



# 대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science  
2024. 03. Vol.31, No.1, pp.46-52

## 관절오목 이형성이 있는 개의 내측 슬개골 탈구 수술 전, 후의 운동역학적 보상적 보행 변화 (증례보고)

이신호<sup>1</sup> · 서정현<sup>2</sup> · 차유리<sup>3</sup>

<sup>1</sup>동명대학교 반려동물대학 반려동물보건학과 · <sup>2</sup>타임동물메디컬센터 · <sup>3</sup>선린대학교 물리치료과

### Compensatory Change of a Dog with Glenoid Dysplasia in Kinetic Gait Analysis before and after Reconstruction of Medial Patellar Luxation (Case report)

Shinho Lee<sup>1</sup> · Jeonghyun Seo<sup>2</sup> · Yuri Cha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Companion Animal Health, Tongmyong University, Busan 48520, Korea

<sup>2</sup>Time Animal Medical Center, Daejeon 35233, Korea

<sup>3</sup>Department of Physical Therapy, Sunlin University, Pohang 37560, Korea

#### Abstract

**Background:** This study aims to investigate compensatory strategy in a dog with glenoid dysplasia using kinetic gait analysis before and after reconstruction of medial patellar luxation.

**Design:** Case report

**Method:** On the platform, gait analysis was evaluated for a dog with congenital luxation and bilateral medial patellar luxation (MPL). A dog was evaluated for maximal vertical force (MVF), body load distribution (BLD), and symmetry index (SI), including the left forelimb with congenital luxation before MPL surgery, 15 days of surgery, and 40 days of surgery.

**Result:** In the comparison between the preoperative and the 15 days of surgery, the MVF of the bilateral forelimbs, especially in the non-affected forelimbs, increased, and the SI also increased. For BLD, the maximum load distribution increased, but the total load distribution decreased. In the comparison of 15 days and 40 days of surgery, MVF and BLD increased, and SI decreased on 40days of surgery.

**Conclusions:** In a dog, the shift in weight load to the non-affected side occurs all the limbs, affecting the peak vertical force, weight load distribution, and symmetry index.

**Key words:** dog, glenoid dysplasia, medial patellar luxation, kinetic gait

#### 교신저자

차유리 교수  
경북 포항시 북구 흥해읍 초곡길 36번길 30  
선린대학교 물리치료과 (37560)  
T: 054-260-5622, E: iravu@sunlin.ac.kr

## I. 서론

개에서 앞다리의 다리절음을 유발하는 가장 흔한 부위는 어깨관절이다(Kunkel와 Rochat, 2008). 어깨의 불안정성의 한 원인이 되는 것은 관절오목의 깊이와 관계가 있다(Craig와 Reed, 2013). 어깨관절오목의 이형성은 어깨뼈의 관절오목의 아래 2/3와 어깨뼈목의 불완전한 골화로 인해 발달성 이상이다 (Rebecca et al, 2015). 선천적인 탈구는 3에서 10개월령에 발생하고, 소형견에서 다발하며, 대개 편측성이며, 거의 대부분 내측 탈구가 많이 보고된다(Bone, 1987). 만성적인 탈구로 인한 심하게 손상된 관절오목 또는 이형성된 관절오목 또는 상완뼈 머리는 성공적인 환납의 가능성을 크게 감소시키며, 시간이 지나 발견된 선천적 탈구는 관절오목과 상완뼈 머리의 심각한 기형 때문에 환납이 될 수 없다(DeCamp 등, 2016). 근본적인 원인, 심각성 그리고, 만성에 따라 체중부하 혹은 비체중부하가 있을 수 있다(Stokes와 Dycus, 2017). 어깨관절의 펌프작용이 눈에 띄게 감소하며, 촉진 시 통증을 야기하게 된다(Vaughan와 Jones, 1969).

운동역학적 평가는 편측 팔꿈치 이형성증 및 십자인대단열과 같은 질환의 다리절음을 평가하기 위한 객관적인 도구가 된다 (Carrillo 등, 2018). 운동역학적 수치 중 MVF는 개, 말등의 다리절음을 평가하는 가장 흔한 운동역학적 변수이다. 의도적인 편측 앞다리의 다리절음이 유발된 연구에서, 반대측 앞다리에서 MVF의 유의적인 결과를 확인하였다(Abdelhadi 등, 2013; Fanchon과 Grandjean, 2007). 개가 임상적으로 건강한지 절뚝거리는지를 확인하기 위해 앞다리나 뒷다리 모두에 의해 지지되는 체중의 비율 사이의 대칭 또는 비대칭을 사용한다 (Fanchon과 Grandjean, 2007). 또한 발바닥의 압력 분포 패턴을 평가하는 발바닥 내 최대압력지점은 유용하고 객관적이며 보완적인 데이터를 생성하여 보행을 평가할 수 있으며, 압력중심점은 통증과 연관되어 변화, 수정된다 (Manera 등, 2017).

지금까지 개의 보행에 관한 연구에서, 정상 개의 치료 전, 후에 대한 보상적인 변화에 대한 연구는 많이 이루어졌으나, 정형외과적 질환이 존재하는 개의 운동역학적 보상적 보행변화에 대한 연구는 부족하다. 그리하여, 본 연구는 어깨관절 탈구가 있는 개에서 MPL 교정수술 후 운동역학적 측정과 평가를 이용하여 개의 보행의 보상 전략에 대한 증례보고를 통해 알아보려고 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

5살된 3.4 kg의 중성화된 수컷, 푸들 개가 왼쪽 앞다리를 간헐적으로 들고 다니며, 비정상적인 보행패턴을 보인다고 하여 내원하게 되었다. 신체검사에서, 환자는 왼쪽 뒷다리에 3등급의 내측 슬개골 탈구 소견이 있었으며, 진단받은 지는 3년이 되었으며, 3년 전에 지역 병원에 수술하였으나, 수술 부작용으로 재탈구가 된 것으로 확인되었다. 오른쪽 뒷다리는 2등급의 내측 슬개골 탈구 소견이 있었으며, 수술한 병력은 없었다. 뒷다리 모두 MPL이 있는 것을 방사선적 평가에서 확인하였다. 또한 왼쪽 어깨관절에서 관절와 이형성증에 의한 선천적인 어깨관절 탈구를 확인할 수 있었으며, 육안적으로 왼쪽 앞다리의 다리절음을 확인할 수 있었다(Figure 1). 관절가동범위검사에서 임상용 고니오메타(Goniometer, SAEHANtm, Korea)를 이용하여 3번의 측정의 평균으로 어깨관절의 신전은 평균 127.3도 (정상범위; 160-170), 굴곡은 44.0 (정상범위; 30-60)도로 관절범위 제한이 확인되었으며, 신전동안 환자는 관절가동범위의 끝범위에서 불편한 듯 얼굴을 돌리거나, 일어나려고 하였다. 이후, 환자는 MPL 교정

을 받았고, 수술 전, 수술 후 15일, 수술 후 40일 경과로 나누어 자세보행 측정장치를 이용하여 3번의 보행이 평가되었다.



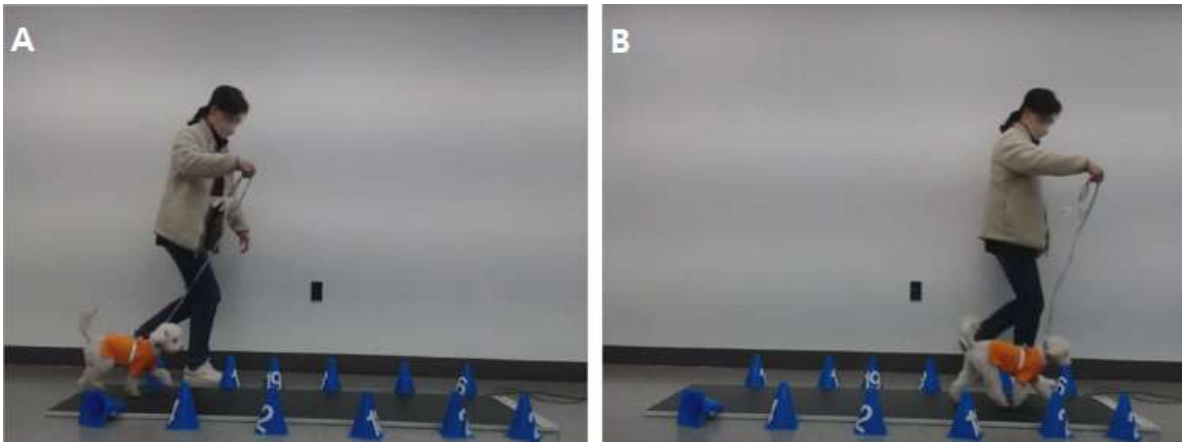
**Figure 1.** The radiographic evaluation for shoulder and stifle. (A) In the solid circle, the glenoid of the scapula are shown round-shaped dysplasia, and luxation of the humerus is confirmed medially (B) In the dotted circle, bilateral medial patellar luxation are shown.

## 2. 평가도구

보행능력과 균형능력을 알아보기 위해 자세보행 분석장치(FDM2 Canid Gait®, Zebris Medical GmbH, Germany)를 사용하여 최대수직힘(Maximal vertical force, MVF, % of body weight), 대칭성 지수 (Symmetry index, SI), 체중 부하분포(Body load distribution, BLD)를 측정하여 왼쪽 앞다리(FL), 오른쪽 앞다리(FR), 왼쪽 뒷다리(HL) 그리고, 오른쪽 뒷다리(HR)의 수치를 평가하였다.

## 3. 측정방법

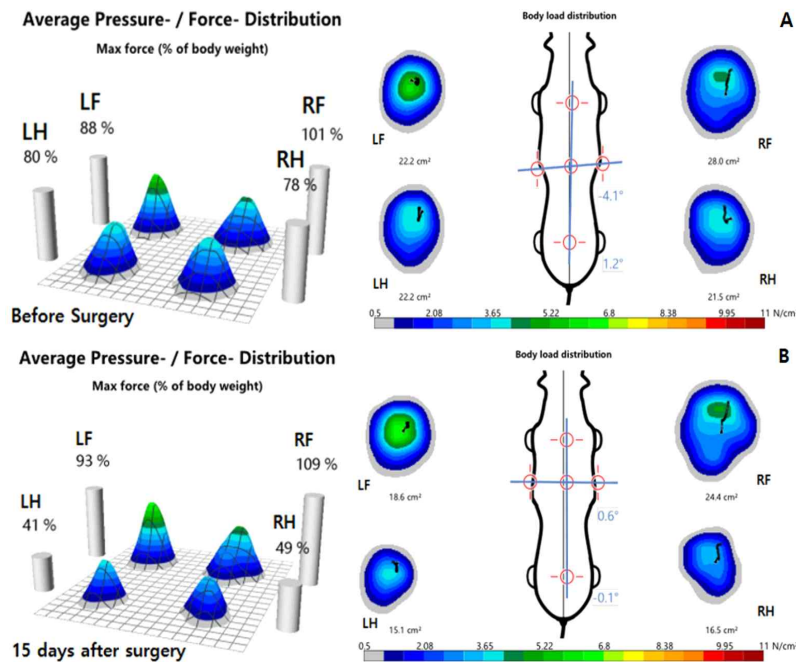
보호자에게 평소처럼 산책동간의 보행속도로 걷도록 설명하고, 목줄을 한 채로 측정을 하였으며, 자세보행 분석장치에 이질감없이 걷도록 주변을 2~3번 걷게 하면서 목줄이 당겨지지 않도록 60초 동안, 총 3번의 보행을 자세보행 분석장치 위에서 걷도록 하여 자연스럽게 측정되도록 하였다(Figure 2).



**Figure 2.** Gait analysis using a force platform. (A) At the start, the owner was between the dog's head and shoulder, and the dog was being gaited without undue tension or pulling on the leash. (B) Until the end, the owner maintained a natural gait without pulling the leash.

### III. 연구결과

수술 전, 수술 후 15일, 수술 후 40일의 보행속도는 각각 4.2km/h, 4.4km/h, 4.4km/h이며, MVF 와 BLD는 각각 FL에서 88%, 22.2cm<sup>2</sup> FR는 101%, 28.0cm<sup>2</sup> HL는 80%, 22.2cm<sup>2</sup> HR는 78%, 21.5cm<sup>2</sup>로 측정되었다. 수술 후 15일, FL에서 93%, 18.6cm<sup>2</sup> FR는 109%, 24.4cm<sup>2</sup> HL는 41%, 15.1cm<sup>2</sup> HR는 49%, 16.5cm<sup>2</sup>로 측정되었다. 그리고, 수술 후 40일, FL에서 101%, 22.2cm<sup>2</sup> FR는 110%, 26.5cm<sup>2</sup> HL는 60%, 22.2cm<sup>2</sup> HR는 63%, 20.1cm<sup>2</sup>로 측정되었다. 또한, SI는 수술 전, 앞다리 12.2 ± 3.8%, 뒷다리 8.9 ± 7.0%로 측정되었으며, 수술 후 15일, 앞다리 25.4±11.1%, 뒷다리 13.4±3.0%로 측정되었다. 그리고, 수술 후 40일 앞다리 8.1 ± 6.9%로 측정되었다 (Figure 3).



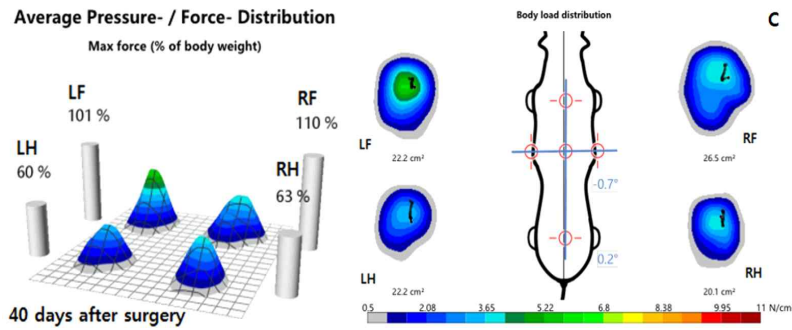


Figure 3. MVF (Left) and BLD (Right) of the four limbs for the trot. (A) Before surgery (B) 15 days after surgery, and (C) 40 days after surgery are measured. LF, left forelimb; LH, left hindlimb; RF, right forelimb; RH, right hindlimb

SI는 수술 전, 수술 후 15일, 수술 후 40일에서 각각 앞다리 12.2±3.8%, 15.1±3.6%, 8.1±6.9%이며, 뒷다리는 8.9±7.0%, 15.9±3.9%, 6.5±4.6%로 측정되었다 (Figure 4).

A	B	C
Symmetry index, %	Symmetry index, %	Symmetry index, %
Front 12.2±3.8	Front 15.1±3.6	Front 8.1±6.9
Hind 8.9±7.0	Hind 15.9±3.9	Hind 6.5±4.6

Figure 4. Symmetry index for each forelimb and hindlimb. (A) Before surgery (B) 15 days after surgery and, (C) 40 days after surgery are measured.

#### IV. 고찰

속보로 보행 시, 각각의 앞다리와 뒷다리에 부하되는 체중의 비율은 100-120%와 65-70%이며, 각 사지의 감소된 체중부하만큼 반대측의 사지로 조금씩 체중부하가 일어난다고 하였다 (Millis와 Levine, 2014). 팔꿈치 관절염에 이환된 개의 보행에서, 손상측에서 보다 비손상측에서의 MVF가 증가한 것으로 측정이 되었으며, 어깨관절의 접근법으로 관절절개술 후, 앞다리의 기능에 관한 평가에서 손상측에서 보다 비손상측에서 MVF가 높았다 (McLaughlin, 1995; Bockstahler, 2009). 보행 동안에 비손상측 앞다리의 MVF의 증가가 확인되는 것은 손상측의 병변의 위치에 따라 달라질 수 있는 데, 어깨와 팔꿈치를 포함하는 근위 관절의 손상의 경우는 MVF의 증가를 확인이 가능하였으며, 발바닥 손상의 경우는 비손상측 앞다리의 MVF 변화가 없는 것으로 확인되었다 (McLaughlin, 1995; Conzemius 등, 2001). 본 증례의 그림 3A에서, LF는 RF와 13%의 MVF 차이와와 BLD에서 RF가 LF보다 발바닥의 체중부하의 범위가 넓은 것으로 확인되었는데, 비손상측인 RF로 체중이동의 변화가 확인되었으며, 이는 근위 관절인 어깨관절의 선천적인 탈구로 인한 미묘한 통증과 관절가동범위의 제한으로 보상적인 체중부하의 이동이 발생한 것으로 사료된다.

이전 연구에서 편측 십자인대손상의 회복을 위한 종아리머리뼈 위치이동수술 3주 경과 후, 앞다리의 MVF변화에서 앞다리 모두에 MVF가 증가하는 것이 확인되었다 (Dupuis, 1994). 그림 3A, B에서 본 증례는 MPL 교정 전

MVF에서 LF가 수술 전 88%였고, 수술 15일 경과 후 93%로 증가하였으나, LH와 RH에서 MPL 수술 후 체중부하가 많이 감소된 것을 확인할 수 있다. 이는 MPL 수술 후 2주 정도 경과하여 회복이 불완전하여 앞다리로 체중부하가 많이 되었을 것으로 판단이 되어지고, 그림 3C에서, 수술 40일 경과 후 LF가 101 %까지 증가하고, 뒷다리의 체중부하가 60-63%까지 증가한 것은 보행을 속보로 할 수 있을 만큼 회복을 하였을 것이라 사료되며, 그림 B, C에서 수술 후 15일에 전체적인 체중부하의 세로축이 오른쪽으로 기울어져 있는 반면에, 수술 40일에는 중심에 가까워졌다. 비록 LF를 제외하고 RF로 보상적 체중부하를 하였지만 뒷다리가 완전히 회복되면서 RF의 체중부하의 정도가 수술 전과 수술 후 15일보다 감소된 것으로 사료된다.

5마리의 편측 팔꿈치관절염이 있는 개의 발바닥의 BLD 평가에서, 최대수직압력분포가 5마리의 정상개와 다르다는 것을 확인하였다 (Manera 등, 2017). 그림 3A, B에서 최대수직압력분포는 MPL 수술 전, FL의 에 집중되어 있는 반면에 RF에서는 LF보다는 부하가 집중되는 면적은 작으나, 전체분포면적은 크다는 것이 확인되었다. 뒷다리에서의 BLD는 수술 전에는 대체로 고른 분포를 보이고 있지만 수술 15일 수술 전과 달리 BLD가 확연히 감소된 것으로 측정되었다. 이는 수술 후 뒷다리의 통증과 관절불안정성으로 인해 앞다리로 체중부하가 보상적 이동을 하게 되었고, LF와 RF 모두 최대수직압력분포가 증가하게 된 것으로 사료된다. 그리하여, 최대수직압력분포는 그림 3에서 수술 40일에는 수술 전처럼 LF의 중심으로 BLD가 집중되어 있으나 수술 15일 전보다 감소되었고, RF에서 역시 감소되었다. 이는 수술 40일이 되어야 비로소 뒷다리의 통증감소로 체중부하가 이동할 수 있게 되었다고 볼 수 있다.

SI는 보행 시, 0 %에 가까울수록 좌우 균형 있는 보행을 하는 것이다 (Fischer 등, 2013). 편측 뒷다리에 다리절음을 유발한 후, 비대칭성은 보행 시에 뒷다리 전체에 증가하는 것으로 확인이 되었으며, 앞다리에 대해서도 최대 수직힘과 수직 임펄스의 증가로 비대칭성에서 유의성이 있었다 (Fischer 등, 2013). 또한, 23마리의 팔꿈치 이형성으로 인한 팔꿈치 관절염의 병력이 있는 개와 22마리의 정상개를 대상으로 인한 SI평가에서 다리절음이 있는 개에서 SI수치가 현저하게 앞다리와 뒷다리 모두에서 증가하였다 (Braun 등, 2019). 그림 4에서, 수술 전에 앞다리  $12.2 \pm 3.8\%$ , 뒷다리  $8.9 \pm 7.0\%$ 에서 수술 15일에 앞다리  $15.1 \pm 3.6\%$ , 뒷다리  $15.9 \pm 3.9\%$ 로 증가한 것은 수술 전보다 비대칭성이 증가한 것을 의미하며, 수술 40일에 앞다리  $8.1 \pm 6.9\%$ , 뒷다리  $6.5 \pm 4.5\%$ 로 다시 감소한 것은 수술 전에 탈구와 더불어 MPL의 문제로 앞다리와 뒷다리 모두에 비대칭성이 있었던 것이 MPL의 수술로 인해 사지 모두에 심각한 비대칭성을 보였다가 뒷다리의 문제가 개선됨에 따라 전체적인 대칭성이 향상되었을 것으로 간주된다.

## V. 결 론

본 연구는 단일 사례에 대한 연구로써 한 마리의 개체로 대상자에 결과값들을 제시하고 있다. 따라서, 동물의 전체적인 보상적인 운동역학에 대한 일반화를 제시하기에는 제한점이 있다. 다수를 이용한 평가와 증재 방법을 대입하여 보상적인 운동역학에 대한 결과를 제시할 필요성이 있을 것이라 사료된다. 보상적 보행에 영향을 미칠 가능성이 있는 요인에는 종, 걸음걸이, 속도, 체중, 병변의 위치, 장애 정도 또는 이러한 복합적인 요인이 모두 포함된다. 다양한 변수가 있기 때문에, 어떤 요소가 동물의 보상에 더 중요한 역할을 하는지에 대해서는 여전히 불분명하다. 하지만, 본 증례에서의 결과로, 뒷다리의 정형외과적 수술을 받은 개의 경우 혹은, 받을 예정이라면 앞다리의 정형외과 질환에 대한 사전 모니터링이 권장되어야 하며 앞다리의 질병에 대한 평가를 선행해야 한다.

## 참고문헌

- Abdelhadi J, Wefstaedt P, Galindo-Zamora V, et al. Load redistribution in walking and trotting Beagles with induced forelimb lameness. *American Journal of Veterinary Research*. 2013;74(1):34-39.
- Bockstahler BA, Vobornik A, Müller M, et al. Compensatory load redistribution in naturally occurring osteoarthritis of the elbow joint and induced weight-bearing lameness of the forelimbs compared with clinically sound dogs. *Vet J*. 2009;180(2):202-12.
- Bone DL. Chronic luxations. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1987;17(4):923-42.
- Braun L, Tichy A, Peham C, Bockstahler BA. Comparison of vertical force redistribution in the pads of dogs with elbow osteoarthritis and healthy dogs. *Vet J*. 2019;250:79-85.
- Carrillo JM, Manera ME, Rubio M, et al. Posturography and dynamic pedobarography in lame dogs with elbow dysplasia and cranial cruciate ligament rupture. *BMC Vet Res*. 2018;14:108.
- Conzemius M, Aper RL, Hill CM. Evaluation of a canine total elbow arthroplasty system: a preliminary study in normal dogs. *Vet Surg*. 2001;30(1):11-20.
- Craig LE, Reed A. Age-associated cartilage degeneration of the canine humeral head. *Vet Pathol*. 2013;50(2):264-268.
- DeCamp C, Johnston S, Dejardin L, et al. Fractures: classification, diagnosis, and treatment. In: Brinker W, Piermattei D, Flo G, editors. *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. 5th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2016; 261-262.
- Dupuis J, Harari J, Papageorges M, et al. Evaluation of fibular head transposition for repair of experimental cranial cruciate ligament injury in dogs. *Vet Surg*. 1994;23(1):1-12.
- Fanchon L, Grandjean D. Accuracy of asymmetry indices of ground reaction forces for diagnosis of hind limb lameness in dogs. *Am. J. Vet. Res*. 2007;68(10):1089-1094.
- Fischer S, Anders A, Nolte I, et al. Compensatory load redistribution in walking and trotting dogs with hind limb lameness. *Vet J*. 2013;197(3):746-52.
- Kunkel KA, Rochat MC. A review of lameness attributable to the shoulder in the dog: part one. *J Am Anim Hosp Assoc*. 2008;44(4):156-162.
- Manera ME, Carrillo JM, Batista M, et al. Static posturography: A new perspective in the assessment of lameness in a canine model. *PLoS One*. 2017;12(1):e0170692.
- McLaughlin RM, Roush JK. A comparison of two surgical approaches to the scapulohumeral joint in dogs. *Vet Surg*. 1995;24(3):207-214.
- Millis DL, Levine D. 2014. *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Elsevier p.223.
- Stokes R, Dycus DL. The Shoulder Joint and Common Abnormalities. *Vet Clin Small. Anim* 51;323-341, 2021. *Veterinary Evidence*. 2017;2(2):1-17.
- Vaughan LC, Jones DGC: Congenital dislocation of the shoulder joint in the dog. *J Small Anim Pract*. 1969;10(1):1-3.
-