

SHORT COMMUNICATION

슬개골이 탈구된 포메라니안의 수술 전·후 관절 각도의 변화에 대한 수중 트레드밀 운동 효과

안선호 · 박시현¹⁾ · 조연림¹⁾ · 김지호¹⁾ · 육심현¹⁾ · 이준희¹⁾ · 정연우¹⁾ · 정태호¹⁾ · 최인학¹⁾*

쇼펫, ¹⁾중부대학교 반려동물학부

The Impact of Underwater Treadmill Exercise on Joint Angle Changes Before and After Surgery in Pomeranians with Patellar Luxation

Sun-Ho Ahn, Si-Hyun Park¹⁾, Yeon-Rim Cho¹⁾, Ji-Ho Kim¹⁾, Sim-Hyun Youk¹⁾, Jun-Hee Lee¹⁾, Yeon-Woo Jeong¹⁾, Tae-Ho Chung¹⁾, In-Hag Choi¹⁾*

SHOPET, Daejeon 34190, Korea

¹⁾Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan-gun 32713, Korea

Abstract

This study examined the impact of underwater treadmill exercises (UTE) on changes in joint angles before and after surgery in Pomeranians with patellar luxation, focusing on how these changes influence balance and walking ability. Measurements were taken from the shoulders, front ankles, hip joints, knee joints, and hind ankles on both the left and right sides. The results showed no significant effect of UTE on joint flexion in any area ($p>0.05$). This finding suggests that, although the exercise program was intended to improve balance and walking behavior in Pomeranians with patellar luxation, it did not notably influence joint movements during flexion. In contrast, when examining extension, the underwater treadmill exercises showed no impact on the left front ankle, left hind ankle, or right front ankle; however, the remaining joints demonstrated substantial improvement. These differences can be attributed to the unique physical characteristics of Pomeranians.

Key words : Patellar luxation, Extension, Flexion, Joint angle, Pomeranians

1. 서론

슬개골 탈구(Patella luxation)는 소형견에 발생하는 슬개관절 이상 중 하나로 아무런 외상이 없음에도 불구하고 어느 시기에 파행을 유발하는 것이 특징이다 (Kang, 2005). 이는 소동물의 외과 수술에서 슬개골의 형태는 임상적으로도 슬개골 탈구와 같은 질환의 진단 및 치료에 중요한 의미를 갖기 때문에(Salas and

Popovitch, 2011; Sprocatti et al., 2022), 최근 수술 기법은 맞춤형 3D 프린팅 임플란트와 같은 정교한 시술이 도입되었다(Panichi et al., 2024). 그러나 이것은 반려견 개체 해부학적 변이를 고려한 수술 전 계획에 따라 시술 성공에 크게 영향을 주게 된다(Eravci Yalin et al., 2025). 현재까지 슬개골 자체에 대한 정량적 3차원 분석은 아직 미흡하고 형태학적 변이를 분석하는 것은 아직 충분히 연구되지 않은 분야로 알려

Received 22 December, 2025; Revised 7 January, 2026;

Accepted 8 January, 2026

*Corresponding author : In-Hag Choi, Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan-gun 32713, Korea
Phone : +82-41-750-6284
E-mail : animalscience@naver.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. The influence of underwater treadmill exercise on goniometric measurements in the left area of a Pomeranian recovering from patellar surgery

Item	Underwater treadmill exercise (Degree, °)		Significance
	Before	After	
Left shoulder			
FL ¹	31.67±1.67	26.67±3.33	NS ³
EX ²	160.00±11.55	175.00±2.89	NS
Front ankle			
FL	25.00±2.89	20.00±0.00	NS
EX	190.00±0.00	190.00±0.00	NS
Hip joint			
FL	35.00±2.89	26.67±3.33	NS
EX	145.00±0.58	171.67±1.67	*
Knee joint			
FL	28.33±4.41	26.67±3.33	NS
EX	166.67±8.82	178.33±1.67	NS
Hind ankle			
FL	27.00±2.89	26.67±3.33	NS
EX	185.00±5.00	181.67±4.41	NS

Data are expressed as mean ± standard error (SEM)

¹FL: flexion

²EX: extension

³NS: not significant

**p*<0.05

져 있다(Eravci Yalin et al., 2025).

슬개골 탈구는 다양한 방법을 통해 증상을 완화시키는 것은 가능하지만, 수술 후 보행과 균형을 증진시키는 것은 반드시 효과적인 재활이 요구된다. 따라서 대표적인 재활 요법인 수중 트레드밀 운동이 인간을 포함하여 반려견에도 적용되고 있다. 이 운동은 물속에서 난기류 및 저항력 등 물의 특성을 이용하여 수술 후 보행이 어려운 반려견에게 재활의 동기부여가 된다(Bates, 1996). 따라서 재활효과를 증명하기 위해 각도계(Goniometry)를 이용한 관절 각도를 측정하는 것이 반드시 필요하다. 각도측정법은 투명한 플라스틱 각도계를 사용하여 반려견이 서있는 자세 또는 굴곡이나 신전 자세에서 측정할 수 있게 된다(Jaegger et al., 2002). 즉 관절의 운동 범위를 정량화하여 간단하고 저렴하며 비침습적인 방법의 장점이 있어 인체에서 각도측정법의 정확성과 재현성은 이미 입증되었다(Jaegger et al., 2002). 그러나 반려견에서는 이러한 각도측정법은 아직 검증되지 않았으며, 이에 대한 정보는 매우 부족한 실정이다.

본 연구에서는 슬개골 탈구된 포메라니안의 수술 전·후 관절 각도의 변화에 대해 수중 트레드밀 운동 적용 시 효과를 분석하여 균형과 보행 능력에 얼마나 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 이에 다양한 견종의 수중 트레드밀 운동효과에 기대하는 기초 자료를 수집하여 반려견들의 재활 연구에 도움을 제공하는데 목적을 두었다.

2. 재료 및 방법

공시된 환견은 포메라니안(Pomeranian)으로 암·수 구별없이 3마리로 본 시험에 이용하였다. 재활 장소는 대전에 위치한 반려견 재활전문 센터인 쇼펫(SHOPET)이며, 동물생명윤리 가이드라인에 준하여 실시하였다. 환견인 포메라니안의 관절각도 측정을 위해 각도계(Goniometry)를 사용하였다. 환견의 측정 부위는 좌·우측을 대상으로 어깨(Left shoulder), 앞 발목(Front ankle), 엉덩 관절(Hip joint), 무릎관절(Knee joint) 및 뒷발목(Hind ankle)이었다. 환견의

Table 2. The influence of underwater treadmill exercise on goniometric measurements in the right area of a Pomeranian recovering from patellar surgery

Item	Underwater treadmill exercise (Degree, °)		Significance
	Before	After	
Right shoulder			
FL ¹	33.33±3.33	26.67±3.33	NS ³
EX ²	146.67±14.24	183.33±3.33	NS
Front ankle			
FL	31.67±7.26	25.00±5.00	NS
EX	193.33±3.33	181.67±4.41	NS
Hip joint			
FL	38.33±4.41	26.67±3.33	NS
EX	141.67±13.02	173.33±3.33	NS
Knee joint			
FL	31.67±6.01	26.67±3.33	NS
EX	170.00±5.77	180.00±0.00	NS
Hind ankle			
FL	21.00±4.58	20.00±0.00	NS
EX	175.00±7.64	190.00±0.00	NS

Data are expressed as mean ± standard error (SEM)

¹FL : flexion

²EX : extension

³NS : not significant

각도 측정방법은 Ahn et al.(2025) 방법에 준하여 슬개골 탈구 수술 후 즉시 관절 각도를 즉시 측정하였고, 3개월 동안 수중 트레드밀 운동을 통해 다시 관절 각도를 측정하였다. 요약하면, 환견이 수중 트레드밀 운동하지 않은 상태와 운동 후 직립상태에서 좌·우측 측정 부위별로 관절 각도계를 이용하여 굴곡(Flexion)과 신전(Extension) 각도를 측정하였다. 모든 통계분석은 SAS (Version 9.4) package program를 사용하였고, 평균 처리간 유의성을 위해 T-test로 양측검증을 실시하여 95% 수준에서 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

슬개골 탈구 수술 후 포메라니안을 수중 트레드밀 운동 전·후 측정된 왼쪽 부위의 관절 각도에 대한 결과를 Table 1에 요약하였다. 왼쪽 부위를 측정된 결과 포메라니안의 관절 각도는 수중 트레드밀 운동 전·후 통계적 차이가 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). 그러나 왼쪽 엉덩 관절은 신전시 상태에서 통계적 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 특히 왼쪽 엉덩 관절부

분은 신전 전·후 18.3°로 향상되어 수중 트레드밀 운동 효과가 제일 높았다. 그 다음은 신전 전·후 왼쪽 어깨부위로 9.3°, 왼쪽 무릎 관절은 7° 향상되었다. 그러나, 왼쪽 앞발목과 뒷발목은 신전 전·후시 수중 트레드밀 운동 효과가 없는 것으로 나타났다. 굴곡 전·후시 결과의 경우 왼쪽 부위를 포함하는 어깨, 앞 발목, 엉덩 관절, 무릎관절 및 뒷 발목 모두에서 수중 트레드밀 운동 효과를 기대할 수 없었다. 우리의 결과와는 달리 Ahn et al.(2025) 연구에서는 슬개골 탈구 수술 후, 푸들의 수중 트레드밀 운동 전과 후에는 관절 각도에 큰 변화가 관측되어 재활 효과가 있음을 보고하였다. 이러한 차이는 반려견의 품종 또는 포메라니안 견종의 신체적 특성에서 기인하는 것으로 볼 수 있다.

Table 2는 포메라니안을 수중 트레드밀 운동 전·후 측정된 오른쪽 부위의 관절 각도에 대한 변화를 제시한 결과이다. 슬개골 탈구 수술 후 수중 트레드밀 운동 전·후 측정된 오른쪽 부위의 관절 각도의 변화는 어깨, 앞 발목, 엉덩 관절, 무릎관절 그리고 뒷발목에서 통계적 유의성이 없는 것으로 관측되었다($p>0.05$).

왼쪽에서 측정된 부위의 결과와 마찬가지로, 오른

쪽의 부위에서 굴곡의 경우도 수중 트레드밀 운동에 대한 효과가 없는 것으로 판단된다. 특히, 포메라니안에서 큰 변화가 관측된 부위는 신전 상태에서 찾아볼 수 있으며, 어깨와 엉덩관절 부위에서 수중 운동효과가 각각 25°와 22.3°로 향상되었다. 뒷발목과 무릎관절에서도 각각 8.6°와 5.9°의 신전을 통한 수중 운동 효과가 있었지만, 앞발목은 수중 운동효과가 없었다. 이 결과는 앞에서 언급한 바와 같이 포메라니안 견종이 가지는 신체적 특성으로 해석할 수 있다. 예를 들면 Jaegger et al.(2002)는 래브라도 리트리버 집단에 적용한 각도계 측정은 정밀성과 재현성이 매우 우수하고, 이런 결과는 정밀한 해부학적 기준과 방법 연구 대상군의 동질성 때문이라고 하였다. 그러므로 우리의 연구 목적 역시 각도계를 활용한 다양한 견종의 수중 트레드밀 운동 효과를 기대하는 기초자료를 수집하여 향후 연구에 적용하는 것이다.

4. 결론

본 연구는 슬개골 탈구된 포메라니안의 수술 전·후 관절 각도의 변화에 대해 수중 트레드밀 운동 적용 시 효과를 분석하여 균형과 보행 능력에 얼마나 영향을 미치는지 조사하였다. 왼쪽과 오른쪽의 부위에서 측정된 어깨, 앞 발목, 엉덩 관절, 무릎관절 그리고 뒷발목은 굴곡에서 수중 트레드밀 운동에 대한 효과가 없는 것으로 판단된다. 그러나 특정 부분을 제외하고 신전에서 왼쪽과 오른쪽 부위는 수중 트레드밀 운동에 대한 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 포메라니안이 가지고 있는 신체적 특성으로 보여진다. 이에 다양한 견종의 수중 트레드밀 운동효과에 기대하는 기초 자료 수집을 통한 반려견들의 재활 연구에 도움을 제공할 수 있다.

REFERENCES

Ahn, S. H., Chung, T. H., Choi, I. H., 2025, Effects of underwater treadmill sessions on goniometry in Poodle undergoing patellar surgery, J. Environ. Sci. Int., 34, 509-512.
Bates, A., 1996, Aquatic exercise therapy, WB Saunders Company.

Eravci Yalin, E., Altundağ, Y., Altunatmaz, K., Çakar, B., Acar, E., Pasicka, E., Özkan, E., Gündemir, O., Spataru, M.-C., 2025, Patellar shape variation in cats and dogs: implications for orthopedic surgical planning, Animals, 15, 1608.
Jaegger, G., Marcellin-Little, D. J., Levine, D., 2002, Reliability of goniometry in labrador retrievers, Am. J. Vet. Res., 63, 979-986.
Kang, M. G., 2005, Evaluation of surgical treatment of patellar luxation in small breed dogs, Ph. D. Dissertation, Konkuk University, Seoul, South Korea.
Panichi, E., Cappellari, F., Burkhan, E., Principato, G., Currenti, M., Tabb, M., Macr, F., 2024, Patient-specific 3D-printed osteotomy guides and titanium plates for distal femoral deformities in dogs with lateral patellar luxation, Animals, 14, 951.
Salas, N., Popovitch, C., 2011, Surgical versus conservative management of patella fractures in cats: A Retrospective study, Can. Vet. J., 52, 1319.
Sprocatti, M., Kvale, E., Solano, M., 2022, Combined internal fixation and transarticular external skeletal fixation to treat traumatic patellar fractures in five dogs, N. Z. Vet. J., 70, 119-27.

-
- President. Sun-Ho Ahn
SHOPET
iskennelclub@naver.com
 - University student. Si-Hyun Park
Division of Pet & Companion Animal Science
fkqv520@icloud.com
 - University student. Yeon-Rim Cho
Division of Pet & Companion Animal Science
lucy2440922@gmail.com
 - University student. Ji-Ho Kim
Division of Pet & Companion Animal Science
nhcl0813@gmail.com
 - University student. Sim-Hyun Youk
Division of Pet & Companion Animal Science
tlagus5582@naver.com
 - University student. Jun-Hee Lee
Division of Pet & Companion Animal Science
number2307@naver.com
 - Professor. Yeun-Woo Jeong
Division of Pet & Companion Animal Science
doctorj1@joongbu.ac.kr
 - Professor. Tae-Ho Chung
Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University
taehochung@daum.net
 - Professor. In-Hag Choi
Division of Pet & Companion Animal Science, Joongbu University
animalscience@naver.com