大韓獸醫學會誌(2002) 第42卷 第1號
*Korean J Vet Res*(2002) 42(1) : 123~130

# 개에서 주사 및 도입마취제로서 Propofol의 마취효과 및 심폐기능에 미치는 영향

유준호, 이충호, 김완희, 남치주, 권오경*
서울대학교 수의과대학
(게재승인 : 2002년 2월 28일)

# Anesthetic and Cardiopulmonary Effects of Propofol as Infusion and Induction Anesthesia in Dogs

**Jun-ho Yoo, Chung-ho Lee, Wan-Hee Kim, Tchi-chou Nam and Oh-kyeong Kweon***
*College of Veterinary Medicine, Seoul National University*
(Accepted : February 28, 2002)

**Abstract** : To investigate the cardiopulmonary and anesthetic effects of propofol in dogs, experimental dogs were randomly divided into 4 groups (propofol infusion anesthesia, P/INF, propofol intermittent anesthesia, P/INTER, propofol induction anesthesia, P/ISO, thiopental Na induction anesthesia, T/ISO) and monitored analgesic and anesthetic effects, recovery time, body temperature, heart rate, mean arterial pressure, respiratory rate, systolic and diastolic pressure.

In all groups, apnea was not observed. In the P/INF group, the respiratory rate(RR) was slightly decreased, but in the P/INTER group, RR was increased and shallowing. In the groups of P/ISO and T/ISO, the respiratory rate was decreased. Heart rate(HR) was increased after induction anesthesia in all groups, but gradually decreased. Mean arterial pressure(MAP) was decreased after injection anesthesia in the groups of P/INF and P/INTER. In the groups of P/ISO and T/ISO, however, MAP was slightly increased. Systolic and diastolic arterial pressure were gradually decreased after induction anesthesia, but not significantly. In the groups of P/INF and P/ISO, recovery time was shorter than the groups of P/INTER and T/ISO. In all groups, body temperature of animals was decreased gradually according to time but no significant changes were observed.

Propofol injection doesn't make the complete loss of responses of animals, especially, in the P/INTER group. In the P/INF group, deep pain was present until the end of anesthetic period. During recovery period, any other side effects except incoordination were not monitored.

The present study suggested that infusion anesthesia was superior to intermittent anesthesia as injection anesthetic agent, and propofol was better than thiopental Na as induction anesthetic agent.

**Key words** : propofol, infusion anesthesia, induction anesthesia, dog

## 서 론

Propofol(2, 6-diisopropylphenol)은 새로 개발된 alkyl phenol 계열의 주사마취제로[6], 사람에서는 thiopental Na이나 methohexital 보다 마취 도입 시에 부드럽고, 빠르고, 안전하며, 회복 시에도 부드럽고 빠른 회복양상을 보이는

* Corresponding author : Dr. Oh-kyeong Kweon, Department of Veterinary Surgery, College of Veterinary Medicine, Seoul National University, San 56-1, Shillim-dong, Kwanak-gu, Seoul 151-742, Republic of Korea. E-mail: ohkweon@snu.ac.kr

것이 특징이다.[11] 또한, 개에서도 도입기, 유지기, 회복기에 흥분없이 부드러운 마취상태를 유지하게 해준다[5-7,9-11]. 하지만, 세균감염으로 인해 보관이 어렵고[1-4], thiopental Na에 비해 고가일 뿐만 아니라, 저혈압유발 및 호흡억제효과와 같은 부작용으로 국내 수의임상에서는 그 사용이 보고된 예가 적다.

초단시간-작용 thiobarbiturate인 thiopental Na은 일반적으로 임상에서 주로 사용되는 도입마취제이다. Propofol과 비슷한 작용을 하지만 성분이 전혀 다르고, 심 부정맥이나 호흡억제, 회복시간 연장 및 흥분성회복과 같은 단점이 있다.[6,9,11] 하지만, 냉장보관 시 propofol에 비해 오랜 시간 보관할 수 있다는 것과 경제적이라는 장점이 있다[20].

Propofol의 전신 주사마취를 하는 방법으로는 일반적으로 점적 마취와 간헐적 주사마취법이 있다[12]. 점적 마취는 마취심도의 조절이 간단하고, 일정한 마취심도를 유지할 수 있다는 장점이 있고, 간헐적 주사마취는 사용이 편리하다는 장점이 있는 반면, 빠른 회복으로 인해, 잦은 투여를 해야한다는 단점이 있다. propofol과 thiopental Na은 halothane이나 isoflurane과 같은 호흡마취제로 유지하기 위한 도입마취제로서 사용될 수 있다. 수의임상에서 propofol에 대한 여러 보고가 있으나, propofol 단독 전신 주사마취법의 비교실험에 대한 자료가 부족하였고, 현재 임상에서 주로 사용되고 있는 thiopental Na과 propofol의 도입마취 비교실험에 관한 보고도 드물다.

이에 본 실험에서는 주사마취제로서 점적 및 간헐적 주사마취방법을, 그리고 도입마취제서 propofol과 thiopental Na을 사용해 마취효과 및 심맥관계에 미치는 영향을 조사, 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물

임상적으로 건강한 잡종견 6두 (5.43±1.61 kg)를 암수 구별 없이 실험에 사용하였다. 각 개체마다 최소 1주 간격으로 propofol 점적 마취실험, propofol 간헐적 주사마취실험, propofol로 도입 후 isoflurane으로 유지 마취한 실험, thiopental Na으로 도입 후 isoflurane으로 유지 마취한 실험을 교대로 하였다. 실험 전 12시간이상 절식시켰으며, 물은 자유 급여하였다.

### 사용약제

점적 주사마취 (P/INF 군)와 간헐적 주사마취 (P/INTER 군)시 propofol(포폴 주®, 동국제약 주식회사)을 사용하였고, 도입마취 실험 시 propofol (P/ISO 군)과 thiopental Na (치오닐 주®, 대한약품공업 주식회사)를 사용하였다 (T/ISO 군). Acepromazine (세다젝트®, 삼우화학공업 주식회사)은 도입마취 실험 시 전마취제로 사용하였으며. Isoflurane (에어레인®, 일성신약 주식회사)을 호흡마취제로 사용하였다.

### 마취방법

실험견의 흥분을 최소화하기 위해 실험실을 조용하고 어둡게 유지하였다. 모든 군에서 실험견을 우측와 상태로 보정시킨 후 도입 전 10분간 탐지항목을 조사하였다. P/INF 군은 propofol 도입용량을 정맥 주사한 후 바로 0.8 mg/kg/min의 속도로 유지시켰고, P/INTER 군에서는 deep pain이 나타날 때마다 도입용량의 반 (3 mg/kg)을 정맥 주사하였다. P/INF 군에서는 30분간 마취를 유지하였으나, P/INTER 군에서는 마취 후 30분이 지나기 전에 최종적으로 주사한 것을 마취 종료로 하였다. 도입마취 실험에서는 도입 5분전 acepromazine을 투여하고 propofol (P/ISO 군) 또는 thiopental Na (T/ISO 군)으로 도입마취를 한 후 삽관하였다. 삽관 후 바로 2.5% isoflurane 과 100 % 산소를 공급하였다. 산소공급은 0.01 × 체중 (kg) × 호흡수 = ℓ/min 로 유지하였다[16]. 도입 30분 후 가스마취제투여를 중단하였다. 무호흡이 1분 이상 발생 시 10회/min으로 양압 호흡하였다. Ventilator는 사용하지 않았고, bagging에 의해 양압 환기시켰다.

### 마취중의 측정항목

마취깊이를 평가하기 위해 toe web pinch reflex, 안검반사, jaw tone 검사를 하였다. 각각의 검사에서 점수는 0에서 3으로 평가하였다. 0은 반응이 없는 경우, 1은 미미한 반응이 있는 경우, 2는 중등도의 반응이 있는 경우, 3은 마취가 완전히 회복된 정도의 반응으로 정하였다[10].

마취회복속도를 평가하기 위해 extubation time (가스마취제중단 후 후두반사가 나타나 기관튜브를 제거한 시간), head lift time (마취종료 후 동물이 머리를 드는 시간), 자각시간 (전신마취중단 후 자극 시 동물이 흉와위를 취하는 시간), 기립시간 (전신마취중단 후 자극 시 기립하는 시간)을 측정하였다.

심맥관계 영향평가를 위해 체온, 심박수, 평균동맥혈압, 호흡수, 산소포화도, 수축기, 이완기 혈압 등을 측정하였다. 체온은 수은체온계로, 심박수와 호흡수, 산소포화도는 청진기와 VET/OX™ Plus (SDI, U.S.A.)로, 평균동맥혈압과 수축기, 이완기혈압은 VET/BP™ 6000 (SDI, U.S.A.)로 측정하였다. 상기항목을 전신마취 10분 전부터 마취 후 50분까지 5분 간격으로 측정하였다. 실험 중에 발생한 부작용도 기록하였다.

### 통계학적 분석

모든 실험결과는 평균과 표준편차(mean±S. D.)로 표시하였으며, 주사 마취군과 도입 마취군은 각 군의 시간 경과에 따른 변화 및 같은 시간대별로 유의성을 검정하기 위해 Student's T-test를 사용하였다($p<0.05$).

## 결 과

Propofol의 점적 주사마취군 (P/INF)과 간헐적 주사마취군 (P/INTER), 그리고 도입마취제로서 propofol 군 (P/ISO)과 thiopental Na 군 (T/ISO)의 심맥관계에 미치는 영향 및 마취심도, 회복에 관한 항목들은 다음과 같다.

### 체온

P/INF 군과 P/INTER 군 모두 체온은 유도마취부터 측정종료이후까지 지속적으로 감소하였다. 그러나, 군간의 체온은 유의성이 없었고, 정상 범위 안에 있었다. P/ISO 군과 T/ISO 군 모두 체온은 마취이후 지속적으로 감소하였으나, P/ISO 군에서는 유도마취시작 후 45분 경부터 체온이 상승하기 시작하였다. 그러나, 군간의 체온차이는 인정되지 않았다.

### 호흡수

P/INF 군에서의 호흡수는 31.5±22.80 회/분에서 29.33±13.24 회/분으로 도입마취이후 약간 감소하였다. 그러나, P/INTER 군에서는 37.5±31.49 회/분에서 50±16.40 회/분으로 급격히 증가하였다. 하지만, 호흡수가 증가된 대신, 호흡이 얕아졌다. 도입마취 후 P/INF 군은 지속적으로 호흡수가 감소하다가, 마취종료 후 다시 상승하였다. 도입마취 후 5분 경에 호흡수는 P/INTER군이 유의적으로 높았다 ($p<0.05$).

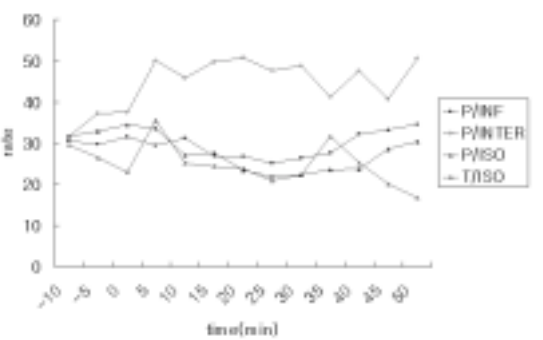


**Fig 1.** Changes in respiratory rate in relation to propofol injection and induction anesthesia

P/ISO군은 도입 마취 후 34.33±21.07 회/분에서 33.5±20.74 회/분으로 호흡수가 감소하였으나, T/ISO군에서는 도입 마취 후 22.83±11.25 회/분에서 35.5±22.64 회/분으로 다소 증가하였다. 도입마취이후 두 군 모두 지속적으로 호흡수는 감소하였고, 마취종료이후 P/ISO군은 회복양상을 보였으나, T/ISO군은 40분 경 이후 급속히 감소하였다 (Fig 1).

### 심박수

P/INF군은 114.67±38.43 회/분에서 151.67±37.18 회/분으로, P/INTER군은 111±27.84 회/분에서 140±30.85 회/분으로 두군 모두 유도마취이후 바로 증가하였다. 그 이후, 마취종료 시까지 지속적으로 조금씩 감소하였다. 그러나, 두 군간의 유의차는 없었다.

Propofol의 도입 마취군에 있어서도, 도입 후 5분 경에 P/ISO군은 112.37±23.98 회/분에서 127.17±23.35 회/분으로, T/ISO군은 117.5±31.07 회/분에서 161.5±28.03 회/분으로 각각 증가하였다. 하지만, 도입 5분 경의 심박수는 T/ISO군에서 유의적으로 높았다 ($p<0.05$). 그 후 종료시까지 지속적으로 감소하다가 마취 후 40-45분 경부터 상승하였다 (Fig 2).

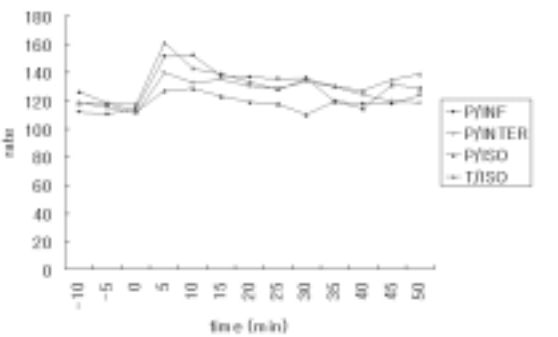


**Fig 2.** Changes in heart rate in relation to propofol injection and induction anesthesia

### 평균동맥혈압

P/INF군의 평균동맥혈압은 92.67±5.13 mmHg에서 도입 5분 후 89.83±6.30 mmHg로, P/INTER군은 93.5±2.43 mmHg에서 90±6.03 mmHg로 두 군다 다소 감소하였다. 마취중의 평균동맥혈압은 87-93 mmHg를 유지하였으나, 마취종료 후 두 군다 정상 혈압으로 돌아왔다. 각 군 사이에 시간에 따른 혈압의 차이를 인정할 수 없었다.

Propofol의 도입 마취군에 있어서, 두 군 모두 도입마취 후 약간 증가하였다. P/ISO군은 93.67±2.58 mmHg에

**Table 1**. Recovery index time (min) in propofol injection and induction anesthesia

| *Recovery index times* | P + INF | P + INTER | P + ISO | T + ISO |
|---|---|---|---|---|
| Extubation Time | | | 10.83±3.87 | 12.17±4.62 |
| Head Lift Time | 11.83±2.48 | 16.67±3.56 | 14±4.65 | 20.17±9.68 |
| Sternal Position Time | 14.83±3.60 | 19±4.20 | **16.5±6.22** | **26.33±8.02** |
| Standing Position Time | 20.67±3.26 | 24.17±6.49 | **19.67±6.20** | **33.5±10.84** |

서 도입 후 94.83±1.94 mmHg로, T/ISO군은 95.67±2.42 mmHg에서 96.83±2.64 mmHg로 약간 상승하였다 (Fig 3). 마취종료후 두 군다 다소 감소하였으나, 각 군 사이에 시간에 따른 유의차는 없었다.

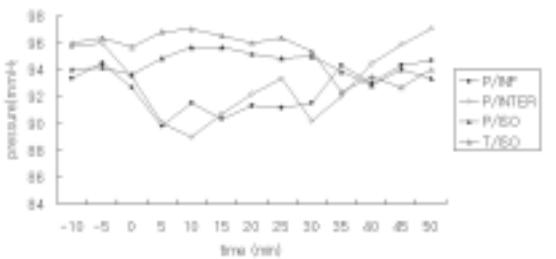


**Fig 3.** Changes in mean arterial pressure in relation to propofol injection and induction anesthesia

### 수축기 혈압

P/INF 군에서는 혈중 propofol 농도가 꾸준히 유지되어 수축기 혈압이 꾸준히 감소하였으나, P/INTER 군에서는 propofol의 약한 진통작용으로 인해, 혈압이 불규칙하게 감소하였다. 하지만, 군간의 시간당 혈압변화는 유의성이 인정되지 않았다.

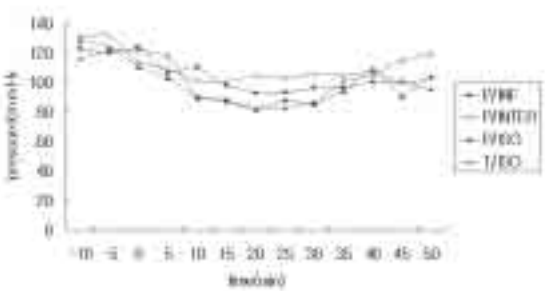

**Fig 4.** Changes in systolic arterial pressure in relation to propofol injection and induction anesthesia

P/ISO 군과 T/ISO 군 모두 도입 마취 후 지속적으로 혈압이 감소하였지만, 그 혈압감소의 폭은 P/INF 군이나 P/INTER 군보다 컸다. 마취종료 후 20분이 지나자 거의 정상혈압으로 회복되었다 (Fig 4). 그러나, 군간에 시간에 따른 유의차는 없었다.

### 이완기 혈압

도입마취 후 혈압은 P/INF 군이 65.17±15.30 mmHg에서 52.5±14.01 mmHg로 감소하였고, P/INTER 군은 62.33±10.93 mmHg에서 49.17±14.88 mmHg로 감소하였다.

P/ISO 군은 도입마취 5분 뒤 55.83±15.14 mmHg에서 41.33±19.68 mmHg로, T/ISO 군은 74.5±28.62 mmHg에서 59±16.14 mmHg로 각각 감소하였다. 시간이 지남에 따라 혈압은 계속 하강하다가 마취종료 후부터 거의 정상수준까지 회복되었다 (Fig 5).

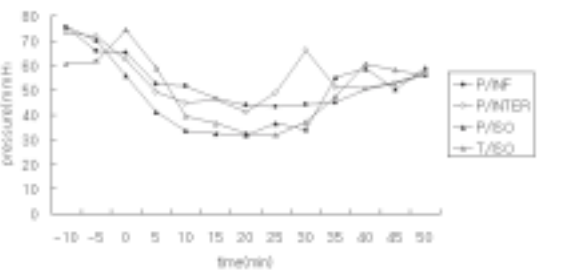


**Fig 5.** Changes in diastolic arterial pressure in relation to propofol injection and induction anesthesia

### 회복시간 측정

회복시간은 모든 측정 항목에서 P/INF군이 P/INTER 군보다 더 빨랐으나, 유의성은 없었다 (표 1). P/ISO군은 T/ISO군보다 모든 측정항목에서 회복시간이 더 빨랐고, sternal position time과 standing position time에서는 P/ISO가 각각 16.5±6.22 분, 19.67±6.20 분이었고, T/ISO가 각각 26.33±8.02 분, 33.5±10.84 분으로 조사되어, 유의적으로 P/ISO군이 더 빠른 것으로 조사되었다 ($p<0.05$).

### Toe web pinch reflex

P/INF군에서는 도입 후 감소되어, 마취종료 시까지 계속 일정하였으나, P/INTER군에서는 propofol의 짧은 마취지속시간으로 인해, 마취깊이가 일정하지 못하였다. 마취종료 후, 빠르게 회복되었으며, 50분 경에는 두 군다 완전히 회복되었다.

Propofol의 도입 마취군에 있어서, 두 군 모두 도입마취 후 전혀 반응을 나타내지 않았다. 반응은 마취종료 후부터 나타났으나, P/ISO군이 더 빠르게 회복되었다. 그러나, 유의성은 인정되지 않았다.

### 안검반사

Propofol의 주사 마취군에 있어서, palpebral reflex는 조금씩 감소되나, 완전히 소실되지 않았고, 마취종료 후 서서히 자극에 민감해졌다. 그리고, 도입마취 후 50분 경에는 완전히 회복되었다. P/INTER 군이 자극에 대한 변화가 다소 컸으나, 유의성은 인정되지 않았다.

Propofol의 도입 마취군에 있어서, palpebral reflex는 두 군 모두 유도마취 후 10분 경부터 감각을 상실하였고, 마취종료 후 5분 경부터 서서히 반응이 나타났으나, 50분 경에도 완전히 회복되지 않았다. 각 군의 시간당 유의성은 인정되지 않았다.

### Jaw tone

P/INF군과 P/INTER군에서 유의적인 차이를 보이지 않았으나, P/INTER군이 다소 높았다.

Propofol의 도입 마취군에 있어서, 두 군 모두 도입마취 후 자극에 대한 반응을 상실하였다. 마취종료이후 회복되는 양상은 두 군 모두 비슷하였으나, T/ISO군은 마취 후 50분 경에도 완전히 회복되지 않았다. 시간당 군간의 유의성은 없었다.

## 고 찰

본 실험에서 propofol의 단독 주사마취용량은 6 mg/kg을, 도입마취용량은 5 mg/kg을 사용하였다. 여러 보고에서, propofol의 도입용량범위를 제시하고 있는데, 보통 전마취를 하지 않는 경우 2.9-8.6 mg/kg으로 나와있다[11]. 하지만, Weaver 등[10]은 전마취를 하지 않은 개에서 평균 도입용량으로 5.2 mg/kg을, Bufalari 등[5]은 6.6 mg/kg을, 또 Morgan과 Legge[17]는 6.55 mg/kg을, 그리고 Watkins 등[18]은 5.95 mg/kg으로 보고하여 본 실험에서는 6 mg/kg을 단독 주사마취용량으로 사용하였다. Watkins 등[18]은 점적 마취용량을 acepromazine으로 전마취 시 0.4 mg/kg/min, 비 전마취 시 0.8 mg/kg/min으로 보고하여, 본 실험에서도 그 용량을 사용하였다.

Weaver 등[10]은 도입마취제로서 propofol이 턱관절을 빠르게 이완시켜 도입초기에 쉽게 삽관 할 수 있다고 보고하였다. 그리고, 초기에 대량을 한번에 주입하여 삽관 후 높은 호흡마취농도로 유지하는 것 보다 초기에 빨리 삽관한 다음 호흡마취농도가 충분히 도달될 때까지 소량의 propofol을 더 주입하는 것이 안전하다고 제시하였다. 본 실험에서도 propofol로의 도입마취는 모든 실험견에서 부드러운 삽관을 가능하게 하였다. 도입 시 흥분이나 주사부위통증과 같은 부작용은 없었다.

체온은 모든 실험군에서 시간경과에 따라 감소하였다. 이것은 모든 마취제가 중추신경계의 체온조절중추를 억제하기 때문이다. 그리고, 저체온은 마취제의 간분해(degradation)를 느리게 하여 마취제의 작용기간을 연장시킨다고 보고되어있으나[9], 본 실험에서 체온은 지속적으로 감소되었어도 정상범위(37.27 - 39.08 ℃)에 있었다.

모든 마취제는 비교적 높은 용량이나 높은 농도에서 잠재적으로 부작용을 나타낼 수 있다. 대부분의 연구에서 propofol의 가장 큰 문제점은 무호흡(apnea)이라고 보고하였다[5-7,9,11,15,17]. 무호흡의 기전은 잘 밝혀져 있지 않지만, carotid body의 afferent activity가 감소되는 것이 원인이 될 수 있다고도 한 연구가 있고[9], 직접적으로 이산화탄소에 대한 중추의 흡기와 환기반응을 억제시켜 호흡억제를 야기한다는 보고도 있다[6]. Propofol의 호흡억제 정도는 thiopental Na과 비교할 만 하다[5,11]. Bufalari 등[5]은 propofol의 용량이나 투여속도에 의해서 무호흡 발생율에 영향을 끼친다고 보고하였다. 투여속도가 너무 빠르면, 무호흡의 발생율이 높고, 너무 느리면, 이미 재분포 및 대사가 이루어져 적절한 도입마취농도에 이르지 못해, 삽관이나 호흡마취로 유지하는 과정이 어렵게 된다고 하였다. Propofol의 투여시간에 대한 여러 보고가 있으나, 본 실험에서는 Quandt 등[11]의 실험과 같이 30초안에 투여하였다.

Propofol의 호흡억제효과에도 불구하고, 본 실험에서는 무호흡은 발생되지 않았다. 이는 Weaver 등[10]의 실험결과와 비슷하였다. P/INF 군과 P/ISO 군에서 도입 마취 후 약간의 호흡감소가 있었으나, 무호흡은 관찰되지 않았다. P/ISO 군에서는 P/INF 군보다 호흡수가 더 감소하는 양상을 띄었다. 이는 isoflurane이 이산화탄소농도에 대한 중추반응을 무디게 하여 propofol과 함께 환기감소를 더 심화시키기 때문이라 생각된다[6]. P/INTER 군과 T/ISO 군은 도입 후 호흡수가 오히려 증가하는 양상을 띄었으나, 호흡깊이가 더 얕아졌음을 육안적으로 확인할 수 있었다. Robertson 등[9]은 non-greyhound 종에서 호

흡수는 변하지 않았으나, 도입 후 계속 동맥혈 이산화탄소압($Pa_{CO2}$) 수치는 증가되었다고 한다. 비록 이 실험에서 1회 호흡량(tidal volume)은 측정하지 않았으나, 이 실험에서도 역시 얕은 숨을 쉬었다고 보고하였다. 그리고, greyhound 종에서 점적 마취를 끝내기 15분전부터 호흡성 산증이 관찰되었으나, 동맥혈의 이산화탄소분압은 결코 60 mmHg 이상으로 증가되지 않았다고 한다. Smith 등[6]은 propofol 투여 후 정맥혈의 이산화탄소 농도는 증가되었고, pH는 유의적으로 감소하였지만, 정상범위 안에 있었다고 보고하였다. 이를 통해 propofol은 호흡억제를 유발하여 호흡성 산증을 야기할 수 있으나, 동맥혈의 이산화탄소압의 증가는 정상범위에 있으므로, 무호흡이 발생하지 않고 호흡만 얕아진 경우에는 임상적으로 중요치 않다고 생각된다. 하지만, 호흡이 오래 억제되는 경우에는 양압 환기가 필요하다.

심박수는 도입마취 후 4군 모두에서 상승하였다. P/INF 군과 P/INTER 군은 비슷하게 상승하였지만, P/ISO 군과 T/ISO 군에서는 도입 후 5분 경에 P/ISO 군이 112.37±23.98 회/분에서 127.17±23.35 회/분으로, T/ISO 군이 117.5±31.07 회/분에서 161.5±28.03 회/분으로 T/ISO 군의 상승폭이 유의적으로 더 컸다 ($p<0.05$). 이는 thiopental Na 이 빈맥 (tachycardia)을 유발한다는 보고와 일치한다[6,11]. 그리고, 도입마취시 상승한 심박수는 시간에 따라 감소하는 현상이 관찰되었다. 이것은 Propofol 투여시 심박수는 초기에 증가하다가 점점 기준치 보다 떨어졌다고 보고한 Bufalari 등[5]의 실험과 비슷하였다. Funkquist 등[8]은 thiopental Na 군에서 propofol 투여군보다 유의적으로 심박수가 증가하였으며, propofol은 1마리에서, thiopental Na 군은 3마리에서 동성 빈맥(sinus tachycardia, 심박수 >160 회/분)이 발견되었다고 하였다. 본 실험에서 심박수는 초기 상승 후에 지속적으로 감소되는 경향이 있었다. 하지만, Robertson 등[9]은 grey-hound 종에서 propofol 점적 후 심박수는 영향을 받지 않았다고 하였으며, V. Watkins 등[18]은 propofol 투여 후 심박수는 도입마취 전에 낮은 경우는 증가하게 되고, 도입마취 전 높은 심박수를 보이는 실험견에서는 마취 후 낮아진다고도 보고하였다.

네 군의 수축기 혈압, 이완기 혈압과 P/INF 군과 P/INTER 군의 평균동맥혈압은 마취시작이후 지속적으로 감소하였으나, P/ISO 군과 T/ISO 군의 평균 동맥혈압은 도입마취이후 각각 93.67±2.58 mmHg에서 도입 후 94.83±1.94 mmHg로, 95.67±2.42 mmHg에서 96.83±2.64 mmHg로 약간 상승하였다. Propofol은 심맥 관계에 영향을 미쳐 혈압을 억제시키는 마취제로 알려져 있다[5-7,10,18]. Smith 등[6]은 propofol은 중추성으로 교감신경배출을 억제함으로서 감소된 혈관저항에 대한 반응을 억제해서 동맥혈압을 감소시킬 수 있고, baroreflex sensitivity 도 억제되어 심 박출량이나 stroke volume, 심박수의 변화도 거의 없다고 보고하였다. 그리고 Watkins 등[18]은 propofol은 심근을 직접 억압시키는 것이 아니라, 직접적으로 혈관을 이완시켜 preload를 감소시킴으로서 심 박출량을 감소하게 한다. 즉, 전신 혈관저항 감소로 혈압이 감소된다고 보고하였다. 또, Quandt 등[11]은 propofol이 nodal sinus activity를 감소시킴으로서 혈압과 심박수를 감소시킨다고도 보고하였다. 본 실험에서도 혈압은 도입마취 후 지속적으로 감소하여, 이들의 실험결과와 일치하였다. P/ISO군과 T/ISO군의 혈압은 P/INF 군과 P/INTER 군보다 더 낮았는데, 이는 isoflurane이 용량 의존적으로 혈압을 하강시키기 때문이다. Propofol과 isoflurane의 혈압하강에 대한 상승작용으로, P/ISO 군과 T/ISO 군의 혈압은 P/INF 군과 P/INTER 군보다 더 낮아진 것이다.

Keegan과 Greene[7]은 같은 효력의 양이 투여될 때, thiopental Na 보다 propofol이 더 심맥 기능을 억제시킨다고 하였으나, Smith 등[6]은 thiopental Na으로 도입마취시에는 빈맥, 수축기 동맥압 상승, 심 부정맥, 그리고 심근억제 등을 야기할 수 있다고 보고하였다. 하지만, 건강한 개에서 propofol과 thiopental Na이 심맥관계에 미치는 차이는 크지 않았다.

P/INF 군과 P/INTER 군의 회복시간은 비록 P/INF 군이 더 빨랐으나, 유의성은 없었다. 그리고, P/ISO 군은 T/ISO 군보다 모든 측정항목(extubation, head lift, sternal position, standing position time)에서 회복시간이 더 빠른 것으로 조사되었다. 그리고, sternal position time과 standing position time은 유의적으로 P/ISO 군이 더 빨랐다. Sternal position time은 P/ISO 군이 16.5±6.22분이었고, T/ISO 군에서는 26.33±8.02분이었다. Standing position time은 19.67±6.20분이었고, T/ISO 군은 33.5±10.84분이었다.

Propofol의 가장 큰 장점은 thiopental Na 보다 빠르고 부드러운 회복이라고 알려져 있다[11]. 그리고, Reid 등[15]은 심지어 acepromazine으로 전마취한 경우에도 propofol은 단독 주사한 thiopental Na 보다 더 체내에서 빨리 제거된다고 보고하였다.

Propofol의 회복 시 부작용에 대해, 근 진전(muscle tremor), salivation, 구토, retching, 후궁반장, shivering, paddling 등등이 보고되었다[6,9-11]. 진전(tremor)의 원인은 잘 밝혀져 있지 않지만, 비자발적인 근육의 운동이 imidazole 마취제나 etomidate와 같은 마취제에서 보고되어있고, subcortical neural activity의 일시적인 억제중단(disinhibition)으로 인해 발생된다고 하였다[9]. 하지만, 본

실험결과 propofol에서의 회복 시 일시적인 방향감각 상실 외에 다른 특별한 부작용은 발견되지 않았다. 도입마취 실험시 전마취제로 사용된 acepromazine은 항 구토효과가 있으므로 salivation을 억제할 수 있고, 회복기동안에 발생될 수 있는 잠재적인 부작용을 경감시킬 수 있다고 한다[6]. T/ISO 군에서도 일시적인 방향감각 상실정도는 있었으나, 근 진전 같은 부작용은 관찰되지 않았다.

사람에서는 주사부위의 통증이 빈번하게 보고되어 있으나, Weaver 등[10]은 propofol이 다양한 성별, 나이, 종, 체중, 신체상태에 따라 투여되었으나, 주사부위의 통증은 사람만큼 발생율이 높지 않다고 보고하였다. 본 실험에서도 주사부위통증은 관찰되지 않았다.

성별에 따른 도입용량의 차이는 분분하다. Morgan 등[17]은 수캐가 암캐보다 도입요구량이 높다고 하였으나, Weaver 등[10]은 성별의 차이는 없다고 보고하였다. 본 실험에 사용한 실험견은 암캐 2두, 수캐 4두였으나, 같은 도입용량으로 삽관이나 호흡마취로의 유지과정에 큰 어려움은 없었다.

P/INTER 군은 일정한 마취깊이에 도달하지 못해, 측정항목 결과 점수가 다른 군에 비해 높았고, P/INF 군은 P/INTER 군에 비해 진통효과는 양호했으나, 반응이 완전히 소실되지는 않았다. Propofol 자체는 그리 진통효과가 크지 않아서, 안검반사나 tow web pinch reflex, jaw tone 등은 투여즉시 감소되었으나, 완전히 소실되지는 않았다. 이것은 Quandt 등[11]의 결과와 동일하였다. 하지만, 다른 2군은 마취기간동안에 좋은 진통효과를 보였다. 이것은 isoflurane의 뛰어난 진통작용으로 인한 결과로 생각된다. Quandt 등[11]의 실험에서는 propofol 8 mg/kg으로 단독 정맥주사 후 8분 경부터 반응이 나타났다고 보고하였다. 본 실험에서 P/INTER 군은 보통 5분 내외에 deep pain 이 생기는 것으로 관찰되어, 용량차이를 고려한다면, Quandt 등[11]의 결과와 비슷하였다.

위의 결과를 볼 때, propofol의 단독주사시 저혈압유발과 호흡억제성질만 제외하면, 만족할만한 효과가 있었다. 하지만, 진통효과가 미약해 간헐적 투여방법은 짧은 마취기간으로 잦은 투여를 해야함으로 인해 장시간 수술 시에는 부적당하다고 생각된다. 주사마취시 여러 전마취제와 병행하면, propofol의 용량을 줄여 부작용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 그 효과도 증진시켜 좋은 마취심도를 유지할 수 있다[6]. 건강한 실험견에서 propofol과 thiopental Na이 심맥관계에 미치는 영향은 양호하였으나, thiopental Na은 propofol에 비해 회복시간이 상당히 지연되는 단점이 있다. 그러므로, propofol의 간헐적 투여방법보다 점적 마취가 더 유용하다고 사료되고, thiopental Na 대용으로 위험한 환축의 마취 시 단독주사마취나 도입마취제로서 propofol의 사용이 추천된다.

## 결 론

체온은 마취 후 모든 군에서 도입마취 후 지속적으로 감소하였다. P/INF 군의 호흡수는 31.5±22.80 회/분에서 29.33±13.24 회/분으로 도입마취 후 감소하였으나, P/INTER 군에서는 37.5±31.49 회/분에서 50±16.40 회/분으로 증가하였다. P/ISO 군은 도입마취 후 34.33±21.07 회/분에서 33.5±20.74 회/분으로 감소하였으나, T/ISO 군은 22.83±11.25 회/분에서 35.5±22.64 회/분으로 다소 증가하였다. 무호흡은 관찰되지 않았다.

심박수는 모든 군에서 도입마취이후 증가하였다. P/INF 군은 114.67±38.43 회/분에서 151.67±37.18 회/분으로, P/INTER 군은 111±27.84 회/분에서 140±30.85 회/분으로 증가하였다. 그리고, P/ISO 군은 112.37±23.98 회/분에서 127.17±23.35 회/분으로, T/ISO 군은 117.5±31.07 회/분에서 161.5±28.03 회/분으로 각각 증가하였으나, 조금씩 감소하였다.

평균동맥혈압은 도입마취 후 P/INF 군에서 92.67±5.13 mmHg에서 89.83±6.30 mmHg로, P/INTER 군에서 93.5±2.43 mmHg에서 90±6.03 mmHg로 각각 감소하였으나, P/ISO 군과 T/ISO 군은 93.67±2.58 mmHg에서 94.83±1.94 mmHg로, 95.67±2.42 mmHg에서 96.83±2.64 mmHg로 상승하였다. 수축기, 이완기 혈압은 도입마취 후 모든 군에서 지속적으로 감소하였다. P/ISO ,T/ISO 군은 P/INF 군, P/INTER 군보다 혈압이 낮았다.

P/INF 군은 P/INTER 군보다, P/ISO 군은 T/ISO 군보다 회복시간이 모든 항목에서 빨랐다. Sternal position time과 standing position time은 P/ISO 군이 각각 16.5±6.22 분, 19.67±6.20 분으로, T/ISO 군은 26.33±8.02 분, 33.5±10.84 분으로 측정되어, 유의적으로 P/ISO 군이 빠른 것으로 조사되었다 ($p<0.05$). 마취심도측정 시 P/INF 군과 P/INTER 군은 완전히 반응이 상실되지 않았다. 각 군의 시간당 유의성은 인정되지 않았다.

모든 군 마취회복 시 일시적인 방향감각 상실이외의 특별한 부작용은 보이지 않았다.

이상의 결과로 볼 때 propofol은 건강한 개에서 단독 전신 주사마취 시, 또는 도입마취제로 투여 시, 심맥 관계에 큰 영향을 미치지 않았고, thiopental Na에 비해 회복시간도 유의적으로 짧았다. 뿐만 아니라, Acepromazine과 같은 전마취제를 사용함으로서 잠재적으로 발생할 수 있는 부작용을 줄일 수 있으므로, propofol은 위험한 환축의 마취 시 단독주사마취나 도입마취제로서 thiopental Na 대용으로 사용이 추천된다.

## 참고문헌


1. Veber B, Gachot B, Bedos JP, *et al*. Severe sepsis after intravenous injection of contaminated propofol. Anesthesiology, 80:712, 1994.
2. Sosis MB, Braverman B, Villaflor E. Propofol, but not thiopental, supprots the growth of Candida albicans. Anesth Analg, 81:132～134, 1995.
3. Berry CB, Gillespie T, Hood J, *et al*. Growth of micro- organisms in solutions of intravenous anesthetic agents. Anesthesia, 48:30～32, 1993.
4. Heldmann E, Bravermann DC, Shofer F. The association of propofol usage with postoperative wound infection rate in clean wounds: a retrospective study. Vet Surg, 28: 256～259, 1999.
5. Bufalari A, Miller SM, Giannoni C, *et al*. The use of propofol as an induction agent for halothane and isofurane anesthesia in dogs. J Am Anim Hosp Assoc, 34:84～91, 1998.
6. Smith JA, Gaynor JS, Bednarski RM, *et al*. Adverse effects of administration of propofol with various preanesthetic regimens in dogs. J Am Vet Med Assoc, 202:1111～1116, 1993.
7. Keegan RD, Greene SA. Cardiovascular effects of a continuous two-hour propofol infusion in dogs comparison with isoflurane anesthesia. Vet Surg, 22:537～543, 1993.
8. Funkquist PME, Nyman GC, Lofgren AJ, *et al*. Use of propofol-isoflurane as an anesthetic regimen for cesarean section in dogs. J Am Vet Med Assoc, 211:313～317, 1997.
9. Robertson SA, Johnston S, Beemsterboer J. Cardiopulmonary, anesthetic, and postanesthetic effects of intravenous infusions of propofol in greyhounds and non-greyhounds. Am J Vet Res, 53:1027～1032, 1992.
10. Weaver BMQ, Raptopoulos D. Induction of anesthesia in dogs and cats with propofol. Vet Rec, 126:617～620, 1990.
11. Quandt JE, Robinson EP, Rivers WJ, *et al*. Cardiorespiratory and anesthetic effects of propofol and thiopental in dogs. Am J Vet Res, 59:1137～1143, 1998.
12. Biebuyck JF, Phil D. Propofol: a new intravenous anesthetic. Anesthesiology, 71:260～277, 1989.
13. Mandsager RE, Clarke CR, Shawley RV, *et al*. Effects of chloramphenicol on infusion phamacokinetics of propofol in greyhounds. Am J Vet Res, 56:95～99, 1995.
14. Kim JW, Jang IH. The effects of Xylazine premedication on the propofol anesthesia in the dogs. Kor J Vet Clin Med, 16:86～94, 1999.
15. Reid J and Nolan AM. Pharmacokinetics of propofol in dogs premedicated with acepromazine and maintained with halothane and nitrous oxide. J Vet Pham Ther, 16:501～505, 1993.
16. Thomas DV. Propofol supprots bacterial growth. Br J Anesth, 66:274, 1991.
17. Morgan DWT, Legge K. Clinical evaluation of propofol as an intravenous anesthetic agent in avts and dogs. Vet Rec, 124:31～33, 1999.
18. Watkins SB, Hall LK, Clarke KW. Propofol as an intravenous anesthetic agent in dogs. Vet Rec, 120:326～329, 1987.
19. Ilkiw JE. Injectable anesthetics: Other potentially useful new injectable anesthetic agents. Vet Clin North Am Small Anim Prac, 22:281～289, 1992.
20. Thurmon JC, Tranquilli WJ, Benson GJ. Injectable anesthetics. In: Veterinary anesthesia, 3rd ed, Williams & Wilkins, Baltimore:223, 1996.