末, 稻草, 塑料	25-27	<24 小时	Pirtle 和 Beran, 1996
	橡皮靴, 不锈钢	-2	2-12 小时	Dee 等, 2002
	塑料, 金属, 厚纸板, 塑料泡沫, 水泥, 橡胶	10 和 20	<1-8 小时	Dee 等, 2003
	塑料, 金属, 厚纸板, 塑料泡沫, 水泥, 橡胶			
	钢材, 塑料, 橡胶, 稻草, 水泥, 木材, 棉布, 锯屑	25	2-18 天	Schoenbaum 等, 1991
沙门氏菌	靴子	未报道	可检出	Pirtle 和 Beran, 1991
	圈舍地板	未报道	可检出	Barber 等, 2002
猪链球菌	塑料地板, 水泥, 油漆板	20	<20 小时	Dee 和 Corey, 1993
猪水泡病毒	细胞减少并且消毒后才可存活	未报道	11 周	Pirtle 和 Beran, 1991
传染性胃肠炎病毒	地面上干而腐败的胃肠道	19.2-21.1 -28	3 天 至少 3.5	Bay 等, 1952

<sup>1</sup> 盐化葡萄糖或者盐化潮解的污染物

表 68.1 至 68.4 中的数据反映了活病原体的分离情况，未包括其它方法（如 PCR）的结果，因为这些方法无法检测病原体的活力和传染性。比如，对于猪肺炎支原体，用巢氏 PCR 技术可以在急性感染猪舍的空气样本中检测到。然而，由于不能判定病原体的存活力，其存活时间和传播距离无从知晓。（Stärk 等，1998）。

**精液**

很多猪病原体可以从精液中分离到（表 68.5）。精液可通过感染公猪而自然污染，或在采集后加工、贮存、运输过程中而自然污染（Foley 等，1971；Thacker，1984）。人造阴道收集的精液每毫升含 100-1,000,000cfu，而用手（戴手套）收集的精液每毫升只含 0-3,800cfu（Waltz 等，1968）。木糖氧化产碱菌、洋葱假单胞菌、阴沟肠杆菌、大肠杆菌、粘质沙雷菌和嗜麦芽黄单胞菌，不论动物源的还是非动物源的都能从精液中分离到。这些细菌虽然不是猪病原体，但它们可以杀死精子（Althouse 等，2000）。绿脓杆菌、变形菌、微球菌、链球菌、肠球菌、念珠菌、波氏菌、产气杆菌、棒状杆菌和葡萄球菌也已经从公猪精液中分离到（Koppang 和 Filseth 1958；Waltz 等，1968）。葡萄球菌、链球菌、产碱杆菌、假单胞菌和棒状杆菌从非公猪生殖道的精液中分离到，因此可能是在收集过程中污染的（Foley 等，1971）。精液本身有细胞毒性和抗病毒活性（Richmond，1978）。而精液的流散会降低这种天然防御功能。

临床上，正常公猪精液中也可能含有病原体。猪瘟病毒（CSFV）、口蹄疫病毒（FMDV）和猪水疱病毒就可从临床上表现正常的公猪精液中分离到（McVicar 等 1978；de Smit 等，1999）。伪狂犬病毒也可从临床上表现正常的、已接种疫苗的公猪精液中分离到（Medveczky 和 Szabó，1981）。从临床上表现正常但自然感染布氏杆菌病的猪身上取 5mm 菌环量的精液，就可以长出 800-1000 个猪布氏杆菌菌落（Hutchings 和 Andrews 1946）。公猪精液中繁殖与呼吸系统综合征病毒（PRRSV）的量是可变的，与公猪的病毒血期和血液状态无关（Christopher-Hennings 等，1995a）。

**表 68.5 感染公猪群精液中猪病原体的检测**

病原体	公猪感染类型	检测时间（使用方法）	来源
腺病毒	实验接种	接种后 65 天（病毒分离）	Mccadaragh 和 Anderson, 1975
布氏杆菌	自然感染	可检出（细菌学分离）	Lord 等, 1997; Hutchings 和 Andrews, 1946
猪瘟病毒	实验接种 实验接种	接种后 7 天和 11 天（病毒分离） 接种后 7-63 天（RT-PCR）；接种后 11, 18, 21 和 53 天（病毒分离）	De Smit 等, 1999; Floegel 等, 2000 Chli 和 Chae, 2003
口蹄疫病毒	与栏中同伴（实验接种）接触	接触后 9 天（病毒分离）	McVicar 等, 1978
猪圆环病毒	自然感染 自然感染 实验接种	可检出（多重巢氏 PCR） 可检出（巢氏 PCR） 接种后 5 到 47 天之间间歇性检测（巢氏 PCR）	Kim 等, 2001 Hamel 等, 2000 Larochelle 等, 2000
猪肠道病毒	实验接种 自然感染	接种后 45 天（病毒分离） 可检出（病毒分离）	Mccadaragh 和 Anderson, 1975 Phillips 等, 1972
猪细小病毒	自然感染 自然感染	可检出（病毒分离） 可检出（多元半套式 PCR）	Mccadaragh 和 Anderson, 1975 Kim 等, 2003
猪繁殖与呼吸综合征病毒	实验接种	接种后 2-57 天（巢氏 PCR） 接种后 12-21 天（巢氏 RT-PCR） 直到接种后 47 天（巢氏 RT-PCR） 直到接种后 92 天（巢氏 RT-PCR） 接种后 7 天和 8 天（猪的生物测试—血清转化试验） 接种后 43 天（猪的生物测试—血清转化试验） 直到接种后 43 天（猪的生物测试—血清转化试验） 接种后 7 天（病毒分离） 接种后 11 天（病毒分离）	Shin 等, 1997 Christopher-Hennings 等, 1998 Christopher-Hennings 等, 1995b Christopher-Hennings 等, 1995a Swenson 等, 1994a Christopher-Hennings 等, 1995b Swenson 等, 1994b Prieto 等, 1994; Shin 等, 1997 Christopher-Hennings 等, 1995b
伪狂犬病毒	自然感染	可检出（病毒分离）	Medverczky 和 Szabó, 1981
呼肠病毒	实验接种	接种后 65 天（病毒分离）	Mccadaragh 和 Anderson, 1975
猪水泡病毒	与栏中同伴（实验接种）接触	直到接种后 4 天（病毒分离）	McVicar 等, 1978

DPI：接种后天数。

PCR：聚合酶链式反应；RT-PCR：反转录-聚合酶链式反应。

粉尘

猪链球菌（Clifton-Hadley 和 Enright, 1984）、轮状病毒（Fu 等, 1989）、鸟型分枝杆菌（Nel, 1981; Ichiyama 等, 1988）、产气荚膜梭菌（Sidorenko, 1967）、沙门氏菌（Eld 等, 1991; Letellier 等, 1999）和伪狂犬病毒（Vannier 等, 1989）都已从粉尘中分离到。只有猪链球菌在粉尘中的存活时间有报道：0℃下 30-54 天，9℃下 1-25 天，22-25℃下少于 24 小时（Ckifton-Hadley 和 Enright, 1984）。

土壤

户外饲养的猪群可接触病原污染的土壤。实验室研究发现:粪尿中的大肠杆菌和鼠伤寒沙门氏菌在泥沙、花园土壤中一般可渗透 160cm。病原体在土壤中渗透的深度很少能超过 160cm，只有在模拟降雨的条件下才可达到这个深度，且病原体在此深度存活时间少于 2 周。不管土壤类型如何，随着土壤深度的增加，病原体存活时间降低（Tamasi, 1981）。土壤中病原体的存活时间见表 68.6。

表 68.6 土壤中猪病原体的存活时间

病原体	土壤类型	温度（℃）	存活时间	来源
猪痢疾短螺旋体	沙粘土	10	10 天	Boye 等, 2001
多毛结肠短螺旋体	沙粘土	10	119 天	Boye 等, 2001
产气荚膜梭菌	未报道	未报道	可检出	Hang'ombe 等, 2000
猪红斑丹毒丝菌	沙, 泥浆, 粘土	3	35 天	Wood, 1973
		12	18 天	
		20	10 天	
		30	2 天	
		12	11-16 天	
大肠杆菌	沙	8	90-131 天	Tamási, 1981
	田园土	8	37-108 天	
	沙	20	31-102 天	
	田园土	20	8-54 天	
钩端螺旋体	潮湿的腐殖质	未报道	可检出	Karaseva 等, 1977
	湖岸泥土	0.5-18.5	可检出	Henry 和 Johnson, 1978
鸟型分枝杆菌	土壤和沟渠泥巴	未报道	可检出	Ichiyama 等, 1988
	未报道	未报道	可检出	Nel, 1981
多杀性巴氏杆菌	沉积的粘壤土	-1.5-13.3	<20 天	Backstrand 和 Botzler, 1986
沙门氏菌	沙	8	16-131 天	Tamási, 1981
	沙	20	74-131 天	
	田园土	8 和 20	76-96 天	
	农田土	未报道	76-96 天	Baloda 等, 2001

猪鞭虫	白垩样，坚硬的土	3-22	>2 年	Burden 和 Hammet, 1979
-----	----------	------	------	-----------------------

## 昆虫

昆虫携带猪病原体已有报道。畜舍污染大肠杆菌后不到 8 天就可从其中的苍蝇体内再次分离得到大肠杆菌 (Marshall 等, 1988), 接触过感染猪的苍蝇体内也可得到大肠杆菌 (Marshall 等, 1990)。鸟型分枝杆菌 (Ficher 等, 2001)、沙门氏菌 (Letellier 等, 1999)、传染性胃肠炎病毒 (Gough 和 Jorhenson, 1983) 和小肠结肠炎耶尔森氏菌 (Fukushima 等, 1979) 已从猪群中的苍蝇体内分离到。在坦桑尼亚, 从寄生在疣室中的毛白钝缘蜉上检测到了非洲猪瘟病毒 (Plowright 等, 1969b)。伪狂犬病毒在家蝇中的存活时间因苍蝇的年龄和周围的温度而不同, 但是病毒在活、死苍蝇体内都不复制 (Zimmerman 等, 1989)。

## 家养和野生动物

野生猪群是病原体的贮存器 (Fritzemeier 等, 2000; Artois 等, 2002)。猪病原体在除猪以外的家养和野生动物中也已分离到。沙门氏菌和猪痢疾短螺旋体可从狗和猫体内分离到 (Schnurrenberger 等, 1968; Songer 等, 1978; Weber 和 Schramm, 1989; Eld 等, 1991; Barber 等, 2002)。沙门氏菌也从负鼠体内分离到 (Schnurrenberger 等, 1968)。在问号钩端螺旋体病暴发时, 从猪群内或附近捕捉到的臭鼬身上分离到波蒙纳血清型问号钩端螺旋体 (Kingscote, 1986)。猪链球菌从狗、猫、马、鹿和斑马身上分离到, 它们未与猪群接触或没有接触情况的报道 (Devriese 和 Haesebrouck, 1992; Devriese 等, 1993; Salasia 和 Lämmeler, 1994)。伪狂犬病毒从浣熊和猫身上分离到, 它们死在了感染伪狂犬病毒的农场或农场附近 (Kirkpatrick 等, 1980)。在丹麦, 布氏杆菌从野兔身上分离到, 该地区猪群正流行布氏杆菌病 (Bendtsen 等, 1954)。从猪场中收集的猫粪便中检测到鼠弓形体 (Dubey 等, 1995)。在农场中, 猫 (Hanbury 等, 1986)、红狐、山狗、浣熊、獾、狸、水貂、野猪、狼和熊等动物体中可以检测到旋毛虫 (Hirvelä-Koski 等, 1985; Snyder, 1987)。在爱荷华州的 19 个猪场活捉的猫、负鼠、浣熊和臭鼬体内可以检测到鼠弓形体抗体。作者认为猫粪便中的弓形体囊合子可能是猪群感染的一个来源 (Smith 等, 1992)。在狗、小牛、刺猬、仓鼠、马、鹿、鸵鸟和长颈鹿的粪便样品中通过 PCR 检测到猪细胞内劳氏菌 (Cooper 等, 1997; Herbst 等, 2003)。最后, 从自然感染和实验条件下感染的鹿体内分



离到 FMDV (Forman 和 Gibbs, 1974)。

## 啮齿类动物

已从啮齿类动物及其粪便中分离到的猪病原体, 包括支气管败血性波氏菌 (Le Moine 等, 1987; Bemis 等, 2003), 沙门氏菌 (Davis, 1948; Schnurrenberger 等, 1968; Le Moine 等, 1987; Letellier 等, 1999; Barber 等, 2002), 大肠杆菌 (Le Moine 等, 1987; Marshall 等, 1990), 轮状病毒 (Le Moine 等, 1987), 猪痢疾短螺旋体 (Joens 和 Kinyon, 1982; Blaha, 1983), 钩端螺旋体 (Songer 等, 1983), 鼠弓形体 (Dubey 等, 1995) 和旋毛虫 (Martin 等, 1968; Hirvelä-Koski 等, 1985; Hanbury 等, 1986)。大、小鼠可对 TGE 病毒产生抗体 (Le Moine 等, 1987)。啮齿类动物看起来不是 PRRS 病毒 (Hooper 等, 1994) 和伪狂犬病毒的野外宿主, 尽管大鼠对伪狂犬病毒的实验接种很敏感 (Maes 等, 1979)。

## 鸟类

从鸟类分离的猪病原体包括支气管败血性波氏菌 (Farrington 和 Jorgrnson, 1976), 鸟型分枝杆菌 (Bickford 等, 1966), 猪链球菌 (Devriese 等, 1994) 和沙门氏菌 (Schnurrenberger 等, 1968; Eld 等, 1991; Barber 等, 2002; Kirk 等, 2002)。疣鼻栖鸭、驯化野鸭、几内亚家禽和鸡口服接种 PRRS 病毒后 0-24 天, 多次进行病毒分离。接种后 5 天和 12 天从几内亚家禽粪便中拯救病毒成功, 接种后 5 天从鸡中拯救成功, 而驯化野鸭在接种后 5-24 天几乎每天都可拯救成功 (Zimmerman 等, 1997)。

## 人

多种猪病原体已从人及其衣物中检测到, 包括大肠杆菌、FMD 病毒、PRRS 病毒、沙门氏菌、鸟型分枝杆菌和猪水疱病毒。对进入弥漫有大肠杆菌畜舍的两人进行采样。雾气消散 5 小时后从他们头发中获得菌体; 至少 2 小时后从衣物中获得菌体; 70 分钟后从皮肤上获得菌体 (Marshall 等, 1988)。8 人接触感染 FMD 病毒的动物后 28 小时 (不是 48 小时), 从其中一人鼻道中分离道 FMD 病毒 (Sellers 等, 1970)。另一项研究显示, 4 人接触感染 FMD 病毒的动物 10 小时后, 通过一个遏制装备仍可从一人鼻腔中检测到病毒。通过此遏制装备 4 天后, 在任何人的鼻腔中都检测不到病毒 (Amess 等, 2003b)。从污染的靴子和工作服中分离到 PRRS 病毒 (Otake 等, 2002b)。沙门氏菌已从一猪场的靴子上分离到

（Letellier 等，1999）。鸟型分枝杆菌可在健康人群的痰液中检测到（Nel, 1981）。接触感染猪群至少 5 分钟后，可从人的鼻腔中检测到猪水疱病毒（Sellers 和 Herniman, 1974），但在鼻腔中的存活时间未见报道。相反的，猪肺炎支原体未从猪群管理员头发中检测到（Goodwin, 1985）。

## 运输工具

污染的运输工具是病原体侵入猪场的潜在来源。22 辆运料卡车，从其中 3 辆的谷物箱拭子中分离到沙门氏菌（Fedorka-Cray 等，1997）。从运猪的拖车板上分离到了沙门氏菌和大肠杆菌。卸猪后立即检测，沙门氏菌从 32 辆拖车中的 25 辆中分离到，而大肠杆菌在 32 辆中全部分离到。沙门氏菌和大肠杆菌对拖车的污染与拖运的距离和季节无关（Rajkowski 等，1998）。同样地，装载猪之前，从卡车的车板上分离到沙门氏菌。从运来的猪身上分离到沙门氏菌的血清型与卡车上检测到的血清型一致，与源猪场的却不一致。因此，在运输过程中，屠宰猪的感染应当引起重视（Gebreyes 等，2004）。

## 动物尸体

在实验条件下，对猪尸体实施集中堆肥足以杀死猪红斑丹毒丝菌和伪狂犬病毒。沙门氏菌存活能力不一，但大多数会被杀死。位于肥堆顶部和底部的菌体存活下来（Morrow 等，1995）。

沙门氏菌也从死猪及其粪便中分离到（Letellier 等，1999）。

## 动物饲料

沙门氏菌（Schnurrenberger 等，1968；Mårtensson 等，1984；Eld 等 1991；Fedorka-Cray 等，1997；Harris 等，1997；Lwtellier 等，1999）、鸟型分枝杆菌（Nel, 1981）和鼠弓形体囊合子（Dubey 等，1995）已从饲料及饲料组分样品中分离到。研究者并没有判定饲料样品中检测到病原体的数量是否足以影响猪群健康。相反，在伊利诺州六个猪场的一次区域调查中，221 份饲料样品中却没有检测到沙门氏菌。这些农场自己生产大部分饲料，样品从封口饲料袋或料架顶层采集（Barber 等，2002）。

## 污染的食物

污染的食物是非疫病区引入外来疾病的潜在威胁。例如，2000 年英国暴发的猪瘟（CSF）被认为源于一旅行者向猪丢弃污染 CSFV 的火腿三明治（Dudley

和 Woodford, 2002)。一些猪病原体在污染的食物中可长期存活。猪水疱病毒在干燥的意大利腊肠、香肠和肠内套管中可存活 200 天;而火腿肠加热到 68.8℃,病毒就不能生存(McKercher 等, 1974)。有时候,猪水疱病毒在西班牙火腿中存活 539 天,超过了 365 天的加工处理时间(Mebus 等, 1997)。猪水疱病毒在芭玛火腿中存活 90-300 天,然而芭玛火腿并不被认为是猪水疱病传入的威胁,因为芭玛火腿至少要加工 365 天(McKercher 等, 1985)。1-7℃下, FMD 病毒可在盐处理的火腿中存活 89 天;咸肉中存活 10 天;盐处理的香肠中存活 4 天(Sari 等, 1962; Cottrel, 1969)。商业化处理过程使 FMD 病毒、非洲猪瘟病毒和 CSF 病毒灭活(Mebus 等, 1993)。在意大利腊肠加工后 75 天可检测到 CSF 病毒(Panina 等, 1992);但是,加热到 65℃30 分钟可灭活所有病毒(Terpstra 和 Krol, 1976)。

### **传播途径**

病原体通过生物的、机械的和气溶胶的方式扩散。生物传播包含母猪对仔猪、猪与猪之间、接触感染的精液或胚胎。猪病原体在猪与人之间的生物传播也是可能的。机械传播可通过污染物、人、其它动物或宠物而发生。传统观念认为最具威胁的传染途径是与感染动物直接接触。但是,有报道说在某一无感染动物的区域出现了疾病的传播。在这些情况下,人们认为气溶胶、昆虫、其它动物、运输工具或人是疾病传播途径。

### **母猪到仔猪**

病原体通过以下途径由母猪传给仔猪:在子宫里(Mengeling 等, 1996)、通过阴道产出时、分娩后直接或间接接触。剖腹产、变更早期断奶等技术有助于减少母猪到仔猪的传播。(Young 等, 1955; Meyer 等, 1964; Alexander 等, 1980; Mészáros 等, 1985; Harris 等, 1992)。胸膜肺炎放线杆菌、多杀性巴氏杆菌和猪肺炎支原体的母婴传播可通过在十四日龄断奶和与适龄猪群同饲的方式预防,而猪链球菌和副猪嗜血杆菌未被清除,伪狂犬(不是 PRRS)病毒也被预防(Clark 等, 1994)。支原体肺炎和放线杆菌胸膜肺炎已从断奶 7-10 天的仔猪中消除(Dritz 等, 1996)。在商业化猪场,应用早期断奶的方法预防垂直传播受多种因素的影响,包括设备、饲养技术、猪群免疫状况、病原体特征和感染时间。早期断奶可加重某些疾病(Pyburn 和 Schwartz, 1995; Fangman 和 Tubbs, 1997; Amass, 1998a)。

## 猪与猪之间

易感猪群直接接触感染猪群或接触感染猪的分泌物、排泄物都可造成病原体的传播。

## 精液及胚胎移植

据报道：一些病原体可通过精液及胚胎移植传播。在实验条件下，只有 3 种猪病原体可通过精液传播：公猪实验接种后的 CSF 病毒（de Smit 等，1999）、猪细小病毒（Lucas 等，1974）和 PRRS 病毒（Prieto 等，1976）在精液试验接种后，通过人工授精方式而传播。

有关猪病原体与胚胎之间相互作用的文献很少。因此，需要通过胚胎移植逐个测试病原体，以确定其传播能力（Shelton，1987）。在实验中，感染母猪妊娠 20 天后（不是 10 天）从胚胎中分离到 PRRS 病毒（Prieto 等，1997a）。但是，当感染母猪的胚胎移植到易感受体母猪时，PRRS 病毒不传染给胚胎、受体猪或初生小猪（Randall 等，1999）。PRRS 病毒不能感染 4-16 细胞期、在体外与 PRRS 混合培养的胚胎（Prieto 等，1996）。猪细小病毒不能从实验感染母猪的 4、15、32 日龄胚胎中分离到（Gradil 等，1994），但是从 4-8 细胞期、在体外与病毒培育的胚胎中可分离到（Bane 等，1990）。完整的或透明带缺失的 2-16 细胞期胚胎，在体外暴露于伪狂犬病毒至少 1 小时后，检测不到病毒（Bolin 等，1981）。但是，在胚胎移植 21 天后在胚胎受体中检测到伪狂犬中和抗体，这些胚胎曾在体外暴露于伪狂犬病毒或来自于实验感染的供体（Bolin 等，1982）。透明带完整的 4 日龄胚胎，在体外暴露于各种病毒 2-18 小时后冲洗，可检测到非洲猪瘟病毒、FMD 病毒、水疱性口炎病毒和 CSF 病毒（Singh 等，1984；Singh 等，1986；Singh 和 Thomas，1987；Dulac 等，1988）。

## 气溶胶

有证据指出，气溶胶可在以下特殊条件下传播病原：许多动物排出大量病原、低温、高湿、低风速、光滑地表、阳光少（Gloster 等，1981；Christensen 等，1990；Grant 等，1994；Stärk，1999）。但是，理想的温度和相对湿度因个体病原而异（Stärk，1999）。波及 150km<sup>2</sup>10 个农场的伪狂犬病的流行可以用高斯扩散模型来解释（Scheidt 等，1991；Grant 等，1994）。据报道：伪狂犬病毒的气溶胶传播距离可达 15-80km（Christensen 等，1990）。CSF 病毒的传播在以下实

验条件下已见报道：正压作用下，空气由含有病毒接种猪的直角金属容器到含有易感猪的容器方向流动（Hughes 和 Gustafson, 1960）；没有空气流动（Laebens 等, 1999）。FMD 病毒通过气溶胶长距离传播的事件屡见报道（Sellers 和 Gloster, 1980；Donaldson 等, 1982；Gloster 等, 1982）。但是，焚烧感染动物的尸体是否导致 FMD 病毒的气溶胶传播，还没有得到证实（Gloster 等, 2001；Champion 等, 2002；Jones 等, 2004）。由于大量复杂因素，实验室外病原体的气溶胶传播得不到有效证实。另外，由于动物数量有限，模拟外部条件进行气溶胶传播的实验研究也很困难。野外可控条件下，在间隔 1m、含有感染猪和敏感猪的房屋之间，PRRS 病毒不会传播。此外，从含有感染猪的畜舍中抽取空气样本也检测不到病毒（Otake 等, 2002a）。因此，在实验条件下，病原体通过气溶胶进行短距离传播（Table 68.7）。除病毒外，猪病原体在空气中传播距离远于 3.2km 的情况很少有报道。

表 68.7 猪病原体的气溶胶传播

病原体	温度（℃）	湿度（%）	距离	来源
胸膜肺炎放线杆菌	NR	NR	至少 2.5 米	Jobert 等, 2000
	27-32	60-80	1 米	Torremorell 等, 1997
非洲猪瘟病毒	8-25.3	73-100	至少 2.3 米	Wilkinson 等, 1977
支气管败血性波氏菌	NR	NR	1 米	Brockmeier 和 Lager, 2002
猪瘟病毒	NR	NR	NR	Laevens 等, 1998
	NR	NR	NR	Hughes 和 Gustafson, 1960
猪肺炎支原体	NR	NR	NR	Czaja 等, 2002
猪繁殖与呼吸综合征病毒	27-32	60-80	1 米	Torremorell 等, 1997
	NR	NR	1 米	Brockmeier 和 Lager, 2002
	—5-6.3	84-94	1 米	Kristensen 等, 2004
	4.5-19.3	45-89	1 米	
	—0.7-7.8	84-97	1 米	
伪狂犬病毒	25	NR	NR	Gillespie 等, 2000
猪链球菌	NR	NR	40 厘米	Berthelot-Hérault 等, 2001

人

考虑到人畜共患病病原体，猪病原体通过人的生物传播成为可能。人畜共患病病原由猪到人的传播已有论述，比如猪链球菌和猪流感病毒。猪链球菌被认为是世界上一些地区养猪人员的职业健康威胁。超过 150 例人感染猪链球菌的事件已有记录（Amass, 1998b）。但是，对印第安那 5 个猪场的职员进行检查，未发现携带猪链球菌（Amass 等, 1998）。类似地，人接触实验感染 H1N1 猪流感病

毒的猪群可被感染（Wentworth 等，1997）。除了一些无对照数据外，很少有记载人可把以上病原回传给猪。最后，移植猪的器官给人类是异种感染的潜在危险（Borie 等，1998）。但是，在异种移植中，由人传染给猪还未被证实。

人类可机械地将猪感染剂量的特定病原由感染猪传给易感猪。接触“污染”的人与 CSF 病毒的传播有关（Fritzemeier 等，2000）。有报道称，人接触 FMD 病毒感染的猪群 30 分钟并洗完澡后，由于直接呼气到易感公牛鼻道内，使得 4 只易感公牛中的 1 只感染了 FMD 病毒（Sellers 等，1971）。同样地，接触感染 FMD 猪群的人员也可将感染剂量的病毒传给易感猪和羊（Amass 等，2003b）。有报道：在模拟自然条件病原水平上，大肠杆菌（Amass 等，2003a）和猪 TGE 病毒（Alvarez 等，2000）可经人实现由感染猪到易感猪的机械传播。当人的手和外套被血液、鼻腔分泌物、唾液和粪便污染而人离去后，猪直接接触污染的外套 24 小时，PRRS 病毒就可能由感染猪经人机械地传给易感猪（Otake 等，2002b）。在猪肉生产车间，人的污染水平不足以实现以上传播（Amass 等，2000a）。接触污染的靴子和衣服对 CSF 病毒的传播没有明显的作用（Laevens 等，1998）。

啮齿类动物

啮齿类动物是疾病潜在的机械和生物载体。啮齿类动物野外传播猪病还未被明确认证，虽然啮齿类动物被认为是猪痢疾和钩端螺旋体病传播的危险因素。猪接触感染了猪痢疾短螺旋体的老鼠粪便后 11-13 天，出现猪痢疾症状（Joens，1980）。

昆虫

昆虫扮演着猪病原体的生物和（或）机械载体（Table 68.8）。家蝇可飞行 1.5km 到邻近的农场（Denholm 等，1985）。80.48% 的标记蚊子会忠实地回到原宿主喝第二次血（Ulloa 等，2002）。大多数关于昆虫传播病原的报道来源于实验数据，不能反映昆虫作为病原载体的真正威胁。

表 68.8 实验条件下昆虫可传播的猪病原体

病原体	昆虫	来源
非洲猪瘟病毒	Ornithodoros ticks	Plowright 等，1969a
	Ornithodoros savignyi	Mellor 和 Wilkinson，1985
	回归热钝缘蜱	Hess 等，1987
	Ornithodoros maroccanus	Endris 和 Hess，1992
	厩螫蝇	Mellor 等，1987

猪瘟病毒	猪血虱	Bernasky, 1910
	牛虻	Tidwell 等, 1972
	家蝇	Dorset 等, 1919
	刺蝇	
	埃及伊蚊	Stewart 等, 1975
猪附红细胞体	厩螫蝇	Prullage 等, 1993
	埃及伊蚊	
猪繁殖与呼吸综合征病毒	<sup>1</sup> 家蝇	Otake 等, 2003
	刺扰伊蚊	Otake 等, 2002d
伪狂犬病毒	家蝇	Medveczky 等, 1988
沙门氏菌	苍蝇	Barber 等, 2002
	蛾	
	蟑螂	
	蜘蛛	
	家蝇	Enright 等, 1987
猪链球菌	家蝇	Enright 等, 1987
猪痘病毒	猪血虱	Shope, 1940
水疱性口炎病毒	带蚋	Mead 等, 2004

注释：家蝇不是指叮咬苍蝇。当苍蝇在猪后背有抓痕的区域吸血时就传播了疾病。

### 家养和野生的非猪源动物

易感的非猪源宿主作为病原的生物载体感染病原，然后通过直接或间接接触将病原以分泌物和排泄物的形式传给易感猪群。非易感动物可作为机械载体，把充满病原的排泄物（粪便）排到含有易感猪群的地区，使之感染。没有明确的证据表明非猪源动物是猪病原的载体。在实验条件下，猪进食接种了伪狂犬病毒的浣熊内脏 8 天后，从鼻腔分泌物中分离到伪狂犬病毒（Kirkpatrick 等, 1980）。一猪场，因感染布氏杆菌病而使猪群数量减少，后引进无布氏杆菌猪，数量又有所扩大。2 年后再次出现布氏杆菌病，护门犬被认为是病原来源。从无症状、曾看护先前感染猪群的护门犬身上分离到布氏杆菌，随后从猪群中分离到（Körmendy 和 Nagy, 1982）。猪进食实验感染的狗的空肠后感染了 TGE 病毒（Larson 等, 1979）。美国一家风险研究协会报道：农场猪群接触野生动物和野生动物尸体后，毛线虫血清阳性率分别是一般情况下的 6.33 和 6.95 倍（Gamble 等, 1999）。

### 鸟类

已有猜测鸟类可传播猪病原到猪场，但尚无明确记载。猪采食棕鸟（实验条件下喂食了 TGE 病毒混悬液）排泄物后出现了 TGE 临床症状，但没有进行病毒分离（Pilchard 等, 1965）。在实验条件下，英国麻雀可机械地传播 CSF（Hughes

和 Gustafson, 1960)。源于野鸭的一株 A 型流感病毒被认为是比利时猪流感暴发的原因。从猪群中分离的流感毒株与从北美和德国野鸭分离的毒株有关 (Pensaert 等, 1981)。

## 污染物

有报道称：污染针头的使用是 PRRS 病毒的医源和机械源传播方式 (Otake 等, 2002c)。

## 动物尸体

对感染猪尸体的残食被认为是伊利诺州一家猪场旋毛虫传播的方式 (Hanbery 等, 1986)。

## 运输工具

接触污染的运输工具与 CSF 病毒的传播有关 (Fritzemeier 等, 2000)。每月超过 2 辆运输动物的车辆、每年超过 30 辆卡车、每 2 月超过 1 名兽医或 1 辆兽医指导车进入的农场，每年增加两种或两种以上呼吸道疾病发生的危险，比较少车辆进入的农场分别增加 5.1、3.2 和 5.5 倍 (Rose 和 Madec, 2002)。在实验条件下，由未氯化井水和雪水组成载体，向其注射  $10^{4.4}$  倍 PRRS 病毒的半数组织感染量 (TCID<sub>50</sub>)，加到卡车的后轮中，用来模拟冬季污染运输工具对 PRRS 病毒的潜在传播。卡车在 0℃ 以下行驶 50km 到达洗车处。人工洗车保证载体被冲到水泥地上，载体在此驻足。10 次中有 5 次从洗车设备的底板上通过病毒分离再次获得了 PRRS 病毒 (Dee 等, 2002)。该实验在温暖气候 (10-16℃) 下，用接种了 PRRS 病毒的土壤颗粒作为载体进行重复，10 次中 6 次分离成功 (Dee 等, 2003)。这些实验条件并不能反映野外自然情况下运输工具的污染水平。

## 感染风险评估

因为在疾病传播中有太多的影响因素，准确地评估感染的风险很困难。但可用数学模型来估计风险。有了关于病原和猪群确切数目的资料，我们就能估算由单一感染动物传播给猪群后猪群感染的平均数目。该数目称为基本再生数量、基本再生率或基本再生等级，用  $R_0$  表示。 $R_0$  为  $p$  (接触感染动物后感染的可能性)、 $c$  (单位时间内接触感染动物的次数) 和  $D$  (感染动物感染的持续时间) 三者的乘积，即： $R_0 = pcD$  (Anderson 和 Nokes, 1991)。直接接触的流行病比率  $P_{\text{流行病}} = 1 - 1/R_0 I_0$ ， $I_0$  为感染动物的初始数量。通过接种来预防家畜流行病的易感动



物的比例也可用  $R_0$  来计算： $P_{\text{接种}} = 1 - 1/R_0$ （Anderson 和 May, 1982; Anderson 和 Nokes, 1991）。以上公式的最大局限性是不能表示间接接触病原的情况。但是猪群兽医师可以以这些公式为着眼点，估算感染的风险和相关的费用。1997-1998 年荷兰 CSF 病毒流行时的  $R_0$  为 2.9（Stegeman 等, 1999），而实验条件下 CSF 的  $R_0$  从 13.7（Laevens 等, 1999）到 81.3 变化（Laevens 等, 1998）。未接种和接种猪伪狂犬病毒的  $R_0$  分别为 10 和 0.36-0.5（de Jong 和 Kimman, 1994; Bouma 等, 1995）。TGE 病毒的  $R_0$ ：育种猪为 2、育肥猪为 4（Hone, 1994）。

### 生物安全：地方病、流行病及外来病的控制位置

加大动物房之间距离可降低气溶胶感染的风险（Müller 等, 1978）。方圆 2km 有 5 家甚至更多农场, 每年遭受 2 种或 2 种以上呼吸道疾病的可能性比方圆 2km 少于 5 家的农场多 2.9 倍（Rose 和 Madec, 2002）。利用 55 个感染猪群和 57 个未感染猪群的特性, 得出了感染猪肺炎支原体的风险因素指数。引发感染最重要的危险因素是最近的农场空间距离上的变化, 3.2km 以内的距离危险性最大（Goalwin, 1995）。进一步模拟分析显示：因为与最近的感染猪场之间的距离减小了, 非感染猪群感染猪肺炎支原体的危险性增加了（Jorsal 和 Thomsen, 1988; Stärk 等, 1992; Thomsen 等, 1992）。

用来预防农场间气溶胶传播的方法包括：动物接种以预防感染、减少排毒和猪群低密度区域的选择。加大猪场和堆肥区之间的距离是上佳选择, 但不能绝对地制止空气传播（Stärk, 1999）。5 次畜舍试验中有 2 次显示：在猪群中, PRRS 病毒不需要直接接触, 就可以在短距离之间传播。因为无法阻止栏间饲料、粪便、尿液的转移, 故气溶胶传播不能得到证实。但是作者提出假说：栏间分开 46-120cm 会导致非感染猪的分群（Wills 等, 1997）。通常, 用于预防畜舍内气溶胶传播的方法有：饲料中添加脂肪减少粉尘产生、减少动物的活动、保持相对湿度小于 60% 和良好的通风（Stärk, 1999）。畜舍中, 机械通风与自然通风的空气中病原体浓度没有区别（Predicala 等, 2002）。

### 遗传学介绍

控制遗传来源的数目可降低病原传入的风险。在丹麦, SPF 猪引进源多于一

个的比只有一个的每年对猪肺炎支原体的再感染高 2.7 倍（Jorsal 和 Thomsen, 1988）。另外，引进活公猪比引进精液承担更大的病原引入风险（Bouma, 2000）。但是，应当询问精液供者和活公猪供者一些类似的问题，以确定精液所带来的健康风险。此外，一只种公猪可以无意识地把感染精液传给大范围、大数目的猪群。因此，种畜暴发疾病时，精液供应应予以停止（Bouma, 2000）。美国猪兽医协会推出了美国种公猪提供精液的指导方案（Althouse 等, 2003）。另外，也公布了采集和加工过程中减少精液污染的操作办法（Althouse 等, 2000）。去除包皮憩室是降低精液污染的一个外科手术方法（Aamdal 等, 1958）。

猪群供、求处的兽医应一起合作来确定动物健康状况，并且检测操作程序来降低疾病引入的风险。动物买卖之前应予以检测，看它们是否符合健康标准。动物到达时应检测，确定其感染疾病的基线和健康状况的一切变化。应隔离引入的猪群、监测其疾病症状并且在引入畜群前进行检测。最后，在离开隔离厂房前动物可进行复检。所有的动物在进入现存猪群厂房前必须外表健康、疾病检测呈阴性。

隔离引进动物是减少疾病引入风险的一个方法。在引进动物感染整个群体之前，隔离使我们有机会识别疾病的临床症状。模拟实验显示：携带 TGE 病毒的猪引入猪群后产生的临床症状在 6-30 天将消失（Hone, 1994）。隔离还可以使所引进动物在进入主群之前，通过直接感染或接种来检测引入动物的病原及驯化引入动物。隔离时间因病原而异，但一般不少于 30 天。

## 人

一项对加利福尼亚三个县的 2000 头以上猪群的研究显示：猪群与接触其它家畜设施的人（车）每月接触的次数是 374.9-1239.5 次，平均每月间接接触 807 次（Bates 等, 2001）。现代社会便利的交通使接触频率增加，加大了疾病传播的风险。

人接触感染非洲猪瘟病毒猪群 30 分钟后立即检测，并没有在人鼻腔拭子中发现病毒（Wilkinson 等, 1977）。如果对每种病原都实施了有效的防污染措施，接下来的时间里也没有必要预防人在实验中对大肠杆菌、FMD 病毒（O/UK/35/2001）、TEG 病毒或 PRRS 病毒的机械传播（Amass 等, 1998, 2003ab; Alvarez 等, 2001; Otake 等, 2002b）。相反，擤鼻或冲洗对清除 FMD 病毒效

果不大。对于预防 FMD 病毒的吸入，布或工业用口罩的效果不大（Sellers 等，1970）。同样，应用防尘眼镜、手套、或防尘口罩对于预防人感染猪流感病毒效果也不大（Wentworth 等，1997）。

洗浴、穿洁净的工作服、靴子和手套可有效地预防 FMD 病毒（O/UK/35/2001）从感染猪到易感猪和羊的机械传播（Amass 等，2003b）。洗手、穿洁净外套可有效地预防 FMD 病毒（O/UK/35/2001）从感染猪到易感猪的机械传播，但是羊仍然易感（Donaldson 和 Alexandersen，2001）。据推测：洗手和换干净外套使人所携带的病毒剂量在猪感染剂量之下，而在羊的感染剂量之上（Amass 等，2003b）。同样，洗浴和换洁净外套可有效地预防大肠杆菌通过人由感染猪到易感猪的机械传播，而洗手和穿干净外套不能阻止传播（Amass 等，2003a）。洗手或洗浴和换干净衣服对预防 TGE 病毒通过人由感染猪到易感猪的机械传播都很有效（Alvaerz 等，2001）。最后，当人意外污染 PRRS 病毒后，洗手或洗浴和换干净衣服都可以预防病毒的机械传播（Otake 等，2002b）。

除了洗浴作为一种干扰疾病传播的方法外，其它关于有效洗浴的科学研究尚为空白。洗浴时必须保证充足的时间，以便洗去身体表面所有的病原体。类似地，对于洗手的大量研究是在实验和医疗条件下进行的，不能反映在猪舍中手污染的程度。常住和暂留菌都寄居在手上，洗手的目的是除去暂留菌。作为卫生手段，洗手的有效性会因污染原的不同而变化。例如：不管用什么（抗菌皂、无菌皂、自来水）洗手，10 秒钟后，手上大肠杆菌减少的百分数明显比人轮状病毒大（Ansari 等，1991）。用药皂洗手 30 秒钟，其清除暂留菌丛的功效因菌种而不同。同时，针对同一种菌，不同的药皂功效也不同（Puthuchearry 等，1981）。

当前，对污染手的推荐洗法是：首先弄湿，然后用普通肥皂或抗微生物皂用力擦洗整个表面，至少 15 秒钟，最后冲洗，晾干（Centers for Disease Control Prevention，2002）。对污染较严重的手，洗 15 秒钟可能不够。因此在肉眼观察洗干净后，应继续冲洗 15 秒钟。

一般地，当手看上去没有污染物时，用不少于 1-3ml 的酒精来灭菌比用药皂、非药皂和水的清洗效果要好。如果用少于 0.5ml 的酒精则不如用普通肥皂和水清洗。酒精的最佳应用量依据其品种而不同。一般情况下，擦洗 15 秒钟之后手应感觉湿润，确保用量足够。应该提醒猪群护理人员：对肉眼可见的污染物，酒精

清洗效果差（Centers for Disease Control Prevention, 2002）。

洗手后把手弄干是讲究手卫生的一个重要环节。与湿手传播细菌相比，用布巾擦 10 秒钟或自然干燥 20 秒钟可以减少细菌从手向塑料碎片传播量的 99%（Patrick 等，1997）。对于大肠杆菌和轮状病毒的清除，用吹风机吹手 10 秒钟比用纸或布巾擦 10 秒钟更有效（Ansari 等，1991）。

戴手套可以降低手的污染，但不能取代洗手。通过手套的小孔和/或戴、脱手套的过程，手可以被污染（Centers for Disease Control and Prevention, 2002）。因此，在脱掉手套后应洗手。

通过限制农场外不同猪场人员的接触来预防猪病原体的间接传播，这种观点未得到证明。人与人之间可以传播猪病原体，但是在野外发生的频率还未知。人接触感染 FMD 病毒的动物后，在隔离间中与同事谈话 4 分钟，就把 FMD 病毒传给了同事（Sellers 等，1970）。猪流感病毒在人与人之间的传播已有记载，但尚未明确证实。1976 年 Fort Dix 暴发的 A 型猪流感感染了 230 名军人，病原极有可能是一名新兵带入的（Top 和 Russell, 1977）。但是在人身上病毒的最初来源没有找到，除了病毒株，没有其它关于接触猪群与疫病暴发相联系的证据。（Kendal 等，1977）。有证据表明：一名妇女去过农村集市（正流行一种类似流感的疾病）后，感染了猪流感病毒，之后又传染给了护理人员（Well 等，1991）。相反，一名生活在猪场的 8 岁男童，感染猪流感病毒后，并没有传染给他的父母及 5 个同胞，虽然他们接触很密切（O'Brien 等，1977）。值得注意的是没有证据表明：人可以把猪流感病毒传染给猪，虽然人与人之间可以传播。

### 非猪源载体

农场管理计划应该包括对野生及家养动物的控制办法，因为它们可以成为疾病载体。

### 昆虫

讲卫生是控制昆虫最重要的措施（Williams, 1992）。在英国通过对家蝇的观察报道：生活在密闭房间中的苍蝇，当屋内清洁后数目减少，而引进新一批猪群后数目又有所增加（Denholm 等，1985）。粪便、腐败饲料、潮湿地带，每周应至少清理 2 次（Williams, 1992）。用杀虫剂喷洒猪群或用喷雾剂、麻醉剂、毒饵、及杀幼虫剂对环境进行处理能控制苍蝇和蚊子（Williams, 1992）。长久

地应用同一种杀虫剂，特别是针对屋内越冬的家蝇，有利于维持抗药性苍蝇的数量(Denholm 等, 1985)。罗网和纱窗可用来机械地清除区域昆虫(Williams, 1992)。线虫可以控制家蝇数目。与应用甲氨基威毒饵相比，应用斯氏线虫作为毒饵的农场很少有苍蝇出现 (Renn, 1998)。

清洁和消毒

接触周围污染的环境是猪感染的一个途径。因此，彻底清洁和消毒对一项生物安全计划至关重要。猪群接触沙门氏菌污染的环境后，只要 2 小时就可以感染 (Hurd 等, 2001)。消毒之前搞好清洁是最重要的一个环节。一切可见的病原寄生虫（饲料、尿液、粪便、排泄物）都要清除以便消毒。清洁后消毒前残留需氧菌的预期浓度为 10<sup>6</sup>cfu/cm<sup>2</sup> (Böhm, 1998)。

消毒剂的使用必须受相关条款的约束，无节制地应用大量消毒剂将违反美国联邦法律。消毒剂有它们共有的性质（表 68.9），但每一种成分又有广谱或窄谱的特性 (Jeffrey, 1995; McDonnell 和 Russell, 1999)。人类的健康危害与一些种类的消毒剂有关（表 68.9）(Bruins 和 Dyer 1995)。

表 68.9 消毒剂的一般性质和对人的健康危害

消毒剂	抗性					人类健康影响
	细菌	病毒	真菌	孢子	分枝杆菌	
酒精	杀细菌的	杀病毒的	杀真菌的	抑制孢子形成	杀分枝杆菌的	
甲醛	杀细菌的	杀病毒的		杀孢子的		万分之一浓度的甲醛即可构成生命危险；甲醛气体不稳定，易爆；过敏原性；潜在致癌性
缩二胍	抑菌的	杀病毒的				刺激皮肤
戊二醛	杀细菌的	杀病毒的	杀真菌的	杀孢子的		过敏原性
卤素释放复合物	杀细菌的	杀病毒的	杀真菌的	杀孢子的		刺激皮肤和眼睛
苯酚	杀细菌的	杀病毒的			杀分枝杆菌的	有毒，刺激皮肤
季铵化合物	杀细菌的	亲脂性杀病毒的	杀真菌的	抗真菌的		
超氧化复合物	杀细菌的	杀病毒的	杀真菌的	杀孢子的		

消毒剂的实际功效取决于多方面因素，包括消毒面积、现存病原、水质、有机体成分等。因此有时候标签上的说明并不适用于实践（Kennedy 等，1995）。

消毒剂的最初选择取决于消毒剂性质、标签说明和可获得的独立数据。消毒剂的制备和应用要在相关条款规定的基础上进行。理想状态下，使用消毒剂后应该让它自然变干，至少要经过标签上描述的作用时间。通过检测含特定病原的环境或用需氧菌作为污染标准，来确定清洁和消毒的效果。消毒后，需氧菌的预期量为  $1\text{cfu}/\text{cm}^2$ （Tamasi, 1995）。而对于家畜设备和运输工具，预期量为  $10^3\text{cfu}/\text{cm}^2$ （Böhm, 1998）。敏感动物可用来监视设备中数量减少的特定病原。

**生产加工装置** 把生产加工设备浸泡于消毒剂中是猪群污染工具去污的常用方法。但是尾剪使用后浸泡于醋酸洗必太溶液，刀片上需氧菌的平均数量与未经处理的刀片相比并没有明显的减少（Alvarez, 2002）。用干净布擦拭刀片可以减少刀片上需氧菌的平均数量（Alvarez 等，2002）。擦拭可以机械地除去浸泡所不能清除的有机污染物。此外，把设备浸泡于消毒剂中并不能满足消毒剂发挥功效的最低作用时间。

**靴子** 农场中备有靴子清洗池的目的是预防猪群中病原体的机械传播。由于维持量不足，靴子清洗池经常被有机物严重污染。靴子清洗池使用起来也不方便，人们经常省去冲洗或直接跳过清洗池而不清洗靴子。

有效利用靴子清洗池的建议：在一个盛有稀释去污剂的预备池中清洗靴子，然后在充满去污剂的第二个池子中，将干净靴子浸入 15cm 深度，至少一分钟（Quinn, 1991）。还有，大的车间每天或严重污染时，准备新的靴子清洗池；小车间每 3 天准备一次（Quinn, 1991）。

戊二醛、醋酸、次氯酸钠、碘酒、苯酚、季铵盐和过氧化物消毒剂应用于不同靴子清洗池计划中。当靴子污染粪便后，浸入消毒液中（Amass 等，2001）或浸泡消毒液 2 分钟（Amass 等，2000b, 2001），可有效地降低靴子上的细菌。在洁净的靴子消毒池中洗去粪便（Amass 等，2000b, 2001）或用水冲去粪便后把靴子浸泡在干净消毒池中（Amass 等，2001）都可以有效地减少细菌的数量。污染的靴子清洗池，哪怕只用过一次，可增加细菌污染靴子的几率（Amass 等，2000b）。

与浸泡于不含消毒剂的水池中相比，把实验污染 PRRS 病毒的一次性塑料靴

子浸泡于盛有未稀释的 6%次氯酸钠的新鲜清洗池 5 秒,可以减少 PRRS 病毒 PCR-阳性的靴子数量 (Dee 等, 2004)。用既有病毒污染又有粪便污染的靴子重复实验可得类似结果 (Dee 等, 2004)。在这些试验中消毒剂并没有被中和,说明有效的作用时间可能超过 5 秒。另外,未进行病毒分离以检测 PRRS 病毒的活力。

**衣物** 污染的衣服是疾病传播的潜在威胁。在广口瓶中,干燥纤维碎片随机翻滚时,脊髓灰质炎病毒和痘病毒从污染碎片上传播到无菌纤维。病毒转移最大量发生在 1-30 分钟之间 (Sidwell 等, 1970)。在洗衣机中清洗时,微生物也可由污染纤维传给无菌纤维 (Wiksell 等, 1973)。

清洗过程中,水温的作用是变化的,可能依赖于污染病原、去污剂和化学洗涤剂的应用、水质(如硬度和 pH)。早期研究推荐:医用衣服 60℃洗涤 13 分钟是减少细菌的最佳方法 (Walter 和 Schillinger, 1975)。后来发现,在 71℃ (160°F) 和 22℃ (72°F) 下洗涤,医用毛巾和床单上的细菌并没有明显区别 (Blaser 等, 1984)。用去污剂和漂白剂在 48.7℃ (118°F) 到 60℃ (140°F) 下洗涤和 73.9℃ (165°F) 到 77.2℃ (171°F) 下实施相同操作,对于细菌清除效果一样 (Christian 等, 1983)。加大漂白剂的浓度可以弥补较低的清洗温度 (Christian 等, 1983)。相反,水温 54℃-60℃比 21℃-27℃和 38℃-43℃更有利于脊髓灰质炎病毒从污染纤维上的清除 (Sidwell 等, 1971)。尽管在实验室条件下肠球菌在 85℃可存活 30 分钟,污染肠球菌的衣物在 71℃-80℃洗涤 3.5-10 分钟效果很好 (Orr 等, 2000)。因此,有机体的耐热性和洗涤过程中存活能力之间的关系不易被发现 (Orr 等, 2002)。

从洗衣机中排出的废水中也可能含有活的细菌或病毒。废水中活菌的浓度:洗涤温度 38℃, 100-5000cfu/ml; 洗涤温度 49℃, 12-398 cfu/ml; 洗涤温度 60℃, 3-302 cfu/ml。不论洗涤温度是多少,废水中最终含菌少于或等于 20 cfu/ml (Walter 和 Schillinger, 1975)。洗涤温度 54℃-60℃时脊髓灰质炎病毒不能在废水中存活,但水温在 21℃-27℃或 38℃-43℃时可以存活 (Sidwell 等, 1971)。

洗涤后粘附在纤维上的细菌预期数目是 0.2 cfu/m<sup>2</sup> (Walter 和 Schillinger, 1975)。但是对其量化很困难。应用 RODAC (复制有机体检测和计数) 平皿培养的结果与更准确的破坏性技术(如浸泡纤维样品培养法)不太一致 (Nicholes,

1970; Wetzler 等, 1971)。因此, 洗涤操作效果更取决于特定相关病原的培养纤维, 而不是所有微生物的总量 (Wetzler 等, 1971)。

## 运输工具

限制运输工具进入农场、保证车辆特别是家畜拖车的清洁和消毒, 可以降低病原引入的几率。把运猪车停在距猪场 300 米以内时, 二次感染猪肺炎支原体或胸膜肺炎嗜血菌的几率是不在猪场附近停车的 9.28 倍 (Hege 等, 2002)。对拖车的清洁和消毒可有效地减少车板上的沙门氏菌和大肠杆菌, 但并不是任何情况下都能消除细菌污染 (Rajkowski 等, 1998)。运输工具卫生的原则遵循所列出的设备和装置 (Poumian, 1995)。因为其形状不规则、材料繁多, 故运输工具的清洁和消毒更困难 (Böhm, 1998)。如果没有室内洗涤设备, 较低的室外温度不利于充分去污 (Böhm, 1998)。理想状态下, 运输工具应在 10℃ 以上用室内设备去污 (Böhm, 1998)。选用消毒剂时要保证消毒剂没有腐蚀性。

## 水

农场中水源从湖泊水到田园水, 还包括雨水 (包含径流量)、地下水、河水和溪流。降低水中病原的威胁要靠多种方法: 水源的选择、物理方法 (过滤、沉淀) 和化学方法 (消毒)。由水样的细菌分析来确定水的安全和质量。依据水源历史, 水样分析至少每年做一次。

## 尸体处理

病猪的尸体是病原潜在的来源。不仅为了生物安全也为了美观, 尸体应该及时处理。农场若在周围贮存尸体, 每年暴发两种或两种以上呼吸道疾病的几率是不贮存尸体农场的 3.4 倍 (Rose 和 Madee, 2002)。合适的尸体处理办法依当地制度而定。供选择的办法有: 埋葬、垃圾掩埋、堆肥、炼油、组织降解和焚化 (Sander 等, 2002)。

## 粪便

灭活粪液中的病毒是不现实的, 但是在疾病暴发后病毒增殖前, 这是必需的。在 4℃ 下长期贮存粪便 (至少 6 个月) 而不添加新的粪便, 可以使病毒滴度下降 1-2 个  $\log_{10}$  单位。一项来自德国农业联邦内阁的指令推荐使用下面的方法消毒粪便: 每立方米粪液中加入 40-60L40% 的氢氧化钙溶液, 温度控制在 -10-0℃; 或每立方米粪液加入 16-30L50% 的次氯酸钠溶液, 温度 0-10℃。加入化学消毒剂



之前、之中和之后 6 小时要搅动粪液。化学试剂作用于粪便的时间不要少于 4 天，最好 1 周。还可用过氧乙酸，每立方米 25-40L，0-10℃，作用时间至少 1 小时。但由于发沫过多而不实用（Hass 等，1995）。

## 饲料

外来疾病如猪瘟的暴发，已追溯到了剩菜饲养（Fritzemeier 等，2000）。美国联邦法律说：“任何人不得给猪饲喂或准许饲喂食物废料，除非经过处理将废料中的病原杀死 ...”（猪健康保护，第一章第九条，166 页，166.2 部分，1-1-98 版）。但是，个别州禁止使用处理和未处理的食物废料。饲料及其成分可有效地监视病原体 and 毒素的情况。

## 运动的控制

猪群流动的变更可控制疾病的传播。当仔猪含有周围病原的母源抗体时，实施断奶，将其放入无病原环境中与其它有相似健康状况的仔猪一同喂养，这样可预防或降低一些病原的垂直传播（Clark 等，1994；Dritz 等，1996）。合理的药物治疗和疫苗接种可作为早期断奶方案的辅助办法（Alexander 等，1980；Mészáros 等，1985；Harris 等，1992）。

类似地，将猪群按年龄分群可减少病原由大猪到小猪的传播。分群猪采取全进全出的方式：进出畜舍、建筑、场地一段时间，清洁消毒猪群间的区域。这些过程可以减少病原由大龄感染猪或污染环境到易感猪的传播。相反，如果采用混和各年龄段猪群的流动体系，而不定期清洁环境，则增加由感染猪到易感猪或接触污染环境而传播疾病的几率。按年龄分群已应用于育肥猪群和产胎猪群。产胎群包含小母猪，它们与育肥猪群分离开来。与适应环境时一样，小母猪接触母猪群的病原体。这些母猪在单独的场所产仔。初胎仔猪断奶后，它们又加入育肥猪群行列。这样形成较长的病原感染低谷期。

## 猪群流动

有些国家制定了或正在制定国家动物鉴定计划，协助示踪州内、州际或国际的猪群流动。1924 年，成立了国际兽疫局（OIE），鼓励和协调世界范围内的监视和控制动物疾病工作的研究。OIE 提供成员国动物疾病状况的信息，出版动物及动物产品进出口的国际动物健康标准。

## 人的活动

限制游客、只允许重要人员进出，是降低人引入病原的一个方法。农场暴发疾病时，里面的人接触易感动物时至少应该沐浴换衣。一般地，人的运动要从健康猪群到病猪群或携带病原猪群方向流动，也有人建议由幼猪群到大猪群方向流动。

### **疫苗接种和药物治疗**

合理的疫苗接种和药物治疗是所有动物健康计划中的必要部分。有效的疫苗接种程序可以减少猪群中病原的传播。一项定量免疫猪与非免疫猪之间伪狂犬病毒传播的试验显示：非免疫猪群每只猪二次感染伪狂犬病毒的数目是 10，而免疫猪群仅为 0.5（de Jong 和 Kimman，1994）。

### **检测监督程序**

定期检测可以评估猪群健康状况。检测方法由特定的病原决定。抽样规模取决于预测的疾病流行数量。抽样可以是简单的、随机的或系统的（Thrusfield，1995）。横向抽样和纵向抽样常作为补充形式。监督程序的详细信息见第 69 章猪群疾病监督。

### **做好监督和控制疾病的记录**

发病率、死亡率、繁殖力和生长性能等记录可很好地作为病原引入的指示器。

疾病可疑时记录也很重要。所有动物来源、动物产品（包括致弱活疫苗、生物制品和精液）、饲料（谷物、添加剂）、设备、运输工具（家畜、饲料、专家）和在疾病暴发前到过农场人员（商贩和饲料代理、参观者、兽医、技术人员、邮递员、服务员），以上信息用于“后溯”过程来确定病原来源和传入方式。一旦证实了病原来源，就可以采取措施，降低未来病原引入的危险。农场外动物及设备流动的类似信息可用于“前瞻”过程，判断其它方面可能获得的感染动物、动物产品或污染装置。

做好畜群记录、有序地更新数据，对后溯和前瞻过程都有帮助。当疾病暴发时，由于混乱的状况，获取信息是很困难的。有规律的记录帮助记录人快速而准确地做好流动记录以便于示踪过程。母猪群里的个体动物鉴定会提高示踪操作的效率。虽然要求每一位雇员懂得如何在突发事件中做好记录，但是每个人都应对准确的记录负有责任。

**以下是定期保存的记录介绍：**

- 1.群中动物清单：动物数目、动物鉴定、生育情况、年龄、品种、来源。死亡或淘汰的动物也要记清。
- 2.动物进、出农场：日期、动物鉴定、来源、目的地、原因、司机、运输工具、前畜主的姓名和电话。
- 3.参观者：姓名、电话、参观原因、上次接触家畜的时间、带入的装备。参观者包括雇员以外所有的人：兽医、饲料商、家畜商、修理工、邻居等。
- 4.运输工具：司机、日期、来源、目的地。除了参观者记录表中已有的，所有运输工具都包括在内，如运送包裹的车、丙烷车、垃圾车、电车等。
- 5.设备、饲料、精液运输：日期、来源、目的地、邮递员、售货员。
- 6.粪便应用/运输：日期、来源、应用地区、数量和应用方法。
- 7.接种和治疗记录：动物鉴定、日期、治疗/接种原因、投药方法。
- 8.雇员记录：姓名、地址、电话，是否接触其它家畜。
- 9.附近区域的宠物和其它动物。
- 10.淘汰动物出售：编号、日期、地址。

暴发规定类疾病时，需要更多信息（美国农业部，1992）。怀疑或确诊为规定类疾病后，调查人员要立即获得以下详细信息：暴发前 21 天，所有动物（家畜和宠物）的运动情况、动物产品（肉类）、粪便、设备、运输工具、人员和饲料等的一切行踪。前述指定信息也会被应用。

## 证明程序

证明程序可确定一个畜群有无特定病原。在地区水平上，证明程序是大的消除工程的转折点。旋毛虫证明程序是近来形成的控制病原的典型例子（Pybrun, 2003）。

## 消除程序

消除程序可在畜群、当地、地区、国家或国际水平上来设计。有时候，通过正常的交换饲养畜群可实现消除疾病的目的。其它情况下，则需要检测和淘汰接种或不接种的、部分或全部降低饲喂的动物数量。

紧急接种作为消除 A 类疾病的方法已被确认（Laddomada, 2003）。有人尝试采用检测、淘汰和减少育肥群接种或非接种数量的方法来消除 PRRS 病毒（Dee 和 Joo, 1994；Dee 等，1998，2001）。TGE 病毒已经通过减少数量及检测和淘

汰的方法而被消除（Gunn, 1996）。通过除去农场中所有 10 月龄以下动物的方法部分减少动物数量、清洁消毒设备和药物治疗成年动物，对于消除猪肺炎支原体成功率是 81%（Heinonen 等, 1999）。

畜群因素决定着消除的最佳方案。伪狂犬的消除用于“做决定”模型中：母畜血清阳性率低、密度大的群体实施了接种，母畜血清阳性率高的部分减少数量，母畜血清阳性率低的检测、淘汰。最后实施减量和增量（Siegel 和 Weigel, 1999）。

减量和增量方案实施起来较昂贵，而且需要很多规划。简言之，首先要评估畜群当前和今后的状况、流行病的费用、药物治疗和兽医治疗的费用、当今繁育价格、劳力需求和增量方法，所有这些都要调查后再决定计划是否可行（McNaughton, 1988）。实施增量之前，现有数据不足以作为今后的参考。例如，参考 FMD 病毒存活力的研究得出：高温（>20℃）下存活至少 3 个月；低温下长于 6 个月（Bartley 等, 2002）。

减少动物数量对许多外来疾病的消除是必要的。对感染动物实施安乐死和尽早淘汰易感家畜是控制 FMD 暴发最有效的手段（Ferguson 等, 2001）。有时候必须改善临床上健康动物的条件，因为对动物和饲料流动的限制会影响它们的健康。在应用安乐死作为设计和实施减少动物数量方案时，要考虑动物福利。美国猪兽医协会和国家猪肉委员会公布了猪安乐死选择权，另外也公布了对大群猪实施安乐死的选择权（Lambooy 和 van Voorst, 1986）。

（刘金华 译 吴清民 校）