

# 자연 분만 및 예정된 제왕절개 수술 랫드에 있어서 모성 행동의 차이에 대한 검토

이상규 · 강현구<sup>†</sup> · 김일화 · 정재민 · 황대연<sup>1</sup> · 김철규<sup>1</sup> · 채갑용<sup>1</sup> · 조정식<sup>1</sup>  
충북대학교 수의과대학 및 동물의학연구소

## Evaluation of Maternal Behavior between Normal Parturition and Expected Cesarean Section in Rats

S. K. Lee, H. G. Kang<sup>†</sup>, I. W. Kim, J. M. Jeong, D. Y. Hwang<sup>1</sup>, C. K. Kim<sup>1</sup>, K. R. Chae<sup>1</sup> and J. S. Cho<sup>1</sup>  
*College of Veterinary Medicine and Research Institute of Veterinary Medicine, Chungbuk National University*

### SUMMARY

Oxytocin is a neurohypophyseal hormone which has multiple functions in mammals. Mainly, oxytocin regulates milk ejection and has an effect on uterine contraction and is related to maternal behavior. Maternal behavior is believed to be suppressed by stress and facilitated by oxytocin. In the cesarean section, oxytocin may be administrated into uterus to promote uterine involution. The present study aimed to test the effect of oxytocin into uterus on maternal behavior of rats with cesarean section. It was measured the effects on maternal behavior of oxytocin infused into uterus in rats with cesarean section as a stressor. In the first experiment, pup survival rate of between a control group and a group with laparotomy as a stress in natural parturition rats was compared. In the second experiment, survival rate for 2 weeks and maternal pup searching behavior (MPSV) were observed in one cesarean sectioned group without oxytocin and the other cesarean sectioned group with oxytocin. Infanticide was observed in stressed group in the first experiment while a normal maternal behavior was observed in a control one. In the second experiment, MPSV was only observed in a cesarean sectioned group with oxytocin and infanticide was observed in two groups except one rat which is thought to be affected by oxytocin as operated relatively late. This is the first study to show that the administration of oxytocin into uterus in the cesarean section is not involved in the regulation of maternal behavior in rats. In conclusion, this study proves the needs of oxytocin into brain in cesarean section related rats model and further study of maternal behavior list, like MPSV.

(Key words : maternal behavior, cesarean section, oxytocin, rats)

### 서 론

동물에 있어서 모성 행동은 분만한 새끼를 핥아주거나 털을 손질해 주는 행위, 동우리를 만들어 태아를 보호하는 행위, 그리고 흩어놓은 새끼를 동우리에 모으는 행위 등을 말한다(Lonstein과 DeVries, 2001; 2000). 지금까지 설치류에서 모성 행동에 대한 변화에 대한 많은 보고가 있으며, 주로 새끼를 핥아주거나 털을 손질해 주는 행위 등 제한된 행동을 관찰하였다(Olazabal과 Young, 2006; Pedersen 등, 2006; Champagne 등, 2003; Lonstein과 Debaries, 2000; Katsuhiko, 1996). 하지만 모성 행동은 동물 종에 따라서 다양한 차이를 나타내며(Olazabal과 Young, 2006; Lonstein과 DeVries, 2000), 모성 행동에 관여하는 인자 또한 여러 가지가 있는데, 그중에서도 옥

시토신은 동물의 사회성과 모성 행동에 많은 영향을 미친다고 한다(Olazabal과 Young, 2006; Consiglio 등, 2005; Katsuhiko 등, 1996).

옥시토신은 말초 표적 장기에 대한 자극에 의하여 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬으로써, 분만시 자궁 평활근을 수축하여 태아를 만출할 수 있게 하며, 유방에 작용하여 유즙을 분비하도록 한다(Pascal 등, 2007; Numan 등, 2005; Feldman과 Nelson, 2004). 또한, 옥시토신은 신경계에 직접 작용함으로써 모성애를 갖도록 유도하며(Rose 등, 2006), 이러한 현상은 분만 경험이 없는 처녀 랫드에서 분만과 무관하게 옥시토신을 투여한 경우에 모성 행동이 발현되었다고 한다(Pedersen 등, 1979). 그러나 모성애의 표현 양상은 개체에 따라 매우 다양하게 나타나며(Champagne 등, 2004), 이는 중추내 옥시토

\* 본 논문은 2006년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 연구되었음.

<sup>1</sup> 국립독성연구원 실험 동물자원실(Division of Laboratory Animal Resource, National Institute of Toxicological Research, KFDA)

<sup>†</sup> Correspondence : E-mail : kang6467@cbu.ac.kr

신 수용체의 활성화 정도가 개체에 따라 다양하기 때문에 보고되어 있다(Francis 등, 2000).

정상적인 분만 과정이 진행되어 태아가 산도를 자극하게 되면 신경대를 통해 시상하부가 자극을 받게 되고, 이로 인해 뇌하수체 후엽에 저장되어 있는 옥시토신이 방출되어 분만 노력이 발생하게 되며, 이 경우 모체는 옥시토신에 노출된다. 따라서 정상적인 분만 과정이 진행되다가 난산으로 제왕절개 수술을 실시한 개체는 옥시토신의 작용이 정상적으로 나타나게 된다. 그러나 계획적인 제왕절개 수술이 이루어지면 모체는 옥시토신에 노출되지 않게 되며, 따라서 옥시토신의 작용은 나타나지 않는다(Feldman과 Nelson, 2004). 한편, 동물에서 어떠한 원인에 의해 제왕절개 수술을 실시한 경우, 자궁의 수축 및 자궁 내출혈을 방지하기 위하여 임상적으로 자궁근 또는 근육내로 옥시토신을 투여한다(Shirley 등, 2001).

이와 같이 모성 행동과 옥시토신과의 관계에 대한 많은 연구가 진행되고 있으나, 동물, 특히 랫드에서 예정된 제왕절개 수술을 실시한 다음 모성 행동과 옥시토신과의 관계에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 또한, 제왕절개 수술을 실시한 개체에서 제왕절개시 수행되는 자궁내 옥시토신 투여에 따른 모성 행동을 검토한 보고는 없다. 따라서 본 연구에서는 임신 랫드를 대상으로 수술적인 스트레스가 모성 행동에 미치는 영향을 검토함과 동시에 자궁내로 투여한 옥시토신이 모성 행동에 어떠한 영향을 미치는지를 확인하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 동물

임신 16일령의 Sprague-Dawley(SD) 랫드를 (주)중앙실험 동물에서 구입하여 사용하였다. 모든 동물의 사육은 온도 23±2℃, 상대 습도 55±5%, 조명 시간은 12시간(오전 7시 점등~오후 7시 소등)으로 설정된 시설에서 수행하였다. 임신 SD 랫드는 polycarbonate 사육 상자에 1마리씩 수용하였고, 실험 동물용 고형 사료와 물은 자유롭게 섭취하도록 하였다. 모든 실험 동물의 관리는 Institute of Laboratory Animal Resources의 'Guide for the Care and Use of Laboratory Animal'(1996, USA)에 준하여 실시하였다.

### 2. 시험군의 구성

임신 SD 랫드는 무작위로 4개의 군으로 분류하였다. 정상적으로 자연 분만이 이루어진 개체에서 다른 어떠한 인위적인 자극을 주지 않은 자연 분만 무처치군(2두), 정상적으로 자연 분만이 이루어진 개체 중에서 분만 직후 마취 및 개복 수술을 실시하였던 자연 분만 스트레스 처치군(개복 수술; 2두), 임신 21일째 자정에 마취하에 제왕절개 수술을 실시한 다음 어떠한 약물적 처치를 실시하지 않은 제왕절개 수술 무처치군(3두),

임신 21일째 자정에 마취하에 제왕절개 수술을 실시한 다음 옥시토신을 자궁근 및 근육내에 주사한 제왕절개 수술 옥시토신 투여군(3두)으로 구분하여 시험을 실시하였다.

### 3. 제왕절개 수술

임신 SD 랫드의 제왕절개 수술은 교배 후 21일째 되는 자정에 실시하였다. 먼저 수술 부위의 털을 삭모한 다음 알코올과 포비돈-아이오다인액을 이용하여 무균적으로 하였다. 마취는 ketamine과 xylazine을 3:1로 혼합하여 0.1 mg/100 g을 근육내로 투여하였다. 양와위로 보정한 다음 정중 절개에 의하여 복강을 노출시켰다. 복강내의 임신 자궁을 탐진에 의하여 확인한 다음 절개창밖으로 꺼내 자궁각 분지부에서 약 1.5 cm의 절개창을 만들었다. 자궁각내의 태아는 한 마리씩 태반을 분리하여 절개창으로 가져와서 겸자를 이용하여 제대를 감압한 다음 절단하여 미리 어미의 분변 문헌 수술용 장갑을 이용하여 양수를 닦고 어미의 분변을 새끼에게 발라주었다. 새끼를 분리한 다음 태아측 태반은 마취에서 회복한 모체가 먹을 수 있도록 한 곳에 모아 두었다. 자궁각내에서 새끼를 모두 제거한 후 일반적인 방법으로 복부를 폐쇄하였다.

### 4. 시술 후 관리

#### 1) 모체

수술 후 모체는 새끼와 분리하여 열을 공급해 줄 수 있는 장치가 있는 케이지에 수용한 다음 마취가 깨면 태반을 섭취하도록 하였다. 마취에서 완전히 회복하여 태반을 모두 먹은 모체는 태아가 있는 케이지로 옮겨 주었다.

#### 2) 태아

모체를 사육했던 케이지에 모체의 분변을 발라 한 곳에 모아 둔 다음 온도를 33℃ 정도 유지하여 관리하였다.

### 5. 모성 행동의 관찰

모성 행동의 관찰은 새끼에 대한 관심도, 새끼에게 젖을 먹이기 위한 행동, 새끼를 케이지 내에 흩어 놓았을 때 한 곳으로 모으는 행동, 시험 기간 동안 태아의 생존 등을 관찰하였다.

## 결 과

### 1. 산자수

본 실험에 사용되었던 10두에 대한 산자수는 Table 1에서 보는 바와 같이 자연 분만 예와 제왕절개 수술 예에 있어서 큰 차이를 나타내지 않았다.

2. 모체의 행동 비교

1) 자연 분만 예

자연 분만 예에서 스트레스를 가한 군과 가하지 않은 군에 있어서 태아의 생존율을 검토한 결과는 Table 1과 같다. 자연 분만 예 4두 중 스트레스를 가하지 않은 2두는 14두의 새끼를 분만하여 시험기간 동안 14두를 모두 잘 보살피고 있음을 확인하였다. 자연 분만 후 개복 수술을 실시하였던 2두 중 1두는 수술 후 마취에서 회복된 다음 큰 스트레스 없이 시험 기간 동안 새끼를 잘 보살폈으며, 수술 전 행동과는 큰 변화가 없었다. 하지만 나머지 1두는 수술 스트레스로 인해 마취가 회복된 후 1시간째에 15두의 태아 중 13두가 생존하였으며, 다음날 11두, 수술 2일째는 8두가 생존하였다. 이후 더 이상의 태아 감소는 나타나지 않았으며, 수술 후 14일까지 8두를 유지하였다.

2) 제왕절개 수술 예

제왕절개 수술한 경우에서 옥시토신 투여군과 비투여군에 따른 산자수의 크기, 어미의 마취 각성후 태아를 찾는 행동 여부, 태아의 생존율은 Table 2와 같다. 옥시토신 비투여군에서는 마취 각성후 태아를 찾는 행동이 관찰되지 않았으며, 2마리에서 식자증이 관찰되었다. 다른 한 마리는 태아 감소 없이 14일까지 11마리 태아 모두 생존이 관찰되었다. 옥시토신 투여군에서는 마취 각성후 태아를 찾는 행동이 관찰되었으며, 두 마리에서 즉각적인 식자증이 관찰되어 10분후 태아 생존율은 0% 이었으며, 다른 한 마리에서는 10분까지는 6두의 새끼가 생존한 것이 관찰되었으나, 30분후에는 생존한 태아가 없는 것으로 관찰되었다.

고 찰

제왕절개 수술 시 자궁의 수축을 유도하기 위해 자궁 내 옥시토신을 투여한다. 이에 따른 모성 행동의 변화를 알아보기 위해, 첫 번째로 제왕절개의 스트레스가 모성 행동의 변화를

Table 1. Compare of survival rate according to stress in natural parturition rats

Parturition type	Stress*	Litter size	Live pup after parturition			
			30 min	Day 1	Day 2	Day 14
Natural	-	14	14	14	14	14
	-	14	14	14	14	14
	+	13	13	13	13	13
	+	15	15	13	8	8

\*Stress; Laparotomy.

Table 2. Comparative of survival rate between oxytocin treatment group and oxytocin no treatment group in cesarean section rats

Parturition type	Oxytocin	Litter size	MP-SV*	Live pup after cesarean section			
				10 min	30 min	Day 1	Day 14
Cesarean section	-	11	-	11	11	11	11
	-	16	-	16	7	0	0
	-	13	-	13	6	0	0
	+	15	+	6	0	0	0
	+	16	+	0	0	0	0
+	16	+	0	0	0	0	

\*MPSV = maternal pup searching behavior.

일으키는가를 실험하였으며, 두 번째 실험에서는 자궁 내 옥시토신 투여군과 비투여군에서 제왕절개 수술 후 모성 행동의 변화를 비교하였다.

첫 번째 실험에서 자연 분만 후 개복 수술 스트레스 비적용군에서는 모두 정상적인 모성 행동이 관찰되었으며, 개복 수술 스트레스 적용한 두 마리에서 한 마리는 14일까지 산자수의 변화 및 모성 행동의 변화가 없었다. 그러나 다른 한 마리에서는 회복된 후 1시간째에 15두의 태아 중 13두가 생존하였으며, 다음날 11두, 수술 2일째는 8두만이 생존하였다. 이후 더 이상의 태아 감소는 나타나지 않았으며, 수술 후 14일까지 8두를 유지하였다. 랫드의 모성 행동의 표현 양상은 개체차가 심하고(Champagne 등, 2004), 개체별 nucleus accumbens내의 옥시토신 수용체의 수와 민감도에 따라 모성 행동에 영향을 미친다고 하였다(Olazabal과 Young, 2006). 또한, 스트레스도 모성 행동에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Miley 등, 1982). 본 연구에서 자연 분만 예 중 개복 수술의 스트레스를 가한 군 1두는 새끼의 감소가 관찰되지 않은 반면, 1두에서는 새끼의 감소가 나타나 모성 행동에 있어서 개체차가 있음을 확인하였으며, 스트레스 역시 모성 행동에 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

예정된 제왕절개 수술을 실시한 실험에서는 옥시토신을 투여하지 않은 3두 중 2마리에서는 마취에서 회복한 다음 일정 시간이 경과한 다음 주위에 있는 새끼를 한 마리씩 잡아먹는 식자증을 보인 반면, 나머지 한 마리에서는 11두의 새끼 모두 14일까지 정상적인 모성 행동과 양육이 관찰되었다. 정상적인 모성 행동을 보인 개체의 새끼는 제왕절개 수술시 다른 개체보다 크기가 상대적으로 더 크고 털이 더 많이 나 있는 것으로

보아 다른 개체에 비해 임신 기간이 오래 되었다는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 곧 모체가 분만 과정이 이미 시작되었으며, 모체 내 옥시토신의 분비가 일어나 정상적인 모성 행동이 나타났다고 생각된다. 또한, 모성 행동은 개체에 따라 많은 차이를 나타낸다고 하였는데(Champagne 등, 2004), 본 연구의 결과에서도 개체에 따른 차이라고 생각한다. 반면, 옥시토신 투여군에서는 옥시토신을 투여하지 않은 개체의 행동과는 상당히 다른 행동을 보여 주었다. 즉, 옥시토신을 투여하지 않은 개체는 마취에서 회복한 다음 상당 기간이 흘러 새끼를 잡아먹는 식자증이 발현된 반면 옥시토신을 투여한 개체에서는 마취에서 회복된 다음 즉각적으로 새끼를 찾는 행동을 시작하였다. 또한, 옥시토신을 투여한 개체는 새끼를 찾자마자 식자증의 행동을 보이는 것이 아니라 모든 새끼를 확인한 후 살해하는 행동을 보였다. 이와 같이 본 연구의 결과는 이전의 보고자들(Rose 등, 2006; Pedersen 등, 1979)과는 약간 상반된 것으로서 모성 행동의 정의와 옥시토신의 작용에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 즉, 처녀우에서 옥시토신을 뇌에 투여한 결과, 다른 개체의 새끼를 자기의 새끼로 여기고 양육하는 것이었으나, 본 연구에서와 같이 말초에 투여한 경우는 정 반대의 결과를 나타내었다. 이는 옥시토신의 투여 부위에 따라 모성 행동이 달리 발현되는 것으로 보아 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 생각한다.

결론적으로, 랫드에서 제왕절개는 모성 행동에 부정적인 영향을 미치며, 제왕절개시의 옥시토신의 자궁내 투여는 모성 행동에 긍정적인 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다. 더불어 자궁내 옥시토신 투여군에서만 마취 회복 후 새끼를 찾는 행동이 나타났다. 향후 모성 행동과 제왕절개가 연관되는 랫드 실험에서는 마취 회복 후 새끼를 찾는 행동이 모성 행동 목록에 포함되는가에 대한 추가적인 실험이 수행되어야 할 것이다.

## 적 요

포유류에서 옥시토신은 다양한 기능을 가지고 있는 신경뇌 하수체 호르몬이다. 옥시토신은 주로 젖의 분비를 일으키고 분만 시 자궁의 수축 및 모성 행동과 관계가 있다. 모성 행동은 스트레스에 의해 억압을 받으며 옥시토신에 의해 촉진된다. 본 연구는 제왕절개의 스트레스와 자궁내 옥시투여에 따른 모성 행동의 변화를 알아보기 위해 수행되었다. 본 실험 결과, 자연 분만 예에서 스트레스를 준 개체와 스트레스를 주지 않은 개체에서 새끼의 생존율을 비교한 결과, 스트레스를 준 군에서 새끼의 생존율이 낮아 스트레스가 모성 행동에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 제왕절개 수술을 실시한 예에서 옥시토신을 투여한 군은 마취의 회복 후 일정 시간이 경과한 다음 새끼를 잡아먹는 식자증이 나타난 반면, 옥시토신을 투여한 군에서는 마취에서 회복한 다음 곧바로 새끼를 확인한 다음

살해하는 행동을 보였다. 결과적으로 새끼를 관리하고자 하는 모성 행동을 발현하기 위해서는 말초에 옥시토신을 투여하는 것은 의미가 없다는 것을 확인하였으며, 분만 시 모체에 대한 스트레스는 새끼의 관리에 좋지 않은 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 또한, 본 실험은 랫드를 대상으로 제왕절개라는 새로운 스트레스의 실험적 이용, 임상적으로 제왕절개시 수행하는 자궁 내 옥시토신 투여의 임상적 평가, 그리고 제왕절개 수술을 실시한 다음 마취 회복 후 새끼를 탐색하는 모성 행동 관찰의 요인을 추가한 새로운 실험이라는데 의의가 있다.

## 참고문헌

- Champagne FA, Chretien P, Stevenson CW, Zhang TY, Gratton A and Meaney MJ. 2004. Variations in nucleus accumbens dopamine associated with individual differences in maternal behavior in the rat. *J. Neurosci.*, 24:4113-4123.
- Champagne FA, Francis DD, Mar A and Meaney MJ. 2003. Variations in maternal care in the rat as a mediating influence for the effects of environment on development. *Physiol. Behav.*, 79:359-371.
- Consiglio AR, Borsoi A, Pereira GA and Lucion AB. 2005. Effects of oxytocin microinjected into the central amygdaloid nucleus and bed nucleus of stria terminalis on maternal aggressive behavior in rats. *Physiol. Behav.*, 85:354-362.
- Feldman EC and Nelson RW. 2004. *Canine and Feline Endocrinology and Reproduction*, 3rd ed., Saunders, St. Louis, pp. 802-804, 826-827.
- Francis DD, Champagne FA and Meaney MJ. 2000. Variations in maternal behavior are associated with differences in oxytocin receptor levels in the rat. *J. Neuroendocrinol.*, 12:1145-1148.
- Johnston SD, Root Kustritz MV and Olson PNC. 2001. *Canine and Feline Theriogenology*. 1st ed., W.B. Saunders, Philadelphia, pp. 110-114, 122-125.
- Lonstein JS and DeVries GJ. 2000. Sex differences in the parental behavior of rodents. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 24:669-686.
- Lonstein JS and DeVries GJ. 2001. Social influences on parental and nonparental responses toward pups in virgin female prairie voles (*Microtus ochrogaster*). *J. Comp. Psychol.*, 115(1):53-61.
- Miley WM, Blustein J and Kennedy K. 1982. Prenatal stimulation and postnatal testosterone affects infanticide in female rats. *Physiol. Behav.*, 28:627-629.
- Nishimori K, Young LJ, Guo Q, Wang Z, Insel TR and Matzuk MM. 1996. Oxytocin is required for nursing but is not essential for parturition or reproductive behavior. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 93:11699-11704.

- Numan M, Numan MJ, Schwarz JM, Neuner CM, Flood TF and Smith CD. 2005. Medial preoptic area interactions with nucleus accumbens-ventral pallidum circuit and maternal behavior in rats. *Behav. Brain Res.*, 158:53-68.
- Olazabal DE and Young LJ. 2006. Oxytocin receptors in the nucleus accumbens facilitate "spontaneous" maternal behavior in adult female prairie voles. *Neuroscience*, 47:166-178
- Pedersen CA and Prange AJ. 1979. Induction of maternal behavior in virgin rats after intracerebroventricular administration of oxytocin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 76:6661-6665.
- Pedersen CA, Vadlamudi SV, Boccia ML and Amico JA. 2006. Maternal behavior deficits in nulliparous oxytocin knockout mice. *Genes Brain Behav.*, 5:274-281.
- Poindron P, Levy F and Keller M. 2007. Maternal responsiveness and maternal selectivity in domestic sheep and goats: The two facets of maternal attachment. *Dev. Psychobiol.*, 49:54-70.
- Rose RW, Bell L and Shaw G. 2006. Hormonal control of birth behavior in the Tasmanian devil *Sarcophilus harrisii*. *Hormones and Behavior.*, 50:417-423.

---

(접수일: 2007. 8. 31 / 채택일: 2007. 9. 5)