

## 관절경 수술시 슬관절내 온도변화

인하대학교 의과대학 인하병원 정형외과학교실

이동주·김형수·박승림·강준순·염승훈·김 신

### Changes in Temperature during Arthroscopic Knee Surgery

Tong Joo Lee, M.D., Hyoung Soo Kim, M.D., Seung Rim Park, M.D.,  
Joon Soon Kang, M.D., Seung Hoon Yeoum, M.D., Shin Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery,  
Inha University College of Medicine, Sung-nam, Korea

**ABSTRACT : Purpose :** To document the change in the temperature of the knee joint at the initiation and conclusion of an arthroscopic procedure and correlate this temperature change with other intra-operative variables.

**Material and Methods :** Temperature measurements were performed in 40 consecutive patients(42 cases) that underwent arthroscopic surgery. Temperature measurements were taken at the initiation of the procedure, before and after inflation of the tourniquet. The last measurement was recorded at the end of the surgical procedure.

**Results :** The mean knee joint temperature evaluated before inflation of the tourniquet was  $35.1 \pm 1.0$ , at the end of surgery,  $24.6 \pm 1.5^\circ\text{C}$ . The mean temperature change observed from the beginning to the end of the procedure was  $10.5^\circ\text{C}$ .

The student t test showed a statistically significant difference of the initial joint temperature( $p < 0.01$ ) between the patient with no and +1 effusion / between the patient with no and +2 effusion. The temperature at the end of the procedure was found to be statistically low correlated ( $p < 0.01$ ) with the lower temperature of the irrigant and the lengthening of the arthroscopic procedure.

**Conclusion :** Consideration should be given to maintaining the saline irrigant to more physiologic temperature to protect the articular cartilage from any possible temperature induced damages.

**KEY WORDS :** Knee, Articular Cartilage, Arthroscopy, Temperature

### 서 론

관절경 수술시 관절을 부풀리거나 관주(irrigation)하기

\* Address reprint requests to  
Hyoung-Soo Kim, M.D.  
Department of Orthopedic Surgery, Inha General Hospital  
7336, Taepyung-4-dong, Sujung-gu, Sungnam, Korea  
Tel : 82-31-720-5864, Fax : 82-31-754-7235  
E-mail : Kimhyoun@mail.inha.ac.kr

\* 본 논문은 1998년 인하대학교 연구비 지원에 의해서 수행되었음.

위하여 많은 종류의 용액이 사용되어지고 있다. 관절 연골은 혈관의 분포가 없어 확산에 의하여 영양 공급 및 노폐물의 분비가 이루어지기 때문에 연골주위 용액의 화학적, 물리적 성상에 의해 연골에 많은 변화가 있을 것으로 추측할 수 있다. 과거부터 관주용액(irrigant)의 종류에 따라서, 생화학적 또는 조직학적으로 관절 연골에 어떤 영향이 있는가에 대한 연구<sup>1-3)</sup>는 많이 있었으나, 관절경 수술시 낮은 온도의 관주용액을 사용하여 발생하는 슬관절 온도의 감소가 관절 연골에 미치는 영향에 대해서는 연구가 없었다.

여러 방법으로 슬관절에 열을 가하여 치료 효과를 기대하는 슬관절내 온도 치료의 효과를 평가하거나, 그 외 여러

냉열 또는 온열의 온도 치료의 효과를 평가하였는데<sup>2,3,5,7,10)</sup> 관절내 온도 변화는 관절내 생리적 변화를 일으킬 수 있는 요소중 하나인 것으로 보고하고 있다. Harris와 McCrosker<sup>9)</sup>는 염증성 관절염을 가진 환자에서 관절내 온도의 증가가 관절내 라이소좀효소의 활성성을 증가시키고, 활성성이 증가된 효소는 관절 연골의 세포 외기질의 분해를 일으켜 관절 면을 파괴하는 것으로 보고하고 있다. 최근 Kuo 등<sup>10)</sup>은 소의 관절 연골을 이용한 연구에서 섭씨 20도에서 40도 사이의 관절내 온도 변화가 관절 연골의 점탄성 성질을 유의적으로 변화시키는 것으로 보고하였다.

정상적인 관절연골의 항상성을 유지하기 위하여서는 생리적 또는 생화학적인 변수들의 유지가 매우 중요하다. 그러므로 관절경 수술시 나타나는 관절내 온도 변화와 같은 물리적 변화를 연구하는 것은 가치있는 일로 사료된다.

본 연구의 목적은 관절경 수술 시작과 종료후에 나타나는 관절내 온도 변화 정도를 측정하고, 이러한 변화에 영향을 줄 수 있는 인자를 찾고자 하는데 있다.

### 연구 대상 및 방법

반월상 연골의 손상과 전방 십자 인대 손상으로 관절경 수술이 시행된 연속된 40명의 환자를 대상으로 42예의 슬관절에서 온도 변화가 측정되었다.

18명은 여자 22명은 남자이었고, 좌측 슬관절이 22예, 우측 슬관절이 20예이었다. 환자의 평균 나이는 22세(14-40세)이었고, 환자의 평균 체중은 73.3±18.9 kg이었다. 평균 신장은 173.7±10.3 cm이었고, 평균 body mass index (BMI)는 23.9±4.1이었다. 어떤 환자에서도 임상적으로 또는 방사선 사진상에서 관절염의 증거는 없었다.

모든 환자는 마취하에서 관절증찰을 검사하여, 슬개골 상부 압박시에 슬개골 부유(patellar floating) 정도가 느껴질 정도를 경도(+1)로 하였고, 슬개골 상부를 압박하지 않은 상태에서 슬개골 부유가 느껴질 정도를 중등도(+2)로 하였으며, 육안으로도 종창이 뚜렷이 나타날 정도를 중증(+3)으로 분류하였다.

수술실의 평균 온도는 섭씨 21도로 일정하게 유지되었고, 환자가 수술실에 도착하여 마취와 수술 준비에 소요되는 평균 시간은 28.6±2.7 분이였다.

슬관절 온도 측정은 수술 전 지혈대 팽창 직전에 측정하였다. 관절내에 위치시켜 온도를 측정하는 온도계는 디지털 온도계(Fisher Scientific, Pittsburgh, U.S.A.)로 측정오차가 ±0.2 °C이다. 온도계는 멸균된 스테인레스 프루브에 연결된 말단에 온도 수용기가 있어 주변 조작과 접촉으로 발생하는 측정오차를 방지하였고(Fig. 1). 프루브는 길이가 7 cm이상으로 충분히 길어서 관절내로 삽입할 수 있었으며, 관절내 삽입은 관절내 접근이 용이한<sup>11)</sup> 전 내

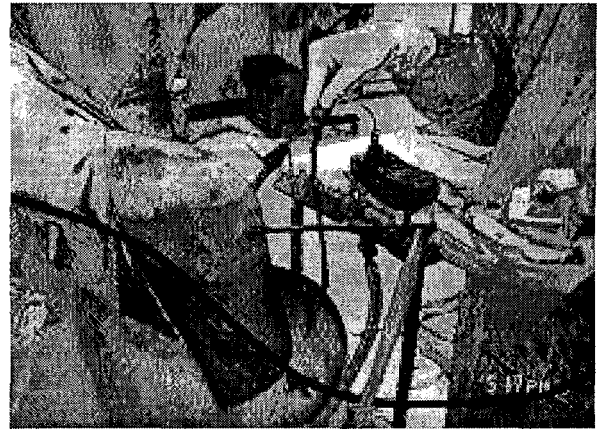


Fig. 1. Measurement of intraarticular temperature using digital thermometer during arthroscopic procedure.

측 portalem 이용하여 프루브를 관절내 파간 절흔에 위치시켜 대퇴골에 닿지 않도록 하여 슬관절 온도를 측정하였다. 프루브는 약 1분간 관절내에 위치시켜 온도를 측정하였다. 지혈대를 팽창시킨 후에 같은 방법으로 슬관절 내 온도를 측정하였다. 마지막 측정은 수술이 끝난 후 피부가 봉합되고, 관주용액이 제거된 후 실시하였다.

중심 체온은 수술중 계속적으로 측정되었으며, 관주용액으로는 항생제가 포함되지 않은 0.9% 등장 생리식염수(생리식염관주액 3000, 제일제당, 한국)를 이용하였으며, 사용된 관주용액의 양을 기록하였다. 관주용액의 온도도 측정하였다.

수술 시간, 관주용액의 온도, 사용된 관주용액의 양, 술 전 슬관절의 온도, 환자의 체온을 변수로 분석하였다. 술 전 관절 종창의 정도와 술 전 슬관절 온도와의 관계를 평가하기 위하여 student t-test 를 이용하여 통계 처리하였고, 상관계수는 Pearson 법을 이용하여 얻었다. 술 후 관절내 온도와 각각의 독립된 예측 인자와의 관계는 선형 회귀분석을 이용하였다. 이러한 계측치는 SPSS 10.0 통계 프로그램을 이용하여, 측정치는 평균±SD로 표현하였고, student-t test상 p값이 0.05기만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 하였다.

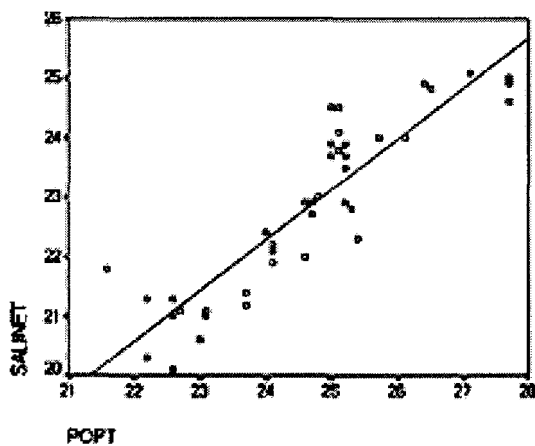
### 결 과

슬관절의 종창 정도를 측정하니 12예에서는 음성이었으며, 21예에서는 +1이었고, 나머지 9예에서는 +2이었다. 평균 체온은 술 전 36.4±0.3°C이었고, 수술중 체온 변화는 없었다. 지혈대 팽창 이전의 슬관절 평균 온도는 35.1±1.0°C이었고, 최소 32.1°C, 최고 36.7°C이었다. 지혈대를 팽창시킨 후 측정된 슬관절 온도는 평균 35.0±1.0°C, 최소 31.9°C, 최대 36.6°C로 최대 0.2°C의 온도 감

**Table 1.** Comparison of variables between the patient with no effusion and +1 effusion, and with no effusion and +2 effusion.

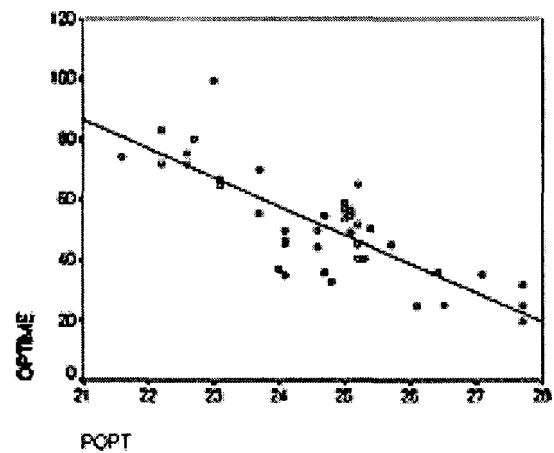
	Effusion			p value
	0 group	+1 group	+2 group	
Pre-tourniquet temp. <sup>†</sup>	36.6± 0.6	35.0± 0.7	33.7± 0.7	p <0.01
Post-tourniquet temp. <sup>†</sup>	36.4± 0.6	34.8± 0.7	33.6± 0.7	p <0.01
Post-procedure temp. <sup>†</sup>	25.4± 2.1	24.7± 1.2	23.9± 1.2	NS*
Procedure time	43.8± 26.7	53.3± 18.9	56.6± 17.2	NS*
Temperature of irrigant	23.1± 1.4	22.5± 1.3	22.1± 0.9	NS*
Amount of irrigant	15.0± 11.9	14.1± 7.1	14.0± 6.6	NS*
Body temperature	36.4± 0.4	36.4± 0.3	36.4± 0.2	NS*

\*NS : non-significant

<sup>†</sup> temp. : knee joint temperature**Fig. 2.** The temperature at the end of the procedure was found to be statistically correlated with the temperature of the irrigant.

r : 0.901

p-value : 0.000

**Fig. 3.** The temperature at the end of the procedure was found to be statistically correlated with length of the arthroscopic procedure.

r : -0.881

p-value : 0.000

소를 보였으나, 팽창 이전의 슬관절 온도와 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

술 후 슬관절 온도는 평균  $24.6 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 로 측정되었다. 술 전과 술 후의 슬관절 온도 차이는 최소  $7.0^\circ\text{C}$ 에서 최대  $14.3^\circ\text{C}$ 로 평균  $10.5^\circ\text{C}$ 의 온도 감소를 보였으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p > 0.05$ ).

수술 시간은 최소 15분에서 최대 100분으로 평균 51.8분이었다.

술 후 포장된 상태로 관주용액의 온도를 측정하니  $22.8 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 이었고, 수술시 사용된 관주용액의 양은  $14.2 \pm 10.7 \text{ L}$ 이었다.

술 전 슬관절 온도는 관절 종창이 없는 군보다 경도의 종창이 있는 군에서 낮았고, 중등도의 종창이 있는 군에서 더욱 낮았는데 이는 통계적 유의성이 있었다( $p = 0.000$ ) (table 1). 그러나 경도의 종창이 있는 군과 중등도의 종

창이 있는 군간에는 통계학적으로는 유의성이 없었다( $p > 0.05$ ).

환자의 체온, 사용한 관주용액의 양과 온도, 수술시간 등의 변수를 술 후 슬관절 온도 차이와 연관지어 상관분석법을 이용하여 비교하니 모두 상관성이 없게 나타났다.

단지 관주용액의 온도와 수술 시간을 술 후 슬관절 온도와 비교하니, 관주용액의 온도가 낮을수록 슬관절 온도가 낮아졌고( $p = 0.000$ ), 수술 시간이 길수록 슬관절 온도가 낮아졌다( $p = 0.000$ ) (Fig. 2, 3).

## 고 찰

저자들은 관절경 수술후 슬관절 온도가 유의하게 감소하는 것을 보고하고, 이러한 슬관절 온도 감소를 유발하는 요소는 사용된 관주용액의 온도와 소요되는 수술 시간임을 발

견하였다.

환자의 체온, 수술시 사용된 관주용액의 양과 술 후 슬관절 온도와는 유의한 연관성이 없었다.

지금까지 보고에서는 관절경 수술시 사용되는 여러 종류의 관주용액들이 관절 연골의 미세구조에 생화학적으로 미치는 영향에 대하여 주로 연구되었다. Reagan 등<sup>9)</sup>은 1983년의 실험에서 Ringers lactate용액보다 생리 식염수가 연골 세포의 proteoglycan 합성을 방해하는 것으로 보고하였다. 그러한 이유로 관절경 수술시 Ringers lactate의 사용을 제안하였다. Bert 등<sup>10)</sup>은 1990년의 보고에서 슬관절의 관주용액으로 glycerol, ringer lactate, 생리 식염수, 증류수등을 사용한 후, 관절 연골의 미세 구조가 변화한다고 보고하였다. 반면에 Yang 등<sup>11)</sup>은 1993년에 토끼의 슬개골 관절 면을 이용한 실험에서, 일반적으로 관절경 수술에서 사용되고 있는 관주용액은 관절 연골의 미세 구조에 아무런 영향도 미치지 않는다고 보고하였다. 위와 같은 보고에서는 관주용액의 온도에 대한 어떤 고려나 언급도 없다. 아마도 위의 두 보고가 반대의 결과를 보이는 한 원인으로서는 관주용액의 온도가 고려될 수 있을 것이다. 또한 이러한 연구들은 관절 면의 미세구조 변화만을 고려하고 있어서, 생체에서 관절 연골의 내재적인 생화학적 특성 변화에 대한 연구가 아직 미미하다. Sundby 등<sup>8)</sup>이나 Kuo 등<sup>6)</sup>은 관절내 온도변화와 그에 따른 관절 연골의 생역학적 특성의 변화에 대하여 연구하였다. Sundby 등<sup>8)</sup>은 1987년의 보고에서 다양한 온도의 효소 방해용액(enzymatic inhibition solution)이 관절 연골의 충격 흡수 정도에 미치는 영향을 비교하였다. Kuo 등<sup>6)</sup>은 1994년의 보고에서 슬관절의 온도 변화에 따라서 관절 연골의 투과성에 상당한 변화를 보인다고 하였다.

비록 이러한 실험이 동물 연골을 가지고 이루어진 것일지라도 그 결과는 임상적으로 고려되어야 하며, 온도 변화가 연골에 미치는 영향에 대하여 많은 연구가 필요하다. 그러므로 슬관절 온도에 유의적인 영향을 미치는 요소에 대한 임상적 평가가 유용할 것으로 판단한다.

저자들은 생리 식염수를 관주용액으로 사용하는 관절경 수술시 슬관절 온도 감소가 약 10도인 것을 보고하면서 임상적으로 관절경 수술시 발생할 수 있는 심각한 온도 변화가 관절 연골에 많은 해를 끼칠 수 있다는 것을 고려하여, 온도 변화가 작아지도록 노력할 것을 제안한다. 이러한 노력의 한가지 방법으로 슬관절 온도와 비슷한 온도의 관주용액 사용을 고려해야할 것이다.

## REFERENCES

- 1) **JM Bert, Z Posalaky, S Snyder, D. McGinley, C Chock** : Effect of various irrigation fluids on the ultrastructure of articular cartilage. *Arthroscopy*, 6:104-111, 1990.
- 2) **WF Bonner, FJ Bonner, LP Howell, MA Maiatico, JF Bonner** : Effects of cryotherapy on experimental chronic monoarticular arthritis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 65, 633, 1984.
- 3) **N Borken, W Bierman** : Temperature changes produced by spraying with ethyl Chloride. *Arch. Phys. Med. and Rehabil.*, 36:228-290, 1955.
- 4) **ED Harris, PA McCroskery** : The influence of temperature and fibril stability on degradation of cartilage collagen by rheumatoid synovial collagenase. *The N. Engl. J. Med.*, 290:1-6, 1974.
- 5) **JL Hollander, SM Horvath** : Influence of physical therapy procedures on intra-articular temperature of normal and arthritic subjects. *Am. J. Med. Sci.*, 218:543-548, 1949.
- 6) **KP Kuo, J-K Suh, R Valentine, FH Fu, SL-Y Woo** : Temperature effect on the intrinsic biomechanical properties of articular cartilage. *ORS, New Orleans*, February, 1994.
- 7) **FGJ Oosterveld, JJ Rasker, JWG Jacobs, HJA Overmars** : The effect of local heat and cold therapy on the intraarticular and skin surface temperature of the knee. *Arthritis and Rheum.*, 35:146-150, 1992.
- 8) **K Sundby, NG Shrive, CB Frank, NS Schachar** : The effect of temperature change on specific mechanical properties of articular cartilage. *Abstract ORS, San Francisco*, January 19-22, 1987.
- 9) **BF Reagan, VK McInerney, BV Treadwell, B Zarins, HJ Mankin** : Irrigating solutions for arthroscopy. *J. Bone and Joint Surg.*, 65-A:629-631, 1983.
- 10) **A Weinberger, R Fadilah, A Lev, J Pinkhas** : Intra-articular temperature measurements after superficial heating. *Scand. J. Rehab Med.*, 21:55-57, 1989.
- 11) **C-Y Yang, S-C Cheng, C-L Shen** : Effect of irrigation fluids on the articular cartilage: a scanning electron microscope study. *Arthroscopy*, 9:425-430, 1993.

**목적** : 관절경 수술 전, 후에 발생하는 관절내 온도 변화를 측정하고, 이러한 온도 변화에 영향을 줄 수 있는 요인을 분석하고자 한다.

**대상 및 방법** : 반월상 연골의 손상과 전방 십자 인대 손상으로 관절경 수술이 시행된 연속된 40명의 환자를 대상으로 42회의 슬관절에서 온도 변화가 측정되었다. 슬관절 온도의 측정은 3차례에 걸쳐 실시되었는데, 술 전 지혈대 팽창 전, 지혈대를 팽창시킨 후, 그리고 마지막 측정은 수술이 끝난 후에 실시하였다.

**결과** : 지혈대 팽창 이전의 슬관절 평균 온도는  $35.1 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 이었고, 술 후 슬관절 온도는  $24.6 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 로 측정되었으며 평균  $10.5^\circ\text{C}$ 의 온도 감소를 보였다.

관절 종창이 없는 군과 관절 종창이 경도(+1)인 군, 관절 종창이 없는 군과 중등도(+2)인 군간에서의 술 전 슬관절의 온도는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.01$ ). 단지 관주용액의 온도와 수술 시간을 술 후 슬관절 온도와 비교할 때, 관주용액의 온도가 낮을수록( $p < 0.01$ ), 수술 시간이 길수록 술 후 슬관절 온도가 낮았다( $p < 0.01$ ).

**결론** : 관주용액의 온도를 체온과 유사하게하고 관주용액을 사용하는 수술 시간을 가능한 줄이도록 노력하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

**색인단어** : 슬관절, 관절 연골, 관절경, 온도