ลักษณะเฉพาะทางโลหิตวิทยาของโคนมที่ป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย

The Hematological Characteristics of Developmental staged Bovine Anaplasmosis of Dairy Cows in the West of Thailand

เกรียงศักดิ์ ไพรหิรัญกิจ[1] สุนันท์ คำเลิศ[2,3]
Kreangsak Prihirunkij[1] and Sunun Kumlert[2,3]

ABSTRACT

Sixty blood samples from developmental staged bovine anaplasmosis of dairy cows in the west of Thailand were collected and studied in hematology, during June 1998 and June 1999. The significant parameters benefited to evaluate patients status, treatment planing and prognosis were pack cell volume and hemoglobin concentration. The means of the two parameters, found in this study, were 12.9 ± 2.1% (normal=35%) and 5.2 ± 1.1 g/dl (normal=11g/dl) respectively. Other parameters such as plasma protein, total white blood cell count and differential count were not different from normal values.

Key words : hematology, bovine anaplamosis, developmental staged, the West of Thailand

[1] ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900
Depart. of Pathology,Faculty of Veterinary Medicine,Kasetsart University,Bangkhen Campus,Bangkok.10900

[2] ภาควิชาสูติศาสตร์ เธนุเวชวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
Depart. Of Obstetics Gynaecology and Animal Reproduction,Faculty of Veterinary Medicine,Kasetsart University,Kamphangsaen Campus,Nakhonpathom. 73140

[3] โรงพยาบาลสัตว์หนองโพ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โพธาราม ราชบุรี 70120
Nongpho Animal Hospital,Faculty of Veterinary Medicine,Kasetsart University,Photaram,Rachaburi 70120

บทคัดย่อ

จากการศึกษาค่าโลหิตวิทยาของโคนมที่ป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542 จำนวน 60 ตัวอย่าง พบว่าตัวแปรที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการประเมินสภาพโคป่วยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการรักษาและการพยากรณ์โรคคือ ค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.9 ± 2.1 %(ค่าปกติ=35%) และ 5.2 ± 1.1 g/dl(ค่าปกติ=11g/dl) ตามลำดับส่วนค่าอื่นๆ เช่น ค่าโปรตีนในพลาสมา จำนวนเม็ดเลือดขาวรวมและค่าเม็ดเลือดขาวแยกชนิดอยู่ในเกณฑ์ปกติ

คำสำคัญ : ค่าโลหิตวิทยา อะนาพลาสโมซิส ระยะแสดงอาการ ภาคตะวันตกของประเทศไทย

บทนำ

bovine anaplasmosis เป็นโรคติดเชื้อ ริคเค็ทเซียที่มีชื่อว่า *Anaplasma marginale* ริคเค็ทเซียชนิดนี้จะอยู่ในเม็ดเลือดแดง (intraerythrocyte) มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ติดสีม่วงดำ เมื่อย้อมด้วยสี Wright's Giemsa ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.3-1 um (Stoltsz, 1993) และอยู่ตามขอบเม็ดเลือดแดง พบได้ 1-2 อันต่อเม็ดเลือดแดง 1 เซลล์ โคนมที่ป่วยเป็นโรคนี้จะแสดงอาการไข้ ไม่กินอาหาร มีภาวะแห้งน้ำ น้ำนมลด ดีซ่าน ท้องผูก และโคป่วยอาจแท้งได้ ดังนั้นโรคนี้จึงทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเป็นอย่างมาก โรคนี้พบได้ทั่วไปในประเทศที่อยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรของโลกหรือประเทศที่อยู่ในเขตโซนร้อนและพบได้ตลอดทั้งปี (Jain, 1993) โดยมีเห็บกว่า 20 ชนิดและแมลงดูดเลือดอื่นๆเป็นพาหะของโรค (Stoltsz, 1993) นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ไม่สะอาดมีการปนเปื้อนตัวอย่างเช่นการตัดเขา การฉีดวัคซีน หรือการฉีดยาโดยใช้เข็มร่วมกัน การตอน และการสักหมายเลขตัวสัตว์ (tattooing) ก็เป็นสาเหตุของการแพร่เชื้อโรคด้วยเช่นกัน

ขบวนการเกิดโรค สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ได้แก่ระยะฟักตัวของโรค (incubation period) กินระยะเวลานานประมาณ 15-45 วัน (Jain, 1993) ซึ่งระยะนี้โคจะยังไม่แสดงอาการ ถัดมาเป็นระยะที่โคนมแสดงอาการป่วย (developmental stage) กินระยะเวลานานประมาณ 4-9 วัน (Richey, 1999) ระยะนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงจะเริ่มสังเกตเห็นความผิดปกติและให้การดูแลเอาใจใส่กับโคป่วยมากขึ้นในขณะเดียวกันก็เป็นระยะที่สามารถพบเชื้อ *A. marginale* ได้มากที่สุด ระยะถัดมาเป็นระยะที่เชื้อ *A. marginale* มีจำนวนลดลง (convalescent stage) ระยะนี้หากโคป่วยสามารถปรับตัวได้ก็จะฟื้นตัวและกลายเป็นตัวอมโรค (carrier stage) ในที่สุดซึ่งเป็นระยะที่โคนมไม่แสดงอาการป่วยและจะไม่พบตัวเชื้อในกระแสโลหิต แต่จะเป็นตัวกักเก็บโรคไว้ (reservoir) (Richey, 1999)

สำหรับการตรวจวินิจฉัยโรคในปัจจุบันพบว่าการตรวจหาเชื้อ *A. marginale* ในเม็ดเลือดแดงจัดเป็นการวินิจฉัยขั้นสุดท้าย (definitive diagnosis) (Richey, 1999) เนื่องจากการตรวจโดยวิธีซีรัมวิทยาอื่นๆ เช่น วิธี complement fixation test และ

rapid card agglutination test แม้ว่าเป็นวิธีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายก็ตามแต่จะให้ผลบวกก็ต่อเมื่อสัตว์ป่วยเริ่มแสดงอาการซึ่งเป็นระยะเดียวกับที่สามารถพบเชื้อ *A. marginale* ในเม็ดเลือดแดงได้ ดังนั้นในระยะฟักตัวของโรค (incubation stage) การทดสอบทางซีรัมวิทยาจึงให้ผลเป็นลบและให้ผลเป็นบวกในระยะแสดงอาการ (developmental stage) ระยะฟื้นตัว (convalescent stage) และระยะที่เป็นตัวอมโรค (carrier stage) ฉะนั้นการทดสอบทางซีรัมวิทยาจึงไม่สามารถใช้แยกระยะทั้งสามออกจากกันได้ (Richey, 1999)

ปัจจุบันพื้นที่ภาคตะวันตก (เขต 7) มีการเลี้ยงโคนม 7 จังหวัด ได้แก่ นครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี สุพรรณบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และสมุทรสาคร ซึ่งจัดว่าเป็นเขตการเลี้ยงโคนมและผลิตน้ำนมดิบที่ใหญ่ที่สุดแหล่งหนึ่งของประเทศแต่พบว่าสามารถพบโรคอะนาพลาสโมซิสได้ตลอดทั้งปีและป้องกันได้ยาก เนื่องจากการเคลื่อนย้ายโคนมระหว่างท้องที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาจึงก่อให้เกิดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเป็นอันมากดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

การศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยาของโคนมที่ป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการแล้วยังเป็นการศึกษาเปรียบเทียบกับค่าโลหิตวิทยาของโคนมปกติรวมทั้งเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับห้องปฏิบัติการในท้องที่เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินสภาพโคป่วยเพื่อวางแผนการรักษาและการพยากรณ์โรคให้ แก่นายสัตวแพทย์ผู้ปฏิบัติงานในท้องที่อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาค่าโลหิตวิทยาจากเลือดของโคนมเพศเมียคละอายุที่ป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการและไม่มีโรคอื่นแทรกซ้อนในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย ที่ส่งมาตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลสัตว์หนองโพ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542 จำนวน 92 ตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. เลือดทั้งหมดเจาะจากเส้นเลือดบริเวณโคนหางโดยใช้เข็มเบอร์ 18 ยาว 1.5 นิ้ว โดยเก็บเลือดในขวดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (EDTA) ประมาณ 0.5-1 มล.

2. ทำการศึกษาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (pack cell volume, PCV) โดยวิธี microhematocrit

3. พลาสมาที่ได้จากการหาค่า PCV โดยวิธี microhematocrit นำมาหาค่าโปรตีนในพลาสมาโดยใช้ Goldberg Refractometer

4. หาค่าความเข้มข้นฮีโมโกลบิน (Hgb) โดยวิธี cyanmethemoglobin แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectro-photometer (Humalyzer 2000®) ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

5. นับจำนวนเม็ดเลือดขาวรวม (total white blood cell count) โดยใช้วิธี hemocytometer/counting chamber แบบ improved neubauer ruling ชนิด bright line

6. ทำสเมียร์เลือดโดยวิธี slide method ชนิด thin blood film ย้อมด้วยสี modified Wright's Giemsa เพื่อตรวจหา *Anaplasma marginale* inclusion bodies

ในเม็ดเลือดแดงและนับแยกชนิดเม็ดเลือดขาวตามวิธีของ Jain (1986)

7. ทำการบันทึกและเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะตัวอย่างเลือดที่มีเชื้อ *A. marginale* ในระยะแสดงอาการ กล่าวคือพบเม็ดเลือดแดงที่มีตัวเชื้ออยู่ประมาณ 10 ถึงมากกว่า 75% (Richey, 1999) และไม่พบเม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะ polychromatophils, basophilic stippled cells หรือ normoblast เนื่องจากลักษณะต่างๆ ดังกล่าวพบได้ในระยะที่สัตว์ป่วยเริ่มฟื้นตัวแล้ว (convalescent stage) (Richey, 1999) ซึ่งพบว่ามีเพียง 60 ตัวอย่างเท่านั้นที่เข้าข่ายลักษณะดังกล่าว

ผล

ตารางที่ 1 แสดงค่าโลหิตวิทยาจากโคนมที่ป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการจำนวน 60 ตัวอย่าง.

ค่าโลหิตวิทยา	หน่วย	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน(x±1SD)	ค่าปกติ*	
				พิสัย	ค่าเฉลี่ย
ค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV)	%	3.6-7.2	12.9 ± 2.1	24-46	35
ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hgb)	g/dl	10-17	5.2 ± 1.1	8-15	11
ค่าโปรตีนในพลาสมา	g/dl	6.8-8	7.4 ± 0.4	7-8.5	-
จำนวนเม็ดเลือดขาวรวม(total WBC)	cells/ul	5,350-13,950	8,846 ± 2,243	4,000-8,000	12,000
นิวโตรฟิล (segment)	%	10-38	22 ± 7	15-45	28
นิวโตรฟิล (band)	%	1-3	1.5 ± 0.7	0-2	0.5
อีโอสิโนฟิล	%	1-5	2.6 ± 1.3	2-20	9
เบโซฟิล	%	1-2	1.3 ± 0.6	0-2	0.5
โมโนซัยต์	%	1-5	2.8 ± 1.5	2-7	4
ลิมโฟซัยต์	%	46-80	65.3 ± 9.8	45-75	58

* Schalm และ คณะ (1975)

วิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าค่าโลหิตวิทยาเกือบทุกค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติยกเว้นค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) และค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hgb) ที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ปกติอย่างเห็นเด่นชัดซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าค่า PCV ที่ได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.9±2.1% (ค่าปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35%) ส่วน

ฮีโมโกลบินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.2±1.1g/dl (ค่าปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11g/dl) สำหรับค่าอื่นๆจากการศึกษาเช่นค่าโปรตีนในพลาสมา (pp) จำนวนเม็ดเลือดขาวรวม(total WBC) และค่าเม็ดเลือดขาวแยกชนิด (differential count) อยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังนั้นค่าโลหิตวิทยาที่เป็นประโยชน์ต่อการประเมินสภาพโคป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการรักษาและการพยากรณ์โรคคือค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) และค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hgb) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Stoltsz (1993) ที่เคยรายงานไว้ว่าค่าโลหิตวิทยาของโคนมที่ป่วยเป็นโรคอะนาพลาสโมซิสมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ยกเว้นจำนวนเม็ดเลือดแดงและความเข้มข้นของฮีโมโกลบินจะลดลงอย่างมาก ส่วนจำนวนเม็ดเลือดขาวรวมที่มากกว่าปกติ (leukocytosis) ซึ่งพบได้ในโคป่วยบางตัวมักเป็นผลจากการที่จำนวนนิวโตรฟิลมีค่าสูงกว่าปกติ (neutrophilia) (Jain, 1993)

การลดลงของค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) จะเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วง 2 - 3 วัน ก่อนที่ระดับการติดเชื้อ *A. marginale* จะเกิดขึ้นสูงสุด (peak of the infection) และ ณ จุดนี้การลดลงของค่า PCV จะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลงซึ่งเป็นจังหวะเดียวกับที่จำนวนเชื้อ *A. marginale* ในเม็ดเลือดแดงลดจำนวนลงด้วยและจะลดลงในอัตราเดียวกับอัตราการเพิ่มจำนวนก่อนที่จะถึงระยะการติดเชื้อสูงสุด (Benjamin, 1978) ดังนั้นค่า PCV จึงเป็นตัวบ่งชี้ (indicator) ที่ดีในการพยากรณ์โรคอะนาพลาสโมซิส กล่าวคือถ้า PCV อยู่ในช่วงระหว่าง 12-20% บ่งชี้ว่ามีการติดเชื้อที่รุนแรง ซึ่งพบได้ในโคป่วยระยะแสดงอาการ (Lincoln, 1990) สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.9±2.1% อย่างไรก็ตามการพยากรณ์โรคยังอยู่ในเกณฑ์ดี (good prognosis) หากโคป่วยได้รับการรักษาโดยเร็ว (Lincoln, 1990) ซึ่งปกติจะมีระยะเวลานานประมาณ 4-9 วัน ถ้าพ้นช่วงนี้ไปแล้วจะเข้าสู่ระยะที่จำนวนเชื้อ *A. marginale* ลดจำนวนลง ซึ่งเป็นระยะที่โคป่วยเริ่มฟื้นตัว (convalescent stage) แต่ถ้าร่างกายยังไม่สามารถสร้างเม็ดเลือดแดงขึ้นมาชดเชยได้และค่า PCV ยังคงลดลงต่อไปอีกคืออยู่ในช่วง 8-12% จัดว่าอยู่ในระยะวิกฤติ การพยากรณ์โรคจะจัดอยู่ในระดับปานกลาง (fair) ถึงเฝ้าระวัง (guard) การรักษาควรมีการถ่ายเลือด (blood transfusion) ให้ร่วมด้วย แต่ถ้าค่า PCV มีค่าต่ำกว่า 8% การพยากรณ์โรคอยู่ในระดับแย่ (unfavorable) (Lincoln, 1990)

การลดลงของจำนวนเม็ดเลือดแดงอาจเป็นผลมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือหลายๆ สาเหตุร่วมกัน ได้แก่ การหยุดชะงักของขบวนการสร้างเม็ดเลือดแดงบางส่วนหรือทั้งหมด (partial or complete paralysis of the hematopoietic system) อายุของเม็ดเลือดแดงลดลง กล่าวคือเม็ดเลือดแดงของโคปกติจะมีอายุประมาณ 22-26 วัน (Jain, 1993) แต่โคที่เป็นโรคอะนาพลาสโมซิสเม็ดเลือดแดงจะมีอายุเหลือเพียง 14-16 วัน (Benjamin, 1978) และเม็ดเลือดแดงแตกทำลายจากภาวะภูมิคุ้มกันต่อต้านตนเอง (autoimmune hemolytic anemia) (Benjamin, 1978) จากการศึกษาของ Jones และ Brock (1966) พบว่าระดับของ erythropoietin จะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆโดยเฉพาะในระยะที่เชื้อ *A. marginale* มีจำนวนลดลง (convalescent stage) ถ้าร่างกายมีการตอบสนองต่อการสร้างเม็ดเลือดที่ดีจะพบว่าไขกระดูกมีการเร่งการสร้างเม็ดเลือด

(hematopoiesis) โดยจะพบลักษณะ reticulocytosis macrocytemia และ granulopoiesis ในกระแสโลหิต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Benjamin (1978) และ Richey (1999) ที่ได้รายงานไว้ว่าลักษณะ macrocytes nucleated red blood cells polychromatophilia H-J bodies และ basophilic stippling สามารถพบได้ในกระแสโลหิตของโคป่วยหลังระยะที่มีการติดเชื้อสูงสุดแล้ว ซึ่งบ่งชี้ถึงการที่ไขกระดูกของสัตว์ป่วยทำงานมากขึ้นซึ่งตรงกับระยะที่โคป่วยเริ่มฟื้นตัว

โดยสรุปตัวแปรที่สำคัญของค่าโลหิตวิทยาที่มีประโยชน์ต่อการประเมินสภาพโคป่วยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการรักษาและการพยากรณ์โรคอะนาพลาสโมซิสระยะแสดงอาการ คือค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น(PCV)และค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน(Hgb) ส่วนค่าโปรตีนในพลาสมาและค่าเม็ดเลือดขาวอื่นๆไม่มีความสำคัญต่อการแปลผลมากนัก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลสัตว์หนองโพ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ซึ่งใช้เป็นสถานที่ปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

Benjamin, M.M. 1978. Outline of Veterinary Clinical Pathology. 3nd ed., The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 345 p.

Blood, D.C. and O.M. Radostitis. 1989. Anaplasmosis, pp. 964-967. In Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. 7th ed., Bailliere Tindall, London. Jain, N.C. 1986. Hematological Techniques, pp. 20-86. In Schalms Veterinary Hematology. 4th ed., Lea&Febiger, Philadelphia.

Jain, N.C. 1993. Hemolytic Anemias Associated with Some Infectious Agents, pp. 177-180. In Essentials of Veterinary Hematology. Lea & Febiger, Philadelphia.

Jones, E.W. and W.E. Brock. 1966. Bovine Anaplasmosis : Its diagnosis, treatment and control. JAVMA. 149:1624-1633.

Lincoln, S.D. 1990. Infectious Causes of Hemolytic Anemia : Anaplasmosis, pp.1085-1088. In Large Animal Internal Medicine. Mosby company, St. Louis.

Losos, G. J. 1986. Anaplasmosis, pp. 742-772. In Infectious Tropical Diseases of Domestic Animals. Longman Scientific & Technical, Harlow.

Merchant, I.A. and R.D. Barner. 1964. Anaplasmosis, pp. 386-389. In An outline of the Infectious Disease of Domestic Animals 3rd ed., Iowa state university press, Ames, Iowa.

Office International Des Epizooties.1996. Bovine Anaplasmosis, pp. 295-304. In OIE Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines. 3rd ed., World Organisation for Animal Health.

Richey, E.J. 1999. Protozoal Diseases, pp. 403-410. In Current Veterinary Therapy 4 : Food Animal Practice. J.W. Howard (ed).W.B. Saunder Company, Philadelphia.

Ristic, M. 1970. Anaplasmosis, pp. 191-206. In Bovine Medicine and Surgery. W.J. Gibbons (ed). American Veterinary Publications, Illinois.

Schalm, O.W., N.C. Jain and E.J. Carroll. 1975. Veterinary Hematology. Lea & Febiger, Philadelphia. 807 p.

Stoltsz, W.H. 1993. Bovine Anaplasmosis, pp. 588-596. In Current Veterinary Therapy 4 : Food Animal Practice. J.W. Howard (ed). W.B. Saunder Company, Philadelphia.

Timoney, J.F., J.H.Gillespie, F.W. Scott and J.E. Barlough. 1998. Anaplasmosis marginale, pp. 344-348. In Hagan and Bruner Microbiology and Infectious Diseases of Domestic Animals 8th ed., Comstock Publishing Associates, Ithaca.