

小反芻獸疫：新的潛在威脅

李 璠*

行政院農業委員會家畜衛生試驗所

摘要 小反芻獸疫病毒屬於副黏液病毒科、副黏液病毒亞科、麻疹病毒屬，主要感染山羊及綿羊。山羊與綿羊感染後會發高燒、眼鼻分泌物增多、消化道黏膜糜爛、間質性肺炎、淋巴系統內的淋巴球流失。當病毒入侵一個易感羊群，發病率介於 5% 至 90% 之間，死亡率可達 80%。過去 10 年之間，小反芻獸疫病毒由原有的疫區：非洲、中東、印度半島，向東蔓延至中亞及中國。2014 年上半年，這個疾病席捲全中國，造成嚴重的經濟損失。面對此一威脅，我國必須研擬防疫對策並預為準備。

關鍵字：小反芻獸疫、副黏液病毒科、麻疹病毒屬、山羊

緒言

小反芻獸疫(Peste des petits ruminants)的病名源自法文，又名綿羊瘟(ovine rinderpest)、山羊瘟(goat plague)、小反芻獸瘟疫(plague of small ruminants)、卡塔(Kata) [29]、假性牛瘟(pseudo-rinderpest)、口炎肺炎腸炎綜合症(stomatitis-pneumoenteritis) [9]。這個疾病是一種病癥類似牛瘟(rinderpest)、以綿羊與山羊為主要感染對象的傳染病，於 1942 年首次在西非的象牙海岸被發現[17]。過去小反芻獸疫的疫區分布於非洲、中東、印度半島一帶，但近年有向東延伸的趨勢，目前已經蔓延到中國大部分省分，甚至遠達黑龍江省，成為威脅亞洲國家小型反芻獸健康的新浮現傳染病。

病原

小反芻獸疫病毒屬於副黏液病毒科(family *Paramyxoviridae*)、副黏液病毒亞科(subfamily *Paramyxovirinae*)、麻疹病毒屬(genus *Morbivirus*)，血清型僅有一種。麻疹病毒屬內除了小反芻獸疫之外，尚有另外 5 種病毒：犬瘟熱病毒(canine distemper virus)、鯨豚瘟熱病毒(cetacean distemper virus)、麻疹病毒(measles virus)、海豹瘟熱病毒(phocine distemper virus)、牛瘟病毒(rinderpest virus)。在麻

疹病毒屬的病毒中，小反芻獸疫病毒與已在野外絕跡的牛瘟病毒親緣關係及抗原性最為接近。

小反芻獸疫病毒的病毒顆粒具有封套，外型呈多形性，大小介於 150 nm 至 700 nm [19]。小反芻獸疫病毒的基因體是一條線狀的負向單股 RNA，長度 15,948 個鹼基，基因體內含 8 個基因，以 3'-N-P/C/V-M-F-HN-L-5' 的順序排列在基因體上 [4]。8 個基因中，有 6 個是結構蛋白基因：核蛋白衣蛋白(nucleocapsid protein, N) 基因、磷蛋白(phosphoprotein, P) 基因、融合蛋白(fusion protein, F) 基因、基底蛋白(matrix protein, M) 基因、血液凝集素-神經胺酸酶(hemagglutinin-neuraminidase protein, HN) 基因、大型蛋白(large protein, L) 基因。基因體內的另外 2 個基因因為非結構蛋白基因：C 蛋白基因與 V 蛋白基因。C 蛋白與提升病毒在週邊血球內增殖效率、RNA 合成、決定病毒毒力、調節 RNA 聚合酶活性、阻斷第 1 型干擾素生成等有關 [6,8,14,25,39]。V 蛋白能與核蛋白衣蛋白、大型蛋白結合，功能應與 RNA 合成有關[45]。

易感動物

山羊與綿羊是小反芻獸疫的主要易感動物。牛與豬是終端宿主(dead-end host)，雖然會感染，但無法

*抽印本索取作者
行政院農業委員會家畜衛生試驗所

將病毒傳播給其他個體[27,36]。關於水牛感染後的臨床症狀，僅有一篇有關印度水牛(*Bubalus bubalis*)的文獻提及[20]。駱駝也是易感動物之一，曾有文獻報告蘇丹與奈及利亞的駱駝血清呈現小反芻獸疫抗體陽性反應[42, 50]；2004年8月蘇丹的駱駝死亡疫情，也是感染小反芻獸疫病毒所致[26]。野生動物中，以白尾鹿(white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*)進行人工感染試驗可以使感染成立，但致病性在個體差異很大[21]。動物園中的瞪羚(gazelles)、阿爾卑斯山羊(ibex)、大羚羊(gemsbok)也有病例報告[16]。印度在亞洲獅(Asiatic lion, *Panthera leo persica*)組織內也曾檢測出小反芻獸疫病毒[5]。感染小反芻獸疫的動物均不會長期帶毒或成為保毒動物。目前尚無證據顯示小反芻獸疫病毒會感染人類。

傳播方式

小反芻獸疫侵入一個動物族群的管道，通常是經由引進了帶有病毒的動物。感染的動物在臨床症狀出現後，可從眼、鼻、口分泌物及糞便排出病毒[9]。

症狀與病變

小反芻獸疫的潛伏期為2至6日。病毒主要攻擊的是呼吸系統、消化系統以及淋巴系統。

發病初期的症狀為嚴重沉鬱、離群、食慾減退、便秘、發燒及黏膜糜爛(mucosal erosion)，羊的體溫可達攝氏41.3度，持續3至7日；接著會出現2至3日下痢；自發病後第6日起，糞便中有黏液、帶血。病羊可見卡他性至化膿性的鼻分泌物，嚴重時造成鼻孔堵塞；鼻黏膜有小區域壞死病灶；支氣管性肺炎會導致咳嗽及呼吸困難；眼部分泌物增加，結膜炎；糜爛性及壞死性口炎，口腔黏膜有糜爛病灶；後期在口腔黏膜與皮膚交界處有類似傳染性化膿性皮膚炎(orf)的皮膚病變。羊隻死亡通常伴隨在肺炎之後，有時發病後1週內便死亡。發病率為5%至90%；致死率50%至80%，5至12月齡未成年羊隻的致死率尤高。懷孕各時期的母羊感染小反芻獸疫均可能導致流產[9,10]。

病羊通常脫水、消瘦、眼窩凹陷。鼻黏膜與鼻甲骨有壞死區域，氣管黏膜嚴重鬱血，氣管腔內有白色

泡沫樣黏液。肺臟暗紅色至紫色，觸感堅實；病變主要分布在前葉與心葉。羊感染後的黏膜糜爛可以出現於軟顎、硬顎、舌、嘴唇、食道、瘤胃、皺胃與腸道。其他可能出現的病變包括迴盲瓣附近的出血與潰瘍、直腸線狀出血、壞死性扁桃腺炎、淋巴結輕微腫大與水腫、脾臟腫大鬱血、外陰陰道炎[9,10,28]。

組織病理學上，口腔黏膜糜爛病灶週緣的上皮細胞可見到水樣變性。瀰漫性間質性肺炎；發病後2日內急性死亡的病例多半可見到呼吸系統出血性病變，上呼吸道與肺實質內有大量滲出液，滲出液有纖維蛋白；肺泡壁細胞(pneumocyte)內有嗜酸性核內或質內包涵體，肺泡內有巨大細胞；發病後3至5日死亡的病例，肺實質組織的病變更加嚴重，單核細胞聚集，部分肺泡上皮細胞由扁平轉變為立方上皮。大腸與小腸黏膜潰瘍與黏膜下層出血；腸道固有層內有單核細胞浸潤，上皮細胞呈團塊堆積在腸腔內；小腸絨毛萎縮，腸黏膜陷窩內有細胞圓柱(cellular cast)，腸道上皮細胞內有嗜酸性核內包涵體；佩亞氏斑內的淋巴球流失。肝臟嚴重鬱血或出血，切面有多處蒼白的區域；肝小葉帶狀或門脈周邊的肝細胞凝固性壞死或鈣化，壞死細胞周圍可見2至6個肝細胞形成的融合細胞；肝細胞內可發現嗜酸性核內包涵體。脾臟內廣泛出血、壞死、血鐵質沉積；淋巴球流失，生發中心與靜脈竇有巨噬細胞浸潤，淋巴球有核濃縮及核破裂的現象。淋巴結出血、壞死。淋巴球流失的現象在病程拖得較長的病畜尤其顯著。扁桃腺陷窩上皮細胞內可見大量細胞質內包涵體[9, 10, 28]。腎盂移行上皮細胞的水泡變性、嗜酸性包涵體及心肌細胞的斷裂、玻璃變性(hyalinization)、巨噬細胞浸潤、淋巴球浸潤也出現在少數病例[28]。

流行病學與疫情

小反芻獸疫自1942年被發現於西非之後，盛行的區域長年維持在非洲、中東、印度半島一帶。1970年代該病毒陸續現蹤在奈及利亞[18]、蘇丹[13]、阿拉伯聯合大公國[16]、喀麥隆[37]、埃及[24]、阿曼王國[46]、沙烏地阿拉伯[1]、約旦[31]、衣索比亞[40]，依然侷限於非洲大陸與中東地區。1980年代後期，小反芻獸疫的疫區向東延伸到印度

[35,44,47]、巴基斯坦[23]、哈薩克[32]。1995年發生於烏干達[33]，1999年土耳其[37]也出現疫情。進入21世紀以來，塔吉克共和國[30]、以色列、馬利、剛果、肯亞、中國、烏干達、摩洛哥、坦尚尼亞、不丹、阿爾及利亞[12]、加彭、突尼西亞、埃及、安哥拉、庫德斯坦[22]、獅子山共和國[34]也陸續通報疫情(表1)。小反芻獸疫儼然成為21世紀擴張最快的動物傳染病之一。

中國的小反芻獸疫病例在2007年首見於西藏[48]。2013年12月新疆維吾爾自治區鄰近中國與哈薩克邊界的伊犁州也出現病例；接著在2014年上半年，小反芻獸疫向東傳遍中國大部分地區，遠達遼寧省及黑龍江省[49]；距我國僅一海之隔的東南沿海省分如江蘇、浙江、廣東亦難倖免。

診斷

小反芻獸疫在臨床上最常見的症狀是發燒、眼鼻分泌物增加、口腔黏膜糜爛、下痢、肺炎及腸炎。診斷時必須綜合臨床表徵、剖檢病變與實驗室檢測結果，需與藍舌病、水心病、羊接觸性膿胞症、羊痘、山羊胸膜肺炎、奈洛比綿羊病、沙氏桿菌症、巴氏桿菌症、球蟲症、植物或礦物質中毒等疾病區別[9]。

腸系膜淋巴結、脾臟、福馬林固定的其他病變組織、血清及EDTA抗凝血液是懷疑病畜罹患小反芻獸疫時可採集的檢體[9]。世界動物衛生組織的陸生動物試驗與疫苗手冊建議對活體採集其結膜、鼻腔、口腔的分泌物進行檢驗；發病早期的動物可採抗凝血液以供病毒分離與反轉錄聚合酶連鎖反應(reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR)之用；剖檢採集腸系膜淋巴結、支氣管淋巴結、脾臟、脾臟及腸黏膜。對於疑似病例的診斷，病毒分離、RT-PCR、即時反轉錄聚合酶連鎖反應(real-time RT-PCR, QRT-PCR)、免疫捕捉酵素連結免疫吸附分析法(immune-capture enzyme-linked immunosorbent assay, icELISA)等是世界動物衛生組織推薦的診斷方法[51]。

小反芻獸疫病毒可以在綿羊腎臟細胞、牛腎臟細胞、綿羊淋巴球、山羊淋巴球內生長，在綿羊和山羊細胞內繁殖的病毒力價較高[41]。非洲綠猴細胞株

(Vero cell, CCL 81)也可以用來分離小反芻獸疫病毒。可將採自疑似病例的全血或磨碎組織接種於非洲綠猴細胞株，病毒造成的細胞病變為圓形化、細胞聚成葡萄狀、細胞融合[43]。但是，用前述初代細胞或細胞株自病材分離小反芻獸疫病毒，往往需要數次盲目繼代才會出現細胞病變。Adombi等發展出能表現山羊傳訊淋巴球活化分子(signaling lymphocyte activation molecule, SLAM)的Vero細胞株，利用這種細胞株可以在5日內出現細胞融合的病變[2]。

檢測小反芻獸疫病毒核酸的方法，以RT-PCR與QRT-PCR的應用最為廣泛。病毒的N基因與F基因可作為RT-PCR的檢測標的[11, 15]。

前述的icELISA係應用單源抗體檢測檢體中的小反芻獸疫病毒N蛋白。檢測所需時間約2小時，分析敏感度可達 $10^{6.6}$ TCID₅₀，目前已有商品化套組[51]。

免疫色層分析法(immunochromatographic test)也被應用在臨床檢測，並已經商品化(Foresite Diagnostic Ltd., UK)。其優點是可以在田間直接檢測眼鼻分泌物內的病毒，檢測時間僅需30分鐘；最早在感染後4日即可測得病毒抗原的存在。與聚合酶連鎖反應的檢測結果比較，免疫色層分析法的診斷敏感度為84%，診斷特異性為95%。分析敏感度可達 10^3 TCID₅₀ [7]。

血清學檢測方面，抗體可用病毒中和試驗(virus neutralization test) [12, 22]及競爭性酵素連結免疫吸附分析法(competitive ELISA)檢測。病毒中和試驗使用的細胞是Vero細胞株或初代綿羊腎臟細胞，整個檢測需時1至2週[51]。

治療

沒有特殊藥物可以針對小反芻獸疫進行積極的治療。孟加拉的獸醫師在該國疫情發生時以抗生素、抗組織胺、收斂劑與輸液治療發病山羊，大約10%的病羊會存活下來[10]。但是因為治療後的致死率與自然情況下的致死率接近，推測治療的效果並不顯著。

討論與結語

有鑑於小反芻獸疫已經遍及七十幾個國家，影響全球80%以上的羊群，2015年3月31日至4

月 2 日，聯合國糧農組織及世界動物衛生組織在象牙海岸聯合舉辦全球控制與消滅小反芻獸疫會議(FAO and OIE International Conference for the Control and Eradication of Peste Des Petits Ruminants (PPR)) [52]，旨在啟動全球小反芻獸疫控制與消滅策略。會議中各國對控制小反芻獸疫均有共識，雖然所需的財務資源、成本效益分析、區域整合尚待加強，世界動物衛生組織仍以 2030 年為目標年，期盼小反芻獸疫成為繼牛瘟之後第二個被撲滅的動物疫病。

雖然我國目前仍為小反芻獸疫的非疫國，面對國際上撲滅小反芻獸疫的趨勢以及 2014 年在中國大陸肆虐的疫情，小反芻獸疫的防疫工作不再是遠在天邊、遙不可及的議題。「臺灣，準備好了嗎？」

關於防疫上的應對作為，有幾個面向或許值得有關當局思考：

第一，國內的獸醫師與農民對這個疾病的認識是否足夠？在兩岸交流頻繁的今日，小反芻獸疫經由各種管道進入國境並非不可能。一旦入境，第一線的獸醫師與農民必須有能力和警覺性在疫病出現的早期立即發現，在它擴散之前辨識、確診與撲滅。為了提升警覺性與辨識能力，農業委員會、縣市政府動物防疫機構、養羊協會應透過各自的宣導體系提供教育資源，提高獸醫師與羊農的警覺性。以 2015 年 H5 亞型禽流感為例，部分鵝農與獸醫師反映，症狀早在 2014 年 12 月便在某些鵝場浮現，卻因未能早期警覺與送檢，致使疫情擴散後不可收拾，幾乎摧毀整個養鵝產業。殷鑑不遠，養羊產業切勿對近在咫尺的小反芻獸疫掉以輕心，讓禽流感的慘痛經驗在養羊業重

演。

第二，我國對小反芻獸疫的防疫策略是什麼？小反芻獸疫目前在我國動物傳染病分類表(行政院農業委員會 101 年 2 月 10 日農防字第 1011472236 號公告修正)名列甲類疾病。倘若國內爆發小反芻獸疫，政府將依照對於口蹄疫、高病原性禽流感等甲類疾病的防疫策略，以撲殺為防疫對策，或是參考同列甲類疾病的羊痘，以疫苗接種為主要防疫對策？小反芻獸疫的減毒疫苗，自 1980 年代以來就是預防小反芻獸疫的有效工具[3]，我國會不會考慮採用？什麼情況下會引進使用？針對這些問題，政府應該邀集專家，設定各種防疫情境，依據流行病學、風險分析、成本效益分析以及國外的防疫經驗模擬疫情推展，研擬對策，建立標準作業程序並著手演練。如果疫苗接種是選項之一，小反芻獸疫疫苗或有需要比照口蹄疫及禽流感進行儲備與推陳，儲備的劑量必須估算，疫苗的來源也必須確定。

第三，診斷技術是否建立？對於實驗室端，家畜衛生試驗所是發現疑似病例時的必然送檢機關。相關實驗室接受檢診病例、剖檢獸醫師、實驗室診斷的人員必須對小反芻獸疫具有警覺性，所需的細胞株、診斷試劑、單源抗體等預先儲備，以期在最短時間提供防疫行政機關正確的診斷結果。是否需要比照牛瘟實施經常性的抗體監測，監測規模與效益如何，也值得評估。

本文整理了小反芻獸疫的病原特性、病癥及流行病學資訊，盼能作為研擬動物傳染病防疫檢疫政策與動物傳染病科學研究之參考。

表1、過去10年各國向世界動物衛生組織通報的小反芻獸疫疫情。

通報日期	國家	病例數(頭)	死亡數(頭)
2005年1月6日*	以色列	1	1
2005年1月19日	馬利	150	150
2005年5月15日	馬利	260	170
2006年7月27日	剛果	614	614
2007年1月15日	肯亞	3,400	1,690
2007年3月27日	肯亞	10,538	7,207
2007年5月16日	肯亞	9,060	7,500

小反芻獸疫：新的潛在威脅

2007年7月27日	中國(西藏)	821	292
2007年7月30日	烏干達	—	—
2007年8月16日	中國(西藏)	3,290	778
2007年8月24日	中國(西藏)	1,444	489
2007年9月13日	中國(西藏)	196	67
2008年7月11日	中國(西藏)	102	0
2008年7月23日	摩洛哥	72	22
2008年7月29日	摩洛哥	730	207
2008年8月7日	摩洛哥	1,614	1,081
2008年8月12日	摩洛哥	417	107
2008年8月25日	摩洛哥	885	322
2008年9月13日	摩洛哥	407	207
2008年9月19日	摩洛哥	677	320
2008年9月30日	摩洛哥	295	115
2008年10月14日	摩洛哥	138	39
2008年11月3日	摩洛哥	125	58
2008年11月28日	摩洛哥	75	33
2009年1月27日	坦尚尼亞	230	70
2009年5月20日	坦尚尼亞	1,332	376
2010年7月9日	不丹	27	27
2010年6月2日	中國(西藏)	133	69
2011年3月20日	阿爾及利亞	6	0
2011年12月22日	加彭	50	46
2011年5月16日	突尼西亞	2	1
2011年6月2日	突尼西亞	79	10
2011年9月7日	以色列	13	5
2012年3月19日	阿爾及利亞	19	2
2012年4月16日	突尼西亞	58	8
2012年8月1日	埃及	357	0
2012年10月8日	安哥拉	—	—
2013年1月14日	葛摩聯盟**	160	122
2013年1月23日	阿爾及利亞	32	9
2013年10月11日	塔吉克	350	101
2013年12月5日	中國(新疆)	1,236	203
2013年12月26日	中國(新疆)	176	34
2014年1月2日	中國(新疆)	160	38
2014年1月3日	中國(新疆)	306	70
2014年1月24日	中國(甘肅)	951	133

2014年2月17日	中國(內蒙古)	1,063	431
2014年2月18日	中國(寧夏)	116	32
2014年3月22日	中國(遼寧)	24	11
2014年3月25日	中國(湖南)	360	234
2014年3月29日	中國(江西)	50	47
2014年3月31日	中國(吉林)	46	35
2014年4月2日	中國(重慶、四川、湖北、浙江、山西)	808	335
2014年4月4日	中國(重慶、安徽、吉林、江西)	1,537	1,038
2014年4月8日	中國(黑龍江、雲南、貴州、陝西、吉林、廣西)	1,033	578
2014年4月9日	中國(山西、雲南、湖北、浙江、江西、安徽、陝西、河南、江蘇、貴州、吉林)	13,128	6,924
2014年4月22日	中國(雲南、黑龍江、吉林、山西、陝西)	2,195	1,033
2014年5月9日	中國(安徽、湖南、廣西、黑龍江、雲南、吉林、山西、貴州、浙江)	10,366	3,867
2014年5月16日	中國(新疆、廣西、廣東)	148	64
2014年6月3日	中國(山西)	311	186
2014年6月17日	中國(廣西、貴州、四川、山西、陝西)	130	36
2014年7月18日	不丹	27	7
2014年7月29日	不丹	146	22
2015年4月18日	以色列	100	10
總計		72,575	37,683

*截至2015年4月為止，發生疫情的國家分布於非洲與亞洲共計16國。

**葛摩聯盟：Union of Comoros。

參考文獻

1. Abu Elzein EM, Hassanien MM, Al-Afaieg AI, Abd Elhadi MA, Housawi FM. Isolation of Peste Des Petits Ruminants Virus from Goats in Saudi Arabia. *Vet Rec* 127: 309-310, 1990.
2. Adombi CM, Lelenta M, Lamien CE, Shamaki D, Koffi YM, Traoré A, Silber R, Couacy-Hymann E, Bodjo SC, Djaman JA, Luckins AG, Diallo A. Monkey CV1 Cell Line Expressing the Sheep-Goat SLAM Protein: A Highly Sensitive Cell Line for the Isolation of Peste Des Petits Ruminants Virus from Pathological Specimens. *J Virol Methods* 173: 306-313, 2011.
3. Albina E, Kwiatek O, Minet C, Lancelot R, Servan de Almeida R, Libeau G. Peste Des Petits Ruminants, the Next Eradicated Animal Disease? *Vet Microbiol* 165: 38-44, 2013.
4. Bailey D, Banyard A, Dash P, Ozkul A, Barrett T. Full Genome Sequence of Peste Des Petits Ruminants Virus, a Member of the Morbillivirus Genus. *Virus Res* 110: 119-124, 2005.
5. Balamurugan V, Sen A, Venkatesan G, Bhanot V, Yadav V, Bhanuprakash V, Kumar Singh R. Peste Des Petits Ruminants Virus Detected in Tissues from an Asiatic Lion. (*Panthera leo persica*) Belongs to Asian Lineage IV. *J Vet Sci* 13: 203-206, 2012.
6. Baron MD, Barrett T. Rinderpest Viruses Lacking the C and V proteins Show Specific Defects in Growth and Transcription of Viral RNAs. *J Virol* 74: 2603-2611, 2000.
7. Baron J, Fishbourne E, Couacy-Hymann E, Abubakar M, Jones BA, Frost L, Herbert R, Chibssa TR, van 't Klooster G, Afzal M, Ayebazibwe C, Toye P, Bashiruddin J, Baron MD. Development and Testing of a Field Diagnostic Assay for Peste Des Petits Ruminants Virus. *Transbound Emerg Dis* 61: 390-396, 2014.
8. Boxer EL, Nanda SK, Baron MD. The Rinderpest Virus Non-structural C Protein Blocks the Induction of Type 1 Interferon. *Virology* 385: 134-142, 2009.
9. Bundza A, Afshar A, Dukes TW, Myers DJ, Dulac GC, Bucker SAWE. Experimental Peste Des Petits Ruminants (Goat Plague) in Goats and Sheep. *Can J Vet Res* 52: 46-52, 1988.
10. Chowdhury EH, Bhuiyan AR, Rahman MM, Siddique MSA, Islam MR. Natural Peste Des Petits Ruminants Infection in Black Bengal Goats: Virological, Pathological, and Immunohistochemical Investigation. *BMC Vet Res* 10: 263, 2014.
11. Couacy-Hymann E, Roger F, Hurard C, Guillou JP, Libeau G, Diallo A. Rapid and Sensitive Detection of Peste Des Petits Ruminants Virus by a Polymerase Chain Reaction Assay. *J Virol Methods* 100: 17-25, 2002.
12. De Nardi M, Lamin Saleh SM, Batten C, Oura C, Di Nardi A, Rossi D. First Evidence of Peste Des Petits Ruminants (PPR) Virus Circulation in Algeria (Sahrawi Territories): Outbreak Investigation and Virus Lineage Identification. *Transbound Emerg Dis* 59: 214-222, 2012.
13. El Hag Ali B, Taylor WP. Isolation of Peste Des Petits Ruminants Virus from the Sudan. *Res Vet Sci* 36: 1-4, 1984.
14. Escoffier C, Manie S, Vincent S, Muller CP, Billeter M, Gerlier D. Nonstructural C Protein Is Required for Efficient Measles Virus Replication in Human Peripheral Blood Cells. *J Virol* 73: 1695-1698, 1999.
15. Forsyth MA, Barrett T. Evaluation of Polymerase Chain Reaction for the Detection and Characterization of Rinderpest and Peste Des Petits Ruminants Viruses for Epidemiological Studies. *Virus Res* 39: 151-163, 1995.
16. Furley CW, Taylor WP, Obi TU. An Outbreak of Peste Des Petits Ruminants in Zoological Collection. *Vet Rec* 121: 443-447, 1987.
17. Gargadennec L, Lalanne A. La peste des petits ruminants (in French). *Bull Serv Zoot Epiz Afr Occ Fr* 5: 16-21, 1942.
18. Gibbs EP, Taylor WP, Lawman MJ. The Isolation of Adenoviruses from Goats Affected with Peste Des Petits Ruminants in Nigeria. *Res Vet Sci* 23: 331-335, 1977.
19. Gilbert Y, Monnier J. Adaptation of the Virus of Peste Des Petits Ruminants to Tissue Cultures. *Revue Elev Med Vet Pays Trop* 15: 321-335, 1962.
20. Govindarajan R, Koteeswaran A, Venugopalan AT, Shyam G, Shaouna S, Shaila MS, Ramachandran S. Isolation of Peste Des

- Petits Ruminants Virus from an Outbreak in Indian Buffalo (*Bubalus bubalis*). *Vet Rec* 141:573-574, 1997.
21. Hamdy FM, Dardiri AH. Response of White-Tailed Deer to Infection with Peste Des Petits Ruminants Virus. *J Wildlife Dis* 12: 516-522, 1976.
 22. Hoffmann B, Wiesner H, Maltzan J, Mustefa R, Eschbaumer M, Arif FA, Beer M. Fatalities in Wild Goats in Kurdistan Associated with Peste Des Petits Ruminants Virus. *Transbound Emerg Dis* 59: 173-176, 2012.
 23. Hussain M, Afzal M, Ali Q, Taylor W, Mariner J, Roeder P. The Epidemiology of Peste Des Petits Ruminants in Pakistan and Possible Control Policies. *Rev Sci Tech* 27: 869-876, 2008.
 24. Ismail IM, House J. Evidence of Identification of Peste Des Petits Ruminants from Goats in Egypt. *Arch Exp Veterinarmed* 44: 471-474, 1990.
 25. Ito M, Iwasaki M, Takeda M, Nakamura T, Yanagi Y, Ohno S. Measles Virus Non-structural C Protein Modulates Viral RNA Polymerase Activity by Interacting with Host Protein SHCBP1. *J Virol* 87: 9633-9642, 2013.
 26. Khalafalla AI, Saeed IK, Ali YH, Abdurrahman MB, Kwiatek O, Libeau G, Obeida AA, Abbas Z. An Outbreak of Peste Des Petits Ruminants (PPR) in Camels in the Sudan. *Acta Trop* 116: 161-165, 2010.
 27. Khan HA, Siddique M, Sajjad ur R, Abubakar M, Ashraf M. The Detection of Antibody against Peste Des Petits Ruminants Virus in Sheep, Goats, Cattle and Buffaloes. *Trop Anim Health Prod* 40: 521-527, 2008.
 28. Kul O, Kabakci N, Atmaca HT, Özkul A. Natural Peste Des Petits Ruminants Virus Infection: Novel Pathologic Findings Resembling Other Morbillivirus Infections. *Vet Pathol* 44: 479-786, 2007.
 29. Kumar N, Maherchandani S, Kashyap SK, Singh SV, Sharma S, Chaubey KK, Ly H. Peste Des Petits Ruminants Virus Infection of Small Ruminants: A Comprehensive Review. *Viruses* 6: 2287-2327, 2014.
 30. Kwiatek O, Minet C, Grillet C, Hurard C, Carlsson E, Karimov B, Albina E, Diallo A, Libeau G. Peste Des Petits Ruminants (PPR) outbreak in Tajikistan. *J Comp Pathol* 136: 111-119, 2007.
 31. Levè vre PC, Diallo A, Schenkel F, Hussein S, Staak G. Serological Evidence of Peste Des Petits Ruminants in Jordan. *Vet Rec* 128: 110, 1991.
 32. Lundervold M, Milner-Gulland EJ, O'Callaghan CJ, Hamblin C, Corteyn A, Macmillan AP. A Serological Survey of Ruminant Livestock in Kazakhstan during Post-Soviet Transitions in Farming and Disease Control. *Acta Vet Scand* 45: 211-224, 2004.
 33. Luka PD, Erume J, Mwiine FN, Ayebazibwe C. Molecular Characterization of Peste Des Petits Ruminants Virus from the Karamoja Region of Uganda (2007-2008). *Arch Virol* 157: 29-35, 2012.
 34. Munir M, Zohari S, Suluku R, Leblanc N, Kanu S, Sankoh FA, Berg M, Barrie ML, Ståhl K. Genetic Characterization of Peste Des Petits Ruminants Virus, Sierra Leone. *Emerg Infect Dis* 18: 193-195, 2012.
 35. Nanda YP, Chatterjee A, Purohit AK, Diallo A, Innui K, Sharma RN, Libeau G, Thevasagayam JA, Brü ning A, Kitching RP, Anderson J, Barrett T, Taylor WP. The Isolation of Peste Des Petits Ruminants Virus from Northern India. *Vet Microbiol* 51: 207-216, 1996.
 36. Nawathe DR, Taylor WP. Experimental Infection of Domestic Pigs with the Virus of Peste Des Petits Ruminants. *Trop Anim Health Prod* 11: 120-122, 1979.
 37. Ndamukong KJ, Sewell MM, Asanji MF. Disease and Mortality in Small Ruminants in the North West Province of Cameroon. *Trop Anim Health Prod* 21: 191-196, 1989.
 38. Ö zkul A, Akca Y, Alkan F, Barrett T, Karaoglu T, Bilge Dagalp S, Anderson J, Yesilbag K, Cokcaliskan C, Gencay A, Burgu I. Prevalence, Distribution, and Host Range of Peste Des Petits Ruminants Virus, Turkey. *Emerg Infect Dis* 8: 708-712, 2002.
 39. Patterson JB, Thomas D, Lewicki H, Billeter MA, Oldstone MB. V and C Proteins of Measles Virus Function as Virulence Factors in Vivo. *Virology* 267: 80-89, 2000.
 40. Roeder PL, Abraham G, Kenfe G, Barrett T. Peste Des Petits Ruminants in Ethiopian Goats. *Trop Anim Health Prod* 26: 69-73,

- 1994.
41. Rossiter PB, Wardley RC. The Differential Growth of Virulent and Avirulent Strains of Rinderpest Virus in Bovine Lymphocytes and Macrophages. *J Gen Virol* 66: 969-975, 1985.
 42. Saeed IK, Ali YH, Khalafalla AI, Rahman-Mahasin EA. Current Situation of Peste Des Petits Ruminants (PPR) in the Sudan. *Trop Anim Health Prod* 42: 89-93, 2010.
 43. Saliki JT, House JA, Mebus CA, Dubovi EJ. Comparison of Monoclonal Antibody-Based Enzyme-Linked Immunosorbent Assay and Virus Isolation for Detection of Peste Des Petits Ruminants Virus in Goat Tissues and Secretions. *J Clin Microbiol* 32: 1349-1353, 1994.
 44. Shaila MS, Shamaki D, Forsyth MA, Diallo A, Goatley L, Kitching RP, Barrett T. Geographic Distribution and Epidemiology of Peste Des Petits Ruminants Virus. *Virus Res* 43: 149-153, 1996.
 45. Sweetman DA, Miskin J, Baron MD. Rinderpest Virus C and V Proteins Interact with the Major (L) Component of the Viral Polymerase. *Virology* 281: 193-204, 2001.
 46. Taylor WP, al Busaidy S, Barrett T. The Epidemiology of Peste Des Petits Ruminants in the Sultanate of Oman. *Vet Microbiol* 22: 341-352, 1990.
 47. Taylor WP, Diallo A, Gopalakrishna S, Sreeramalu P, Wilsmore AJ, Libeau G, Rajasekhar M, Mukhopadhyay AK. Peste Des Petits Ruminants Has Been Widely Present in Southern India since, if not before, the Late 1980s. *Prev Vet Med* 52: 305-312, 2002.
 48. Wang Z, Bao J, Wu X, Liu Y, Li L, Liu C, Suo L, Xie Z, Zhao W, Zhang W, Yang N, Li J, Wang S, Wang J. Peste Des Petits Ruminants Virus in Tibet, China. *Emerg Infect Dis* 15: 299-301, 2009.
 49. Wang J, Wang M, Wang S, Liu Z, Shen N, Si W, Sun G, Drewe JA, Cai X. Peste Des Petits Ruminants Virus in Heilongjiang Province, China, 2014. *Emerg Infect Dis* 21: 677-680, 2015.
 50. Woma TY, Kalla DJ, Ekong PS, Ularamu HG, Chollom SC, Lamurde II, Bajehson DB, Tom ND, Aaron GB, Shamaki D, Bailey D, Diallo A, Quan M. Serological Evidence of Camel Exposure to Peste Des Petits Ruminants Virus (PPRV) in Nigeria. *Trop Anim Health Prod* 47: 603-606, 2015.
 51. World Organization for Animal Health. Chapter 2.7.11, Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, Seventh Edition. 2012.
 52. World Organization for Animal Health. FAO and OIE International Conference for the Control and Eradication of Peste Des Petits Ruminants (PPR), Abidjan, Côte D' Ivoire, March 31-April 4, 2015. <http://www.oie.int/eng/ppr2015/Document.html>

Peste Des Petits Ruminants: a Potential Threat to Our Livestock

F Lee*

Animal Health Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan

Abstract Peste des petits ruminants virus is a member of the genus Morbillivirus within the family *Paramyxoviridae*. Goats and sheep are the major species susceptible to the virus. Infection of susceptible species leads to high fever, conjunctival and nasal discharges, mucosal erosion of alimentary tract, interstitial pneumonia, and lymphoid depletion. The morbidity of the disease ranges from 5% to 90% and the mortality can reach 80%. During the last decade, peste des petits ruminants moved eastwards from its historical habitats, Africa, Middle East, and Indian Peninsula, to Central Asia. In early 2014, the virus invaded goat populations throughout China, resulting a devastating economic loss in China. Facing the increasing threat of peste des petits ruminants invading to Taiwan, preparedness and response plans against the potential outbreaks are essential.

Keywords: *Peste des petits ruminants, paramyxovirus, goat.*