

삽사리 고관절 이형성의 방사선 평가

송경호 · 성윤상 · 엄기동* · 권영삼 · 장광호¹
경북대학교 수의과대학, *건국대학교 수의과대학

(게재승인 : 2009년 12월 9일)

Radiographic Evaluation of Hip Dysplasia of the Sapsaree

Gyoung-Ho Song, Yun-Sang Seong, Ki-Dong Eom*, Young-Sam Kwon and Kwang-Ho Jang¹

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

*College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

Abstract : This study was carried out to estimate the range of the hip score with 3 radiographic evaluation techniques and to identify the relationship among these methods in 71 Sapsarees (35 males and 36 females). Mean age of dogs was ranged from 4 to 73 months (averaged 24 ± 18 months). Hip joints were evaluated with OFA method, BVA/KC scoring scheme, and PennHIP[®] method. Hip joints were graded by the OFA grading system(only used for dogs over 24 month old age). The 64 joints evaluated were graded as good (17.2%), fair (46.9%), mild dysplastic (12.5%), moderate dysplastic (7.8%), and severe dysplastic (15.6%), respectively. In BVA/KC scoring scheme, the mean score of the 86 joints was recorded as 14.5 ± 12.8 (range from 2 to 52). The mean of Norberg angle in the 78 joints was 92.5 ± 8.5 degree (ranged from 63 to 110.5 degree). In PennHIP[®] method on the 126 joints, the mean DI was resulted as 0.60 ± 0.16 (ranged from 0.08 to 1.0). BVA/KC scores were gradually increased with age, positively correlated with OFA grade ($r = 0.92, P < 0.001$), but inversely proportional to Norberg angle ($r = -0.79, P < 0.001$). However, there was no correlation between BVA/KC and DI ($r = 0.11$). It was suggested that Sapsarees have high prevalence of canine hip dysplasia, so selective breeding among sapsarees having normal hip joints might be necessary for preventing or controlling hip dysplasia.

Key words : Hip dysplasia, Sapsarees, Radiography, Dog.

서 론

Schnelle에 의해 처음 소개된 고관절이형성은 빈번히 발생되는 중요한 정형외과 질환중 하나로 유전적 경향이 크며, 고관절의 발육이상으로 인한 다양한 파행이 특징이다(1,2). 고관절의 비정상적인 발달은 관절연골에 과도한 부하를 일으키며 결국 퇴행성 관절질환이라 불리는 관절염으로 진행되어 만성적인 통증과 기능부전을 초래한다. 복합적인 유전적 질환으로 품종에 따라 발생 빈도가 다양하며 식이, 영양, 사육환경, 체형 등 여러 인자도 발생 원인으로 관여하고 있다(1). 임상증상으로는 고관절 통증으로 인한 불안정, 주행시 토끼뛰, 비정상적 걸음걸이, 대퇴근육 위축, 움직이기를 꺼려하는 운동내성 감소, 걸을 때 소리가 나거나, 계단 오르기를 싫어하는 증상 등이 나타난다(9). 효과적인 치료법은 없으며, 다만 통증완화를 위한 다양한 외과 치료법으로 치골근 절제

술, 대퇴골경 연장술, 골반골 절단술, 돌기사이 절제술, 대퇴골두와 대퇴골경 절제술, 완전대퇴관절대체술 등이 실시되고 있다(11,15,17). 근본적으로 유전적 요인에 의한 고관절이형성을 줄이기 위해 정상 고관절을 가진 개들의 선택 교배가 예방법으로 권장되고 있다(5,12).

진단은 주로 신체검사와 방사선검사로 실시한다. 신체검사는 촉진과 Otorani test, Barden test와 같은 관절가동 검사를 실시하며, 방사선검사에선 골관절염과 탈구 및 아탈구 그리고 관절이완 소견을 확인한다(2,8,9,13). 방사선소견을 정확히 평가하기 위해 현재 여러 방법이 응용되고 있으며, 이중 널리 쓰이는 방법에는 OFA (Orthopedic Foundation for Animal) method (5,6), BVA/KC (BVA/KC: British Veterinary Association/Kennel Club's) scoring (10), PennHIP (PennHIP: University of Pennsylvania Hip Improvement Program) method (7,18)등이 있다.

OFA 방법은 1966 년에 도입된 가장 고전적인 방법으로 아탈구와 이차 골변성 정도에 따라 고관절이형성을 평가한다(5,6,13). 고관절이형성으로 인해 관절염이 발생한 후 그

¹Corresponding author.
E-mail : khojang@knu.ac.kr

정도에 따라 등급을 부여하므로 관절염 변화가 있는 경우에는 간편한 진단방법이지만, 아직 관절염 변화가 없는 질환의 초기에는 고관절이형성 여부를 진단하기 어려운 단점이 있다. 또한 2 년령 이하의 경우 정확도가 낮아 조기진단 목적으로 실시하기에는 나쁘다.

BVA/KC scoring은 1965 년 처음 고안되었으며 1984 년에 현재 사용되고 있는 방법으로 변화되었다. 양측 고관절을 아탈구과 이차골변성을 9 가지 항목에 따라 평가된 점수의 합으로 점수가 낮을수록 고관절이형성 발생정도는 낮아지며 이 값의 평균점수는 품종 전체의 고관절 상태를 나타낸다. 정확도를 위하여 1 년령 이상에서 적용된다.

PennHIP method는 1983년 펜실바니아대 Smith에 의해 고안된 고관절이형성의 초기 진단을 위한 새로운 방법이다(18). 고관절이형성의 중요한 위험 요인인 고관절이완을 정량적으로 측정하는 객관적인 방법으로 대퇴골두가 관골구로부터 얼마나 탈구되는지를 측정한다(2,18). OFA와 달리 고관절이형성의 원인을 평가하므로 관절염 변화가 있어야 진단이 가능한 OFA에 비해 4 개월령 이상의 어린 동물에서도 측정할 수 있다. 그리하여 고관절의 이완도가 크면 클수록 퇴행성 관절질환의 발생 가능성이 높아짐을 알 수 있다.

위와 같은 방법에 의해 전 세계적으로 많은 종에서 고관절 평가가 이루어져 왔으나(3-6,14) 국내 고유견에 대한 연구는 진도견에서 실시되었을 뿐(16) 천연기념물 368 호 삼사리에 대해선 평가가 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 삼사리에서 고관절 검사를 실시하여 품종 평균점수 및 범위를 측정하고 고관절이형성 평가에 대한 기초 자료를 마련하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 삼사리를 대상으로 3 종류의 고관절 평가기법에 의한 삼사리 고관절이형성 정도를 측정하고, 이들 실험방법간의 상관관계를 분석하였다.

실험동물

실험동물은 생후 4~73 개월령(평균 24 ± 18 개월령) 삼사리 71 두(수컷 35 두, 암컷 36 두)를 실험에 이용했으며 평균체중은 17.8 ± 4.0 kg이다(Table 1).

Table 1. Experimental animals used for evaluation of the hip joint

Months	Male	Female	Weight(kg)	Radiographic Methods
< 12	14	14	15.5 ± 1.9	PennHIP*
12~23	5	6	18.5 ± 3.0	PennHIP, BVA/KC**
≥ 24	16	16	19.6 ± 4.6	PennHIP, BVA/KC, OFA†
Total	35	36	17.8 ± 4.0	

*PennHIP: University of Pennsylvania Hip Improvement Program

**British Veterinary Association/Kennel Club's

†Orthopedic Foundation for Animal

고관절의 평가

실험견 71 두에서 고관절 방사선 촬영을 위해 atropine sulfate(아트르핀황산염주, 제일제약, 한국, 0.03 mg/kg), xylazine HCl(립폰®, 바이엘코리아, 한국, 2.2 mg/kg), ketamine HCl(유한케타민®, 유한양행, 한국, 11 mg/kg)을 주사하여 전신마취를 실시하였다. 전신마취 후 신전복배상(ventrodorsal extension view)을 촬영한 후 PennHIP®스트레스 촬영법에 의거하여 고관절 이완상(distraction view) 및 압박상(compression view)을 추가로 촬영하였다.

4 개월~1 년령 이하 실험견에서는 PennHIP으로만 평가하였고 1~2 년령에서는 PennHIP과 BVA/KC, 2 년령 이상은 PennHIP과 BVA/KC 및 OFA로 평가하였다. 이 측정값들의 유의성을 평가하기 위해 SPSS(ver. 12)를 이용하여 단순 상관분석 하였으며 t-test로 검정을 실시하였다.

BVA/KC scoring scheme을 통한 hip score 평가

신전복배상에서 고관절 상태를 더욱 객관적으로 평가하기 위해 BVA/KC scoring scheme에 의거하여 다음 9가지 항목을 평가하였다. Norberg angle, 아탈구 정도, 관골구 전연과 배측연 및 후연 변화, 관골구와 변화, 관골구 두측단 변화, 대퇴골두 및 대퇴골경 외골증 정도, 그리고 대퇴골두 재구성 정도이다. 최대점수가 5 점인 관골구 후연 변화를 제외한 8개의 판정항목들은 변화정도에 따라 0~6 점을 부여하였으며, 각 관절별로 모든 점수를 합산하여 score를 표시하였다(10). 각 관절의 점수는 0~53 점이며 점수가 증가할수록 퇴행성관절변화가 심함을 의미한다.

PennHIP® 방법을 통한 DI (Distraction Index) 평가

신전복배상을 촬영한 실험견에 대해 PennHIP distractor를 이용하여 이완상을 촬영하였다. 이완상에서 측정된 DI 값은 골반을 외측으로 변위되도록 힘을 가했을 때 대퇴골두가 관골구로부터 탈구되는 정도를 의미하며, 단위가 없는 정량 측정치로 나타낸다(2,18). 대퇴골두 중심과 관골구 중심사이 거리를 측정하여 대퇴골두 반지름으로 나눈 값을 DI 값이라 하며, 예를 들어 0.8인 경우 대퇴골두 80%가 관골구로부터 이완됨을 말하며 0에 가까울수록 이완이 작음을 의미한다. 압박상에서는 대퇴골두와 관골와가 일치하는 정도를 관찰하였다.

OFA 방법을 통한 grade 평가

OFA는 신전복배상에서 아탈구와 이차골변성 정도에 따라 등급을 부여하며 이러한 등급은 0~6까지 총 7 단계로 구분하며, grade 0은 매우 양호한 고관절, grade 1은 양호한 고관절, grade 2는 적절한 고관절을 말하며 grade 0에서 2는 정상 상태를 의미한다. 반면 grade 4는 미약한 고관절이형성, grade 5는 중등도 고관절이형성, grade 6은 매우 심한 고관절이형성을 말하며 grade 4에서 6은 이형성으로 나타낸다. Grade 3은 borderline으로 정상 또는 이형성의 어떤 항목에도 포함시킬 수 없는 애매한 상태에 해당된다(5,6,13).

결 과

BVA/KC scoring scheme에 의거하여 1년령 이상에서 고관절평가를 실시하여 Norberg angle, 아탈구 정도, 관골구 전연과 배측연 및 후연 변화, 관골구와 변화, 관골구 두측단 변화, 대퇴골두 및 대퇴골경 외골증 정도, 대퇴골두 재구성 정도 등의 9 항목 점수를 합산한 결과 각 고관절의 점수 범위는 2~52 점을 나타내었으며 평균점수는 14.5 ± 12.8 점 그리고 중앙값은 9.0이었다. 12~23개월령은 평균 8.1 ± 2.7 , 24~35개월령은 평균 11.7 ± 8.8 , 36~47개월령은 18.6 ± 15.4 , 48~59개월령은 21.3 ± 17.0 으로써 연령이 증가할수록 평균 점수가 증가하였으며 이에 따른 점수분포도 역시 넓어졌으나, 대부분 5.0~15.0 사이에 분포하였다(Fig 1). 좌측 관절(12~23개월령은 평균 8.4 ± 2.6 , 24~35개월령은 평균 12.7 ± 8.6 , 36~47개월령은 21.3 ± 18.3 , 48~59개월령은 22.4 ± 18.1)과 우측관절(12~23개월령은 평균 7.8 ± 2.8 , 24~35개월령은 평균 10.8 ± 9.3 , 36~47개월령은 16.0 ± 12.4 , 48~59개월령은 20.3 ± 16.7)의 점수차이는 큰 차이를 보이지 않으며 매우 높은 상관성($r=0.94$)을 보였다.

PennHIP®스트레스 촬영법으로 고관절 이완지수인 DI 값을 측정하기 위해 4개월령 이상 실험견 총 142개 관절을 평가하여 완전한 탈구로 인하여 측정이 불가능한 16개 관절(1년령 이하 1두, 2~3년령 1두, 3~4년령 2두, 4~5년령 4두)을 제외하였다. 총 126개 관절을 평가한 결과

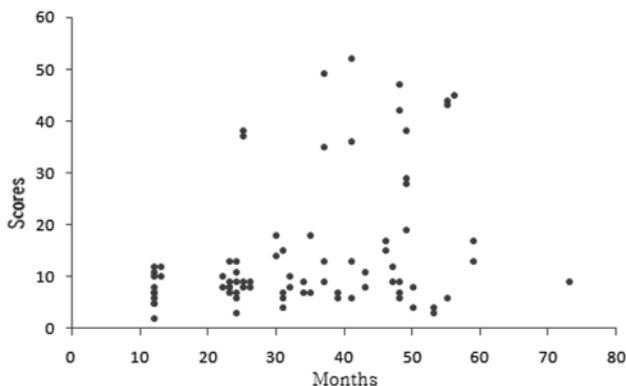


Fig 1. BVA/KC scoring in 86 joints. BVA/KC score is gradually increased and widely distributed with age.

최소값 0.08, 최대값 1.00, 평균 0.60이었다. 좌측 관절 DI 값은 평균 0.59 ± 0.16 이었으며 우측 관절은 평균 0.60 ± 0.17 로써 거의 동일한 평균치를 나타내었다. 측정결과에서 50%가 0.50~0.70사이에 분포를 하며, 80%가 0.40~0.80에 분포하였다(Fig 2). 1년령 이하에서의 DI는 평균 0.64 ± 0.15 로써 이완도가 높음을 나타내었다. 완전한 탈구가 이루어진 관절의 BVA/KC 값은 평균 41.4 ± 6.2 로써 고관절의 이차 골변성 역시 심함을 나타냈다.

OFA grade에 의하여 2년령 이상 실험견의 고관절 64개를 평가한 결과, 고관절이형성은 23개(37%) 관절에서 나타났다. 경미한 고관절이형성(grade 4)은 8개 관절(12.5%)에서, 중등도의 고관절이형성(grade 5)은 5개(7.8%)에서 나타났으며, 심한 고관절이형성(grade 6)은 10개(15.6%)에서 확인됐다.

고관절 아탈구 정도를 나타내는 Norberg angle에 대한 OFA grade의 비교를 관절이 완전히 탈구되어 NA값을 측정하기 불가능한 8개 관절을 제외한 56개의 관절을 대상으로 비교 평가하였다. 양호한 고관절(grade 1)에서 평균 $98.9 \pm 4.0^\circ$, 적절한 고관절(grade 2)에서 평균 $94.3 \pm 6.0^\circ$, 경미한 고관절이형성에서 평균 $86.8 \pm 7.0^\circ$, 중등도 고관절에서 평균 $77.5 \pm 7.0^\circ$ 그리고 심한 고관절이형성에서 평균 $73 \pm 9.0^\circ$ 를 나타냈다(Table 2). OFA grade가 증가할수록 NA는 유의성 있게 감소했으며, 서로 반비례관계를 나타냈다($r = -0.75$, $p < 0.001$).

2년령 이상(32두) 실험견에서 BVA/KC score와 OFA grade간 상관관계를 분석한 결과 매우 높은 상관성($r = 0.92$)을 보이며, BVA/KC score가 증가할수록 OFA 등급은 유의성 있게 증가하였다($p < 0.001$). 반면 4개월령 이상(63두)에서 BVA/KC score와 DI 값은 미약한 상관성을 나타내었다($r = 0.11$).

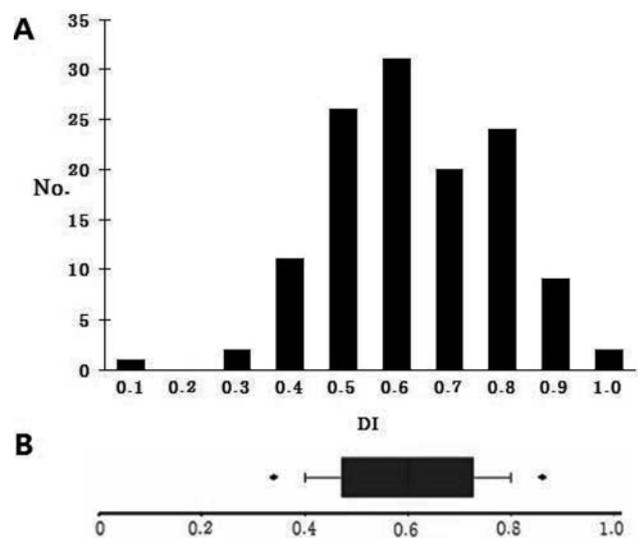


Fig 2. A. The Numbers of joints classified by DI. B. Box plot of DI in 126 joints. Box indicates 25th to 75th percentile values, vertical line in box indicates the mean; the interval between the circle is 90th percentile values.

Table 2. Norberg angle to OFA grade

Grade	No.	Min	Max	Mean ± SD
1 (Good)	11	94.0	108.0	98.9 ± 4.2
2 (Fair)	30	82.0	110.5	94.3 ± 6.6
4 (Mild)	8	79.0	100.0	86.8 ± 7.1
5 (Moderate)	5	68.0	85.0	77.5 ± 7.1
6 (Severe)	10	63.0	81.0	73.0 ± 9.2

고찰

OFA method로 2년령 이상의 실험견 64개 관절(32두)을 평가한 결과, 고관절이형성은 약 37%(23개)로 나타났다. 이는 상당히 높은 발생률로써 전세계적으로 OFA를 실시한 150건중에서 13번째에 해당이 된다. 국내에서도 고관절이형성 발생율이 높은 것으로 잘 알려진 품종인 German shepherd(19.1%)나 Golden retriever(20.1%)에 비해 현저히 높은 발생률을 알 수 있다(14). 고관절이형성이 확인된 23개 관절 중 8개 관절에서 완전한 탈구가 존재하며, 이는 4년령 이상으로 나이가 들수록 고관절이형성 개체수가 증가되는 것으로 생각되며 추후 연구에서는 연령폭의 확대가 필요할 것으로 생각한다.

1984년부터 121종에서 200,000장 이상의 방사선사진을 평가해온 BVA/KC scoring scheme은 고관절이형성을 비교적 객관적으로 평가할 수 있는 방법으로 1년령 이상에서 실시한다(10). 삼사리의 경우 1년이상 86개 관절 평균점수는 14.5, 좌우측 관절 점수를 합한 개체당 평균점수는 25.2로써 매우 높은 평균점수로 고관절 아탈구 및 이차골변성이 심함을 나타냈다. 이는 BVA/KC scoring scheme을 시행한 121건중에서 8번째에 해당되는 매우 높은 평균점수를 나타냈으며, German shepherd(19점)나 Golden retriever(18점), Labrador retriever(15점)에 비해 고관절 상태가 좋지 않다는 결과를 확인하였다(4). BVA/KC scoring scheme에 의한 평가는 점수별로 OFA grade (excellent, good, fair, borderline, mild hip dysplasia, moderate hip dysplasia, severe hip dysplasia)와 비교 가능하므로, 2년령 이상 실험견에서 OFA grade와 score를 비교했다. 그 결과 매우 높은 상관관계($r = 0.92$)를 나타냈으며, 고관절이형성 등급이 증가할수록 점수가 높아짐을 확인했다. OFA grade에 의한 정상 고관절은 score 0~18과 비교 가능하나, 실제 삼사리 실험결과에서 OFA에 의해 정상으로 판정받은 고관절이 7~21점을 나타내었다. 이는 이차골변성은 존재하지 않으나 삼사리에서 전반적으로 얇은 관절구로 인해 Norberg angle과 아탈구 평가항목에 영향을 미친 것으로 생각된다.

고관절 이완도 증가는 고관절이형성 발생에 대한 중요한 지침 중 하나이다(18). 관절 이완도를 정량적으로 측정하여 객관적인 수치를 나타내는 DI는 PennHIP method에 의해 측정되며 삼사리의 평균 DI 값은 0.60으로 PennHIP을 시행한 125건중 중 20번째로 높은 평균치를 나타내며 Labrador

retriever(0.51)보다 높았다. 4개월령 이상 실험견에서 총 126개 관절을 평가한 결과 측정결과의 50%는 0.5~0.7 사이에 분포를 하며, 80%가 0.4~0.8에 분포했다. 4개월~12개월령 삼사리에서 평균 DI는 0.62로 관절이완도가 높음을 나타내며, 향후 퇴행성관절염의 발생 가능성이 높을 것으로 생각된다. DI 값과 BVA/KC score에서 연관성을 알아보기 위해 두 방법을 모두 실시한 1년령 이상 실험견을 비교분석한 결과, 상관관계는 매우 낮았다($r = 0.11$). 몇몇 실험견에서 BVA/KC score가 매우 높았으나 완전한 탈구가 이루어져 DI 값을 측정하지 못한 경우가 있으며, 몇몇 실험견에선 이차골변성의 정도가 심하여 높은 BVA/KC score를 나타냈지만 반복된 이완상촬영에도 관절이완이 이루어지지 못해 DI 값이 낮은 경우가 존재했다. BVA/KC 평가항목 중 하나인 NA와 DI를 비교한 연구에 의하면 NA이 105도 미만이고 DI 값이 0.32이하일 때 위양성 진단을, NA가 105이상이며 DI 값이 0.32이상일 때 위음성 진단을 내렸다. 그 결과 7품종에서 6품종이 위음성 또는 위양성으로 평가되었다(18). 그러므로 완전한 탈구가 이루어지지 않고 관절 유합이 이루어지지 않은 실험견만을 선택하여 촬영할 경우에는 상관관계가 높아질 것으로 생각한다.

이 연구에서 알 수 있듯이 다른 품종에 비해 삼사리 고관절이형성 발생률은 비교적 높으며, 발병률을 줄이기 위한 노력이 부족할 경우 지속적인 증가가 예상된다. 멸종위기에 처했던 삼사리를 현재 복원과정 중이어서 다른 종과 달리 그 수가 매우 제한적이므로, 성공적인 복원을 위해 번식을 실시하기 전 관절평가를 통해 고관절이형성에 이환된 개체를 가려내어 번식에서 제외시키는 노력이 필요하다. 4개월령에 PennHIP method를 실시하여 DI 값이 평균값보다 큰 경우, 1년령에 BVA/KC score를 측정하여 OFA grade에서 이형성에 해당되는 26점 이상일 경우 고관절이형성으로 진행될 가능성이 높다고 판단하여, 번식을 위한 종모전에서 제외시켜야 할 것이다. BVA/KC scoring scheme, PennHIP method은 방사선사진으로 고관절이형성을 확인할 수 있는 객관적인 방법이므로 이 두 가지 방법 모두를 이용한 평가가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각되며, 이 연구 결과가 삼사리 고관절에 대한 기초 자료로 이용될 것이라 사료된다.

결론

평균연령 24 ± 18개월의 삼사리 71두(수컷 35두, 암컷

36 두)에서 고관절을 OFA method, BVA/KC scoring scheme, and PennHIP® method로 평가하고 상관관계를 확인하였다. 24 개월령 이상의 64 개 고관절중에서 미약한 고관절이형성은 12.5%, 현저한 고관절이형성은 7.8%, 그리고 매우 심한 고관절이형성은 15.6%로 나타났다. BVA/KC scoring scheme 에서 1년령 이상 86 개 고관절에서 14.5 ± 12.8 의 평균점수를 보였다. Norberg angle 평균각도는 92.5 ± 8.5 도로 측정되었다. 4 개월령 이상 126 개 관절에 대한 PennHIP® method 결과, 평균 DI 는 0.60 ± 0.16 을 나타냈다. BVA/KC score 는 연령 증가에 비례하였으며, score가 증가할수록 OFA grade은 유의성있게 증가하였으나 Norberg angle은 감소했다. 실험결과, 삽사리는 다른 품종에 비해 상대적으로 높은 고관절이형성 발생률을 보이며, 이를 감소시키기 위해 정상 고관절을 가진 견들의 선택적인 교배가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Alexander JW. The pathogenesis of canine hip dysplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992; 22: 503-11.
- Allan G. Radiographic signs of joint disease. In: *Textbook of veterinary diagnostic radiology*, 4th ed. New York: Elsevier. 2002: 190-195.
- Banfield CM, Bartels JE, Hudson JA, Wright JC, Hathcock JT, Montgomery RD. A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part I: Angle measurements and orthopedic foundation for animals (OFA) grading. *J Am Anim Hosp Assoc.* 1996; 32: 413-22.
- BVA: The voice of the British veterinary profession Home Page. 2008. British Veterinary Association/Kennel Club Hip Dysplasia Scheme-Breed Mean Score at 01/11/2007. 2 Oct. 2008. <http://www.bva.co.uk/public/documents/Breed_Mean_Scores_-2008.pdf>
- Corley EA, Hogan PM. Trends in hip dysplasia control: analysis of radiographs submitted to the Orthopedic Foundation for Animals, 1974 to 1984. *J Am Vet Med Assoc.* 1985; 187: 805-9.
- Corley EA. Role of the Orthopedic Foundation for Animals in the control of canine hip dysplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992; 22: 579-93.
- Culp WT, Smith GK. Evaluation of the Norberg angle threshold: a comparison of Norberg angle and distraction index as measures of coxofemoral degenerative joint disease susceptibility in seven breeds of dogs. *Vet Surg.* 2006; 35: 453-9.
- Flückiger MA, Friedrich GA, Binder H. A radiographic stress technique for evaluation of coxofemoral joint laxity in dogs. *Vet Surg.* 1999; 28: 1-9.
- Fry TR, Clark DM. Canine hip dysplasia: clinical signs and physical diagnosis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992; 22: 551-8.
- Gibbs C. The BVA/KC scoring scheme for control of hip dysplasia: interpretation of criteria. *Vet Rec.* 1997; 141: 275-84.
- Hazewinkel HA. Nutrition-related skeletal disorder. Ettinger SJ, Feldman EC. In: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*, 6th ed. Philadelphia: Elsevier. 2005: 564-565
- Hedhammar A, Olsson SE, Andersson SA, Persson L, Pettersson L, Olausson A, Sundgren PE. Canine hip dysplasia: study of heritability in 401 litters of German Shepherd dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 1979; 174: 1012-6.
- Henry GA. Radiographic development of canine hip dysplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 1992; 22: 559-78.
- Orthopedic Foundation for Animals Home Page. 2007. Hip Dysplasia Statistics. 2 Oct. 2008. <<http://www.offa.org/hipstatbreed.html>>
- Remedios AM, Fries CL. Treatment of canine hip dysplasia: a review. *Can Vet J.* 1995; 36: 503-9.
- Seokil Oh, Sangki Kim. Radiographic evaluation of coxofemoral joints in Jindo(Canis familiaris). *J Vet Clin* 2003; 20: 467-473.
- Slocum B, Slocum TD. Hip. Bojrab MJ. In: *Current techniques in small animal surgery*, 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1998: 1127-1178
- Smith GK, Biery DN and Gregor TP. New concepts of coxofemoral joint stability and development of a clinical stress-radiographic method for quantitating hip joint laxity in the dog. *J Am Vet Med Assoc.* 1990; 196: 59-70.