

개 자궁축농증에 대한 임상학적 연구

조종기 · 김혜수 · 이소현 · 최윤희 · 박희명 · 권오경 · 이병천¹ · 황우석
서울대학교 수의과대학

Clinical Study of Canine Pyometra

Jong-ki Cho, Hye-soo Kim, So-hyun Lee, Yu-ni Choi, Hee-myung Park,
Oh-kyeong Kweon, Byeong-chun Lee¹ and Woo-suk Hwang
College of Veterinary Medicine, Seoul National University, 151-742, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to examine the prognosis of canine pyometra after surgical treatment in terms of their clinical indications, hematology and serum chemistry. A total of 20 bitches diagnosed as pyometra after physical examination was hospitalized at the Veterinary Medical Teaching Hospital, Seoul National University, during the period of 1998 to 1999. After examining all profiles, ovariectomy was performed to treat pyometra. All bitches had clinical symptoms of general depression, polyuria/polydipsia, anorexia and abdominal distension. In hematologic profiles, 65% of bitches had higher level of leukocyte count compared with normal level, but RBC and PCV values maintained within the normal ranges in most pyometric bitches. In serum chemistry profiles, ALT and ALP values were increased over the normal range, and BUN and creatinine values were higher than normal ranges only in 10 (50%) and 3 bitches (15%), respectively. Survival rate after ovariectomy was 90% (18/20), but bitches that had higher ALT, ALP, BUN, creatinine and potassium than normal values were died after surgical treatment. The results of this clinical investigation show that the recovery of pyometric bitches after ovariectomy can be prognosed by hematologic and serum profiles including ALT, ALP, BUN, creatinine and potassium.

Key words : bitch, pyometra, hematology, ovariectomy

서 론

자궁축농증은 기능황체기(diestrus)에 있어 progesterone의 과도한 자극^{1,2,6,8,15}, estrogen의 progesterone과의 상승 작용^{6,8,10,15}으로 인한 낭포성 자궁내막 증식과 자궁내막의 병적인 변화^{2,15} 및 *E. coli* 등의 2차적 세균감염이 원인으로 작용하여 발생한다^{6,8,10,15,23}.

자궁축농증은 6세 이상의 노령견에서 발정 4~10주 후 발병하며 질 분비물이 특징적으로 분비되는 개방형과 배출되지 않는 폐쇄형 2가지로 분류할 수 있다²². 세균의 감염은 자궁축농증을 개시하지는 않지만 심할 경우 균혈증, 독혈증을 유발하여 이환율과 치사율을 높인다. 자궁축농증에는 일반적으로 한 종류의 세균

이 관여하나 2개 이상의 세균이 감염될 수도 있으며⁴, 주된 원인균으로써 *E. coli*가 가장 빈번하며 그 외에 *Staphylococci* sp., *Streptococci* sp., *Klebsiella* sp., *Pseudomonas* sp. 등이 보고되고 있다²² 세균 이외에도 자궁축농증을 악화시키는 요인으로는 CEH(Cystic Endometrial Hyperplasia), 기능황체기의 혈청 progesterone 농도의 증가, 외인성 progesterone 혹은 estrogen의 투여를 들 수 있다. 자궁축농증의 증세는 침울, 식욕 부진, 다뇨/다뇨, 구토, 복부 팽만, 설사 등이 있으며 후기에는 폐혈성 속 증세 등을 보인다. 개방형 자궁축농증의 경우 혈액이 섞인 화농성 유문 분비물이 나타나며 일반적으로 폐쇄형에 비해 임상증상이나 예후가 좋은 편이다

자궁축농증의 진단 방법으로는 복부 촉진, 방사선학적 검사, 초음파 검사, 혈액학적 분석 등이 알려져 있다. 자궁축농증의 치료 방법 중 먼저 약물치료는 축주가 환축의 번식능력 유지를 원하는 경우와 전신적

본 연구는 서울대학교 수의과대학 부속 수의과학연구소 지원에 의해 수행되었음

¹Corresponding author.

인 질병이 없는 개방형 자궁축농증에서 적용될 수 있으며, 기타 폐쇄형이거나 전신성 질병 증상이 보이는 자궁축농증인 경우 수술적 처치를 하여야 한다.

자궁 축농증의 환축의 혈액학·혈청화학적 소견으로는 먼저 만성적인 염증 반응에 의한 백혈구의 증가와 ALT, AST, ALP, BUN 및 creatinine 수치의 증가를 들 수 있다. 전해질은 신부전에 의한 칼륨의 증가를 보인다. 이 수치는 수술 시 마취제의 대사 및 배출에 중요한 역할을 하며 칼륨의 증가는 서맥 및 부정맥의 원인이 되므로 수술 전 혈액·혈청화학적 수치에 유의하여 수술을 하여야 한다.

본 연구는 1998년부터 1999년까지 2년 동안 서울대학교 수의과대학 부속동물병원에 내원한 환축 중 자궁축농증으로 진단하여 난소자궁적출술을 실시한 20두의 이환견을 대상으로 임상증상, 발생양상을 조사하고 혈액학·혈청화학적 검사를 바탕으로 하여 수술 후 환축의 회복율을 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

조사대상동물

1998년 1월부터 1999년 12월까지 2년 동안 서울대학교 수의과대학 부속동물병원에 내원한 자궁축농증 환축 중 난소자궁적출술을 실시한 20두를 대상으로 조사하였다. 백신 접종견은 17(85%)두였고 품종별 분포는 푸들(25%), 요크셔테리어(20%), 말티스(15%), 진도(5%), 잡종(20%) 및 기타 순종(15%)의 분포를 보였다. 연령별 분포는 4~6세 5두(25%), 7~9세 8두(40%), 10세 이상은 7두(35%)였다. 모두 실내 사육견이었고, 총 20두 중 2두(10%)만이 분만 경험이 있었다.

혈액·혈청화학적 검사

혈액은 경정맥에서 채혈 후 EDTA 함유 CBC bottle에 보관하고 혈청은 일반적인 혈청검사 방법에 준하여 실시하였다. 검사항목은 Complete blood counts (CBC; SEAC H5-M, SEAC s.r.l, Italy)와 alkaline phosphatase, alanine aminotransferase, albumin, total protein, glucose, blood urea nitrogen, creatinine 등으로 혈청화학적 검사(Selectra 2, MERCK, Netherland)를 각각 제조 회사의 방법에 준하여 실시하였다. 나트륨, 칼륨 및 염소 등의 전해질은 전해질 분석기(NOVA5, NOVA, US)로 검사하였다.

수술

술전처치: 술부를 삭모 후 철저히 소독하였으며

ampicillin(펜부록®, 삼양약화학) 20 mg/kg을 정맥, enrofloxacin(바이트릴®, 마이엘코리아) 5 mg/kg을 피하주사하였다.

수술: Acepromazine(세다젝트®, 삼우화학공업) 0.1 mg/kg을 정맥주사하여 진정시켰다. Thiopental sodium(펜탈소디움®, 중외제약) 15 mg/kg을 정맥주사하여 유도 마취한 후 기관투브를 삽입하고 isoflurane(에어레인®, 일성신약) 2.5%로 유지 마취하였다. 난소자궁적출술은 Cheryl의 방법⁴에 의해 난소 및 자궁을 절제하였다.

술후처치: 수술 종료 후 ampicillin(펜부록®, 삼양약화학) 20 mg/kg과 enrofloxacin(바이트릴®, 마이엘코리아) 5 mg/kg을 각각 근육주사하였다. 술후 7일간 cephalixin(팔렉신®, 동화약품) 20 mg/kg, trimethoprim-sulfadiazine(티-에스®, 한미약품) 15 mg/kg과 serratiopeptidase(세라티오펩티다제®, 고려은단) 1 mg/kg과 cimetidine(시그나틴®, 동화약품) 10 mg/kg을 경구 투여하였다.

결 과

임상증상

자궁축농증 환축의 임상증상으로 총 20두 중 침울이 18두(90%), 다음날뇨 16두(80%), 식욕감퇴 15두(75%), 복부 팽만 12두(60%), 발열 12두(60%), 질루 11두(55%), 구토 6두(30%) 및 설사를 4두(20%)에서 보였다(Table 1).

혈액학적 검사

총 백혈구 수는 총 20두 중 13두(65%)가 평균치보다

Table 1. Frequency of clinical signs of 20 cases with pyometra in bitch

Clinical signs	No. evaluated	Percent (%)
Depression	18/20	90
PU/PD	16/20	80
Anorexia	15/20	75
Abdominal distension	12/20	60
Fever	12/20	60
Vaginal discharge	11/20	55
Tachycardia	7/20	35
Vomiting	6/20	30
Diarrhea	4/20	20

Anorexia: included the decreased appetite. Vaginal discharge: included mucopurulent, mucoid, and sanguinous vaginal discharge. PU/PD: polyuria/polydipsia. Fever¹⁰ ≥ 39.4°C, Tachycardia¹⁹ ≥ 150/min.

Table 2. Complete blood count values of 20 cases with pyometra in bitch

Type	No.	WBC (10 ³ /μl)	RBC (10 ⁶ /μl)	PCV (%)	Hb (g/dl)	MCV (fl)
Closed	1	67.8**	5.81	30.0*	12.5	51.0*
	2	63.2**	5.98	37.0	13.9	62.0
	3	79.2**	6.57	42.0	12.3	63.0
	4	57.0**	4.87*	30.0*	9.8*	60.0
	5†	125.6**	6.18	37.0	12.6	60.0
	6	50.3**	5.63	37.0	10.4*	65.0
	7	49.3**	2.97*	20.0*	6.3*	68.0
	8	78.3**	4.33*	31.0*	11.6*	71.0
	9†	14.5	9.94**	ND	19.0	68.6
Open	1	8.4	2.63*	38.5	14.0	ND
	2	28.8**	4.94*	26.0*	9.6*	51.0*
	3	8.8	6.21	33.7*	14.3	54.0*
	4	25.3**	7.76	45.4	18.4**	58.0*
	5	6.1*	7.36	55.0	16.5	ND
	6	14.2	7.44	29.4*	9.5*	62.0
	7	14.8	6.69	45.0	13.9	67.0
	8	20.7**	6.45	48.0	14.4	73.0
	9	32.0**	6.83	40.0	12.8	58.0*
	10	34.5**	5.74	39.0	13.2	67.0
	11	8.2	5.73	38.0	11.0*	66.0

WBC: white blood cell, RBC: red blood cell, PCV: packed cell volume, Hb: hemoglobin, MCV: mean corpuscular volume. Reference range¹⁰: WBC (8.0~17.0), RBC (5.0~8.1), PCV (37.0~55.0), Hb(12.0~18.0), MCV(60.0~77). ND: not determined.

*: lower than reference range **: higher than reference range †: died after operation

높게, 1두(5%)가 낮게 6두(30%)가 정상 범위였다. 적혈구 수는 총 20두 중 1두(5%)만이 평균치보다 높았고 5두(25%)는 낮았으며 14(70%)두가 정상 범위를 나타내었다. PCV는 총 19두 중 7두(37%)가 평균치보다 낮았고 12두(63%)는 정상이었다. Hemoglobin 농도는 총 20두 중 1두(5%)만이 평균치보다 높았고 12두(60%)는 정상, 7두(35%)는 정상 이하의 수치를 나타냈다. MCV는 총 18두 중 5두(38%)가 낮게, 13두(62%)는 정상 범위를 나타냈다(Table 2).

혈청화학적 검사

혈청화학적 검사에서 ALP는 총 19두 중 17두(89%)가 정상보다 높았고 2두(11%)는 정상이었다. ALT의 경우 총 20두 중 2두(10%)만이 평균보다 높았고 18두(90%)는 정상이었다. Alb는 총 17두 중 14두(82%)가 평균보다 낮았으며 3두(18%)가 정상이었다. 총 단백질 농도는 18두 중 9두(50%)가 평균보다 높았고 9두(50%)는 정상수치를 보였다. Glucose의 경우 총 19두 중 6두(32%)는 정상, 12두(63%)는 평균보다 높고 1두(5%)는 평균보다 낮았다. BUN은 총 20두 중 9두

(45%)는 정상, 10두(50%)는 평균보다 높고 1두(5%)는 평균보다 낮았다. Creatinine은 총 19두 중 13두(68%)가 정상이었고 5두(21%)는 정상보다 높고 1두(5%)는 낮았다(Table 3).

전해질 분석에서 나트륨 농도는 총 20두 중 3두(15%)가 평균보다 낮았고 6두(30%)가 높았으며 11두(55%)가 정상이었다. 칼륨 농도는 총 20두 중 12두(60%)가 정상, 6두(30%)가 평균보다 낮게, 2두(10%)가 높게 나타났다. 염소 농도는 총 20두 중 10두(50%)가 정상, 1두(5%)가 평균이하, 9두(45%)가 평균 이상으로 나타났다(Table 4).

고 찰

난소자궁적출술을 실시한 자궁축농증 환축 20두의 연령별 분포를 보면 6세 이상의 노령 환축이 총 20두 중 15두(75%)로서 높은 비율을 보였다. 총 20두 중 분만 경험이 있는 환축은 2두에 불과해 미경산 환축에서 자궁축농증이 다발함을 알 수 있었으나 애완동물의 경우 번식에 공여하는 비율에 대한 국내외 보

Table 3. Profiles of serum chemistry of 20 cases with pyometra in bitch

Type	No.	ALP (U/L)	ALT (U/L)	Alb(g/dl)	TP (g/dl)	Glu (mg/dl)	BUN (mg/dl)	Crea (mg/dl)
Closed	1	478**	16.0	2.0*	8.8**	ND	151.0**	6.3**
	2	1106**	56.0	2.7*	7.9**	162.0**	7.0*	0.6
	3	466**	20.0	2.7*	8.3**	131.0**	17.0	0.8
	4	693**	17.0	2.2*	7.5**	94.0	110.0**	1.5**
	5†	652**	10.0	2.9*	9.1**	203.0**	209.0**	3.4**
	6	507**	60.0	2.5*	7.4**	109.0	201.0**	6.7**
	7	468**	40.0	1.8*	7.5**	157.0**	79.0**	1.0
	8	427**	36.0	2.1*	6.2	52.9*	35.6**	0.7
	9†	1230**	155.0**	ND	ND	162.0**	115.0**	3.4**
Open	1	823**	32.0	2.5*	6.5	165.0**	35.0**	0.8
	2	69	11.0	1.9*	7.2	61.0	10.0	0.7
	3	ND	61.0	ND	7.6**	85.4	15.0	ND
	4	863**	128.0**	ND	ND	226.0**	10.0	0.8
	5	74	25.0	3.1	6.2	153.0**	28.0**	0.7
	6	973**	13.0	1.7*	7.0	153.0**	59.0**	1.2
	7	227**	62.0	3.5	7.2	123.0**	15.0	0.8
	8	203**	21.0	3.2	6.5	237.0**	12.0	0.3*
	9	465**	20.0	2.8*	7.4**	87.0	10.0	0.7
	10	735**	31.0	2.3*	6.5	84.0	12.0	0.5
	11	141**	28.0	2.9*	5.1	152.0**	22.0	0.6

ALP: alkaline phosphatase, ALT: alanine aminotransferase, Alb: albumin, TP: total protein, Glu: glucose, BUN: blood urea nitrogen, Crea: creatinin. Reference range¹⁰ ALP(8~76), ALT(6~70), Alb(31~45), TP(5~72), Glu(60~115), BUN(10~26), Grea(0.5~1.3), ND: not determined.

*: lower than reference range **: higher than reference range †: died after operation

고 자료가 없어 이를 단정할 수는 없었다.

확장된 자궁에 의해 소화장기가 압박을 받아 식욕 감퇴, 침울 및 복부 확장 등의 증상을 보인다고 사료되며 탈수와 함께 다음/다뇨를 보였다. 자궁내의 내독소에 의한 소화기의 손상으로 식욕감퇴 및 구토가 발생하며 다음/다뇨도 자궁내의 내독소가 신장의 세뇨관을 파괴 세뇨관 내 항이뇨 호르몬(ADH: antidiuretic hormone)의 수용체를 손상시켜 ADH가 제거능을 발휘하지 못한데에 기인한다고⁴ 알려져 있다.

백혈구 수치는 개방형 경우에 비해 폐쇄형 자궁축농증에서 현저히 높았으며 염증 반응의 증가로 폐쇄형 자궁축농증 환축에서 발열 증상을 보였다. 적혈구 수치를 비롯하여 다른 혈액학적 검사 수치는 대부분 정상범위를 보였다.

대부분의 환축에서 ALP는 높으나 ALT는 2두에서 만 높았다. 자궁축농증에 이환된 2두에서 간기능이 이미 저하되어 있음을 알 수 있었으며 직접적인 수치가 되지 못하나 ALP 수치로 간의 기능이 저하되었음이 사료된다. 간 기능 저하로 인해 albumin은 저하되어

있으나 total protein 농도는 높아 globulin이 증가하였다는 것을 알 수 있었다. Albumin은 마취제의 운반체로 마취 후 중요한 역할을 한다고 알려져 있으며 globulin의 증가는 만성화된 염증 반응에 기인하여 높은 수치가 나온 것으로 사료된다. Glucose 수치는 총 12두에서 정상 범위 이상이었었는데 노당을 측정하지 않아 원인의 확실한 규명은 어려우나 대부분 200 mg/dl보다는 낮아 당뇨병에 기인하기보다는 질병에 대한 환축의 계속적인 스트레스로 인한 epinephrine 및 corticosteroids의 증가에 기인한다고 사료된다. 내독소에 의한 신장내 tubules의 파괴로 신장의 기능도 떨어져 BUN과 creatinine 수치는 총 20두 중 각각 10두와 5두에서 정상범위보다 높게 나왔다.

나트륨과 칼륨 수치의 비정상상은 신장 기능의 저하와 다음/다뇨에 기인한다. 특히 폐사한 환축에서 칼륨이 현저히 높았는데 이는 다른 원인보다는 신장 기능의 저하로 칼륨 배출의 감소에 기인하며 고칼륨혈증은 서맥, 심부정맥 및 속 등의 증상이 있어 수술 전 하트만 등의 알칼리화 수액으로 세포내의 칼륨의 재

Table 4. Value of electrolytes of 20 cases with pyometra in bitch

Type	No.	Na (mEq/L)	K (mEq/L)	Cl (mEq/L)
Closed	1	142	5.1	105
	2	144	4.5	116
	3	146	4.6	115
	4	144	4.3	128**
	5†	132*	6.7**	91*
	6	154**	3.8*	116
	7	163**	3.9*	126**
	8	148	4.1	114
	9*	146	6.3**	106
Open	1	135*	3.0*	105
	2	143	4.9	115
	3	145	4.0	111
	4	145	3.8*	120**
	5	154**	4.7	122**
	6	143	3.2*	108
	7	151**	4.6	119**
	8	152**	4.2	122**
	9	144	3.8*	125**
	10	138*	4.5	124**
	11	151**	4.2	119**

Na: sodium, K: potassium, Cl: chloride. Reference range¹⁰: Na(142~150), K(4.0~5.4), Cl(105~117). ND: not determined
*: lower than reference range **: higher than reference range
†: died after operation

분포를 촉진시키고 또는 세포의 칼륨 흡수를 촉진시키는 insulin을 glucose와 함께 투여하여 혈액내 칼륨 농도를 저하시켜야 된다고 사료된다.

난소자궁적출술을 실시한 총 20두 중 2두가 폐사하였다. 폐사한 환축 모두 10세 이상의 노령견이었으며 백혈구 수치가 높았고 간기능 및 신기능이 저하되었고 칼륨의 혈중 내 농도가 현저히 높았다. 본 병원에 내원하기 전 2두 모두 자궁축농증이 10일 이상 진행된 상태였으며, 다른 치료로 호전시킬 수 없어 최후의 방법으로 수술적 제거를 선택한 예였다. 폐쇄형 5번의 경우 약물의 유도 마취와 호흡마취를 하였으나 간 및 신장 기능의 현저한 저하로 인해 수술 후 바로 폐사하였으며 9번째 폐쇄형의 경우 수술 후 다음 날 폐사하였다.

결론적으로 수술 시 임상 증상은 물론 간과 신장에 대한 혈청화학적 검사수치 및 전해질 수치와 함께 난소자궁 제거시 발생하는 저혈량 속 등 여러 가지를 고려한 난소자궁적출술이 요망된다.

결 론

본원에서 2년간 난소자궁적출술을 실시한 자궁축농증 환축 20두의 임상증상을 조사한 결과 침울, 다음/다뇨, 식욕감퇴, 복부팽만, 발열의 증상을 보였으며 개방형 자궁축농증에서 질루의 증상을 보였다. 혈액 및 혈청 화학적 검사 결과 폐쇄형 자궁축농증에서 백혈구 수치의 증가를 보였고 혈청 화학적 검사에서는 간 및 신장의 기능 저하로 인해 ALP, ALT, BUN, creatinine 및 칼륨 수치가 비정상 범위였다.

자궁축농증 환축은 초기 개방형을 제외한 경우에는 약물적 처치보다 수술적 방법이 더 효과적이며 수술 시 혈액 및 혈청화학적 검사 수치와 환축의 전신적인 상태를 고려한 수술이 요망된다.

참 고 문 헌

1. Blendinger K, Bostedt H. The age and stage of estrus in bitches with pyometra. Statistical inquiry and interpretive study of the understanding of variability. Tierarztl Prax 1991; 19(3): 307-10.
2. Blendinger K. Hormonal state and effects of the use of an antiprogesterin in bitches with pyometra. J Reprod Fertl Suppl 1997; 51: 317-25.
3. Caywood DD, Lipowitz AJ. Atlas of general small animal surgery. C.V Mosby Co. 1989: 262-265.
4. Charles HS. Serum chemistry tests. In: Laboratory profiles of small animal diseases, 2nd ed. Missouri Mosby. 1995: 1-36.
5. Cheryl SH, Donald AH, Ann LJ, Howard BS, Michael DW, Gwendolyn LC. Surgery of reproductive and genital systems. In: Small animal surgery, 1st ed. Missouri: Mosby. 1997: 517-574.
6. Feldman EC, Nelson RW. Diagnosis and treatment alternatives for pyometra in dogs and cats. Current Vet therapy X. WB Saunders Co. 1989: 1305-1310.
7. Fenner WR. Quick reference to veterinary medicine JB Lippincott Co. 1982: 173-174.
8. Fraser MF. The merck veterinary manual. 6th ed. Merck & Co. Inc. 1986: 656-659.
9. Gabor G. Intravaginal prostaglandin F2 alpha for the treatment of metritis and pyometra in the bitch. Acta Vet Hung 1999; 47(1): 103-8.
10. Herriot J. Dog ailments recognition & treatment. 4th ed. Farming press. 1989: 48-49.
11. Kirk RW, Bistner SI. Handbook of veterinary procedures & emergency treatment. WB Saunders Co. 1985: 132-134.
12. Larry PT, Francis WS. Normal reference ranges for laboratory tests. In: The 5 minutes veterinary consult.

- 1st ed. Pennsylvania, Williams & Wilkins. 1997: 1166-1167.
13. Mccurmin DM, Poffenbarger EM. Small animal physical diagnosis and Clinical procedures. W.B. Saunders Co. 1991: 75-79
 14. Memon MA, Mickelsen WD. Diagnosis and treatment of closed-cervix pyometra in a bitch. JAVMA 1993; 203: 509.
 15. Morgan RV. Handbook of Small animal practice. Churchill Livingstone 1988: 662-664.
 16. Nelson RW Treatment of canine pyometra and endometritis with prostaglandin F2 alpha. J Am Vet Med Assoc 1982; 181(9): 899-903.
 17. Oelzner J, Munnich A. Diagnostic and therapeutic aspects of the pyometra-endometritis complex in dogs Tierarztl Prax 1997; 25(3). 249-53.
 18. Okano S. Relationship of the blood endotoxin concentration and prognosis in dogs with pyometra. J Vet Med Sci 1998; 60(11): 1265-7.
 19. Owens JM. Radiographic interpretation of the Small animal Clinician. Ralston Purina Co. 1982: 187-189.
 20. Prescott CW. Diseases of dogs. No 7, T.G. Hungerford. 1986: 122.
 21. Richard WN, Guillermo C. Disorders of cardiovascular system In. Small animal internal medicine. 2nd ed. Missouri: Mosby 1998. 2-204.
 22. Stone EA. The uterus. In Slatter DH (ed) In: Textbook of Small Animal Surgery. Philadelphia, W.B. Saunders Co. 1985: 1661.
 23. Wadas B. Biochemical phenotypes of Escherichia coli in dogs: Comparison of isolates isolated from bitches suffering from pyometra and urinary tract infection with isolates from faeces of healthy dogs. Vet Microbiol 1996; 52(3-4): 293-300.
 24. Wheaton LG. Results and complications of surgical treatment of pyometra: A review of 80 cases. JAAHA 1989; 25: 563
 25. Willard MD, Tvedten H, Turnwald GH. Small animal clinician diagnosis by laboratory methods. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. 1986; 123: 293-295.
 26. Zoldag L. The diagnostic value of sonography in the clinical picture of pyometra in the dog. Tierarztl Prax 1992; 20(5): 523-9.