

침전극 저주파자극이 옥시토신 면역반응세포 변화에 미치는 영향

가야대학교 작업치료학과 · 용인대학교 물리치료학과¹⁾

김수한 · 김순희¹⁾

The Effects of Electrical Stimulation on the Change of Oxytocin Immunoreactive cells

Kim, Soo-han, Kim, Soon-hee¹⁾

Dept. of Occupational Therapy, Kaya university

Dept. of Physical Therapy, Yongin university¹⁾

- ABSTRACT -

This study was carried out to investigate the effects of electrical stimulation on the change oxytocin(OT) immunoreactive cells in the hypothalamus of the male SD rats. Fifteen healthy and normal male rats were divided into three groups, 5 SD rat in each group. The one group has been stimulated by electroacupuncture(EA, 2Hz) for 30 min and the other group by EA for 1hr 30 min and control group has not been stimulated.

The results were summarized as follows.

OT immunoreactive cells were found in the Paraventricular nucleus (PVN), Supraoptic nucleus(SON) and Lateral Magnocellular Area(LMA).

The number of OT immunoreactive cells of PVN were significantly increased after 30 min as compared with control group ($p<0.05$) and were also significantly increased after 1hr 30min than 30 min($p<0.05$).

The number of OT immunoreactive cells of SON were significantly increased after 30 min and 1hr 30 min($p<0.05$) as compared with control group, but decreased after 1hr 30 min than 30 min.

The number of immunoreactive cells of LMA significantly increased after 30 min($p<0.05$) as compared with control group, but significantly decreased after 1hr 30 min than 30 min($p<0.05$).

These results show that OT is released into the hypothalamus in response to electrical stimulation.

Key words : Oxytocin ; electrical stimulation

I. 서론

지난 수 십여 년간 통증과 관련해 endorphin 뿐만 아니라 여러 종류의 내재성 아편계들을 중심으로 활발한 연구가 진행되어 왔다. 최근에는 Song et al (1993), Brown & Perkowski(1998) 등 여러 학자들이 내인성 아편계 펩타이드 이외에 Vasopressin(VP)과 Oxytocin(OT)을 이용한 통증 및 다양한 스트레스와의 관계에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

Antunes & Zimmerman(1978), Rhodes et al(1981) 등은 시상하부와 뇌하수체의 내분비계통(hypothalamo-hypophyseal neuroendocrine system)에서 분비되는 펩티드호르몬인 VP와 OT는 주로 시상하부의 뇌실결핵(paraventricular nucleus)과 시각로위핵(supraoptic nucleus)에서 합성된다고 하였으며, Rossor et al(1981), Sawchenko & Swandon(1982) 등은 VP와 OT가 혈관운동, 외분비샘 분비, 체액의 균형유지, 체중의 조절 및 유지, 위장관 연동운동조절, 항상성 유지에 관여하며 스트레스에 대한 반응, 생식, 사지운동 등에도 영향을 미친다고 하였다.

OT는 그 구조가 VP와 유사하며 9개의 아미노산으로 구성되어 있고 기능은 유즙분비 및 출산시 자궁 평활근에 작용한다고 알려져 있다. 결합단백질인 oxytocin-neurophysin과 함께 생성되는 OT는 시상하부-뇌하수체로(hypothalamico-hypophyseal tract)를 따라 뇌하수체 후엽에 수송되어 뇌하수체 후엽 신경종말에 oxytocin-neurophysin과 결합된 상태로 저장되어 있다가 필요에 따라 분비된다. 즉 Cross et al(1975), Zimmerman(1975) 등은 OT는 시상하부의 신경세포체에서 만들어진 후 신경분비과립의 형태로 축삭을 따라 신경하수체의 신경종말에 저장되어 있다가 자극을 받게 되면 혈관으로 분비된다고 하였다.

Halder(1970), Keil & Severs(1977), Higuchi et al(1988) 등은 특히 OT는 자궁수축, 수유 및 출산시 혈중 농도가 증가할 뿐만 아니라, 인위적인 고장성

생리식염수를 동맥내에 주입하면 혈장삼투압의 변화를 가져오며 체액 손실에 의해서도 급격한 농도 변화를 보인다고 하였으며, Balment et al(1984)은 이런 자극이 지속될 경우 뇌하수체와 시상하부에서의 OT는 고갈된다고 하였다.

Liu et al(1992)은 OT 분비세포가 시상하부-신경하수체 계통의 뇌간을 비롯한 중추신경계통의 다른 부위까지 신경섬유를 뻗치고 있으며, 이러한 OT가 이미 알려져 있는 호르몬으로서의 기능뿐만 아니라 기억력, 학습, 통증 등에도 관여한다고 주장하였다. 그러나 대부분의 연구가 혈장에서의 분석에 그치고 있으며 특히 OT와 관련해 물리치료계의 연구나 결과 등이 제시된 것이 없다.

따라서 본 연구의 목적은 통증 및 스트레스와 관련해 아직까지 그 기능, 역할 등이 완전하게 밝혀져 있지 않은 OT에 대해 침전극 저주파 자극 후 Sprague Dawley rat(SD rat)의 OT분비세포가 첫째, 시상하부내 어떤 부위에서 출현하는지를 확인하고 둘째, 자극 시간에 따라 반응세포 수가 어떻게 변화하며 셋째, 시상하부내의 변화정도가 통증 관련 지시물질로 이용될 수 있는지를 확인하기 위하여 anti-oxytocin을 이용한 면역조직화학적 방법으로 흰쥐 시상하부를 관찰하였다. 이러한 결과를 기초로 사람에게도 통증 관련 물질 및 치료 등에 OT가 다양하게 이용될 수 있을 것이라 사료된다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에는 실험실에서 사육된 임상적으로 건강하다고 판단되는 수컷 SD rat을 대조군, 30분, 1시간 30분 자극군으로 나누어 각각 5마리씩 총 15마리를 사용하였다. 체중은 200~250g으로 8주정도 성장한 것을 선택했으며 실험실의 온도는 22 도, 습도는 45~55%정도를 유지하였다.

2. 실험절차 및 방법

1) 전기자극

사람의 합곡 부위에 해당하는 SD rat의 앞발 부위를 동일하게 선정하여 침전극 저주파자극기(PG6, ITO, JAPAN, 9V, 직류)를 이용해 각 군별로 분류해 2Hz의 주파수로 자극하였다. 자극강도는 전기 자극에 의해 SD rat의 자극지점 주위 근육의 움직임이 나타나면 곧바로 강도를 약간 감소시켜 근육의 움직임이 사라진 상태에서 자극을 하였다.

2) 조직처리

각 군에 처치를 마친 즉시 thiopental sodium(1mg/kg)을 복강 주사하여 마취시키고 흉강을 열고 좌심실로 canular를 삽입하여 0.1M Phosphate Buffer Saline solution(PBS)으로 20분간 관류 수세하여 혈액을 제거하였으며 4% para-formaldehyde를 이용하여 30ml/min의 속도로 30분간 전 고정을 실시하였다.

이 후 두개골을 절개하여 뇌를 빼낸 후 같은 용액에 고정을 24시간 실시하였으며, 냉동절편기 사용시 빙결을 방지하기 위하여 30% sucrose에 침지될 때까지 방치시켰다. 완전히 가라앉은 뇌를 냉동절편기에서 -200C에서 40 m 두께로 절편을 400 m마다 1매씩 취하여 부유법(free floating method)으로 면역염색을 실시하였다.

3) 면역염색

냉동절편된 뇌조직의 endogenous peroxidase를 제거하기 위하여 1% H₂O₂를 1차 증류수에 5분간 처리하였고, 비특이적 반응을 제거하기 위하여 1% Normal Goat Serum(Sigma사)에 30분간 처리하였다.

1차 항체로 Rabbit anti rat oxytocin(Sigma사)을 1:1000이 되게 증류수에 희석한 후 72시간동안 방치하였으며, 0.1M PBS로 5분간 3회 수세하였다. 2차 항체로 Biotinylated Anti Rabbit IgG(Vecta사)를 1:200이 되게 증류수에 희석해 24시간동안 방치하였

으며 역시 0.1M PBS로 5분간 3회 수세하였다. 그 후 Avidin과 Peroxidase혼합액을 1:100이 되게 증류수에 희석해 12시간동안 방치하였으며 0.1M PBS에 5분간 3회 수세한 후 3,3'-Diaminobenzidine(Sigma사)에 0.0045%가 되게 H₂O₂를 첨가하여 5분간 반응 정도를 살피면서 발색시켰다. 그 후 gelatin이 처리된 slide에 부착시켜 탈수과정과 봉입과정을 거쳤다.

3. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 실험대상을 모두 수컷 SD rat으로 한정하였기 때문에 이 결과를 암컷에 그대로 적용할 수 없다는 것이다.

4. 자료처리

측정된 OT 반응세포 수를 SPSS/PC+를 이용하여 통계처리 하였다. 저주파 침전극 자극기를 이용해 시상하부에서 나타나는 OT 반응세포를 뇌실결핵, 시각위로핵, 외측큰세포핵으로 구분해 부위별 자극 시간에 따른 OT 반응세포 수의 변화를 일원배치분산분석법(one-way ANOVA)으로 처리하였다.

Ⅲ. 결 과

본 실험은 전기자극이 SD rat 시상하부의 OT 분비세포에 미치는 영향을 규명하고자 침전극저주파자극군과 대조군간의 시상하부내 OT 반응세포 부위를 육안적 관찰 및 각 부위별 OT 반응세포 수의 변화를 자극 시간대별로 나누어 측정 결과를 처리하였다.

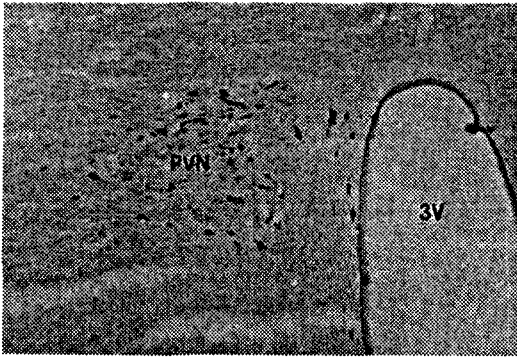


Fig 1. OT immunoreactive cells of PVN of the control SD rat, $\times 100$

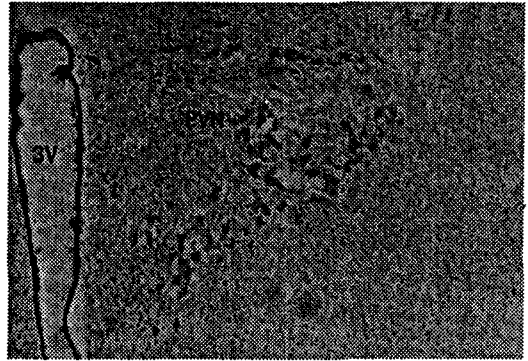


Fig 4. OT immunoreactive cells of PVN of the SD rat after 30 min stimulation, $\times 100$

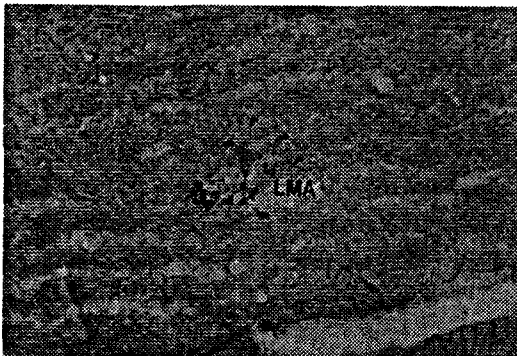


Fig 2. OT immunoreactive cells of LMA of the control SD rat, $\times 100$

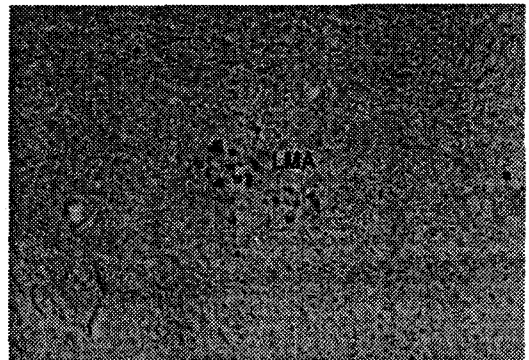


Fig 5. OT immunoreactive cells of LMA of the SD rat after 30 min stimulation, $\times 100$

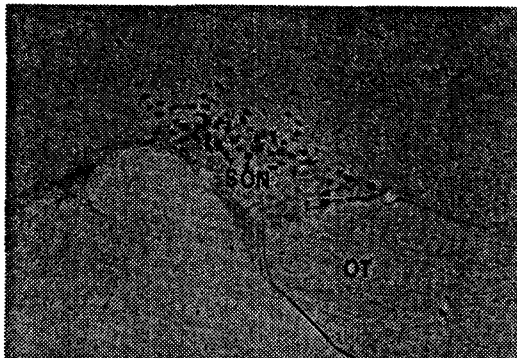


Fig 3. OT immunoreactive cells of SON of the control SD rat, $\times 100$

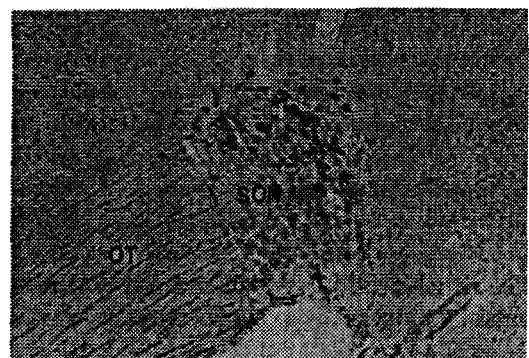


Fig 6. OT immunoreactive cells of SON of the SD rat after 30 min stimulation, $\times 100$

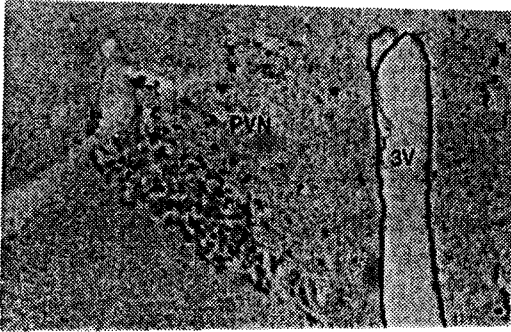


Fig 7. OT immunoreactive cells of PVN of the SD rat after 1hr 30 min stimulation, × 100

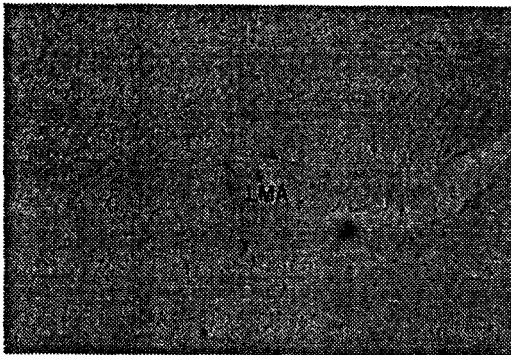


Fig 8. OT immunoreactive cells of LMA of the SD rat after 1hr 30 min stimulation, × 100

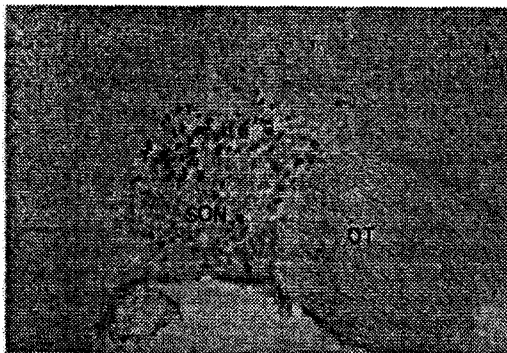


Fig 9. Oxytocin immunoreactive cells of SON of the SD rat after 1hr 30 min stimulation, × 100

1. 시상하부 OT 반응세포의 육안적 관찰

대조군에서의 OT 면역반응을 보인 세포는 뇌실결핵(Paraventricule nucleus, PVN)에서 가장 많았고, 시각위로핵(Supraoptic nucleus, SON)에도 상당수가 있었으며 외측큰세포구역(Lateral Magnocellular area, LMA)에서는 소수가 관찰되었다. 뇌실결핵의 세포체들의 돌기와 신경섬유들은 외측으로 주행하여 외측큰세포구역의 세포들 쪽으로 뻗어있었다. 양성 반응을 보인 신경세포체의 크기는 대체로 11~17 μ m였고, 모양은 대부분 구형 또는 난원형으로 못극형(multipolar)이었다(Fig 1, 2, 3).

30분 자극군에서의 OT 면역반응을 보인 세포 수는 뇌실결핵이 가장 많았으며, 세포체들의 돌기와 신경섬유들은 외측큰세포구역으로 대조군과 비슷하게 뻗어있었다. 시각위로핵의 반응세포 또한 대조군에 비해 상당히 조밀하게 증가했으며, 반응 부위도 넓어졌다. 외측큰세포구역도 반응세포 수가 증가했으며 부위도 넓어졌다(Fig 4, 5, 6).

1시간 30분 자극군에서의 OT 면역반응을 보인 세포 수는 뇌실결핵에서 상당히 많은 수가 관찰되었으며, 대조군과 30분 자극군에 비해 반응세포 수가 한층 더 조밀하게 증가한 것으로 나타났으며, 분포부위도 좁아졌다. 시각위로핵은 30분 자극군과 비슷한 분포를 나타냈고, 외측큰세포구역에서는 반응 부위가 좁아졌고 소수만이 관찰되었다(Fig 7, 8, 9).

2. 시상하부의 각 부위별 OT 반응세포 수의 변화

OT분비세포가 관찰된 뇌실결핵, 시각위로핵, 외측큰세포구역을 대조군(Group I), 30분 자극군(Group II), 1시간 30분 자극군(Group III)으로 나누어 통계 처리하였다.

1) 뇌실결핵의 변화

Table 1에서 보는바와 같이 뇌실결핵에서의 자극 시간별 OT 반응세포 수의 변화는 대조군에서 58.40 8.73개였으나 30분 자극군에서는 83.60 8.64개였고, 1시간 30분 자극군에서는 147.4 14.79개로 나타났다. 뇌실결핵에서는 자극시간이 증가함에 따라 대조군과 30분 자극군 및 30분 자극군과 1시간 30분 자극군간에 OT 반응세포 수가 통계학적으로 p<0.05 수준에서 유의하게 증가하였다. 또한 대조군과 1시간 30분 자극군 간에도 p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있었다.

Table 1. The comparison of OT immunoreactive cells in the PVN at Group I, Group II and Group III.

	Group I	Group II	Group III
PVN	M±SD	M±SD	M±SD
	58.40±8.73	83.60±8.64 ^{a*}	147.40±14.79 ^{b,c*}

* p<0.05

a: Group I : Group II

b: Group II : Group III

c: Group I : Group III

2) 시각위로핵의 변화

Table 2에서 보는바와 같이 시각위로핵에서의 자극 시간별 OT 반응세포 수의 변화는 대조군에서 22.60 5.72개였으나 30분 자극군에서는 66.80 6.37개였고, 1시간 30분 자극군에서는 63.80 8.22개로 나타났다. 시각위로핵에서는 대조군과 비교해 30분 자극군 및 1시간 30분 자극군간에 OT 반응세포 수가 통계학적으로 p<0.05 수준에서 유의하게 증가하였다. 그러나 30분 자극군과 1시간 30분 자극군간에는 유의한 차이가 없었다.

Table 2. The comparison of OT immunoreactive cells in the SON at Group I, Group II and Group III.

	Group I	Group II	Group III
SON	M±SD	M±SD	M±SD
	22.60±5.72	66.80±6.37 ^{a*}	63.8±8.22 ^{c*}

* p<0.05

a: Group I : Group II

c: Group I : Group III

3) 외측큰세포구역의 변화

Table 3에서 보는바와 같이 외측큰세포구역에서의 자극 시간별 OT 반응세포 수의 변화는 대조군에서 14.40 4.44개였으나 30분 자극군에서는 26.0 6.04개였고, 1시간 30분 자극군에서는 11.20 3.96개로 나타났다. 외측큰세포구역에서는 대조군과 30분 자극군 사이에는 OT 반응세포 수가 p<0.05 수준에서 유의하게 증가하였다. 그러나 1시간 30분에서는 오히려 감소해 30분 자극군과 1시간 30분 자극군 사이에는 p<0.05 수준에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 또한 대조군과 1시간 30분간에는 유의한 차가 없었다.

Table 3. The comparison of OT immunoreactive cells in the LMA at Group I, Group II and Group III.

	Group I	Group II	Group III
LMA	M SD	M SD	M SD
	14.40±4.44	26.0±6.04 ^{a*}	11.20±3.96 ^{b*}

* p<0.05

a: Group I : Group II

b: Group II : Group III

IV. 고 찰

시상하부에서 생성 분비되는 OT와 관련해 스트레스 또는 통증과의 관계에 대해 혈중 농도 변화와 조직학적 변화 등 여러 분야에서 다양한 방법으로 연구가 진행되어 왔는데, Song et al(1993)은 OT가 EA의 진통 작용에 미치는 영향에 대해 쥐를 대상으

로 연구한 결과 Anti-opioid peptide sera (anti-beta-endorphin serum)를 주입한 뒤 EA를 적용한 군과 Anti-opioid peptide sera를 주입한 후 OT를 주입 한 다음 EA를 적용한 군으로 나누어 실험한 결과 전자에서는 EA의 진통 작용이 감소했지만, OT를 주입한 후자에서는 EA의 진통 작용이 증대되었다고 보고하였으며 이러한 OT의 작용은 뇌에서 내인성 아편계 펩타이드에 의존하지 않고 발생하는 것이라고 주장하였다.

Brown & Perkowski(1998)는 neck과 back pain이 있는 개와 임상적으로 정상적인 개의 뇌척수액에서 OT 농도를 비교한 결과 정상군 보다 neck과 back pain을 가진 군에서 OT가 증가했으며(3.61 ± 0.63 pg/mL, 13.76 ± 2.0 pg/mL, $P < 0.0001$) 사람에게 OT를 주입하면 5시간까지 진통 효과가 있었다고 보고하였고, Nishioka et al(1998)은 수컷 쥐에게 진동자극(10분, 110 cycles/min)을 준 뒤 뇌실결핵과 말초혈액(3.7 ± 1.2 : 11.7 2.3 pg/ml, 대조군 : 스트레스군)에서 OT가 증가했다고 보고하였다. 본 실험에서도 30, 1시간 30분 동안 침전극 저주파자극기를 이용해 자극했는데, 혈장에서 OT가 증가한 것처럼 면역조직화학적 방법으로 시상하부를 관찰한 결과 OT 면역반응세포 수가 증가한 것을 관찰할 수 있어 위의 연구 결과와 유사하였다.

조사선 등(1990)은 기니피크의 탈수자극에 의한 VP와 OT 변화를 관찰한 결과 뇌실결핵보다 시각위로핵에서 변화 정도가 더 심하며 탈수 1일에 급격히 증가했다고 보고하였으나, Callahan et al(1992)은 48시간의 탈수 자극에 의해 혈장내 OT와 뇌실결핵의 OT mRNA가 증가했다고 보고하였으며, 이근좌(1997)는 동일한 자극에 의해 시각위로핵보다 뇌실결핵에서 변화가 더 많았고 초기에 OT와 VP의 증가가 없었다고 보고하였다.

본 실험에서는 뇌실결핵과 시각위로핵 그리고 외측큰세포구역에서 대조군보다 30분까지는 그 수가 각각 58.40 ± 8.73 에서 83.60 ± 8.64 개로, 22.60 ± 5.72 에서 66.80 ± 6.37 개로 그리고 14.4 ± 4.44 에서 26.0 ± 6.04 개로

증가를 나타내고 있었으나, 1시간 30분 자극군에서는 147.40 ± 14.79 , 63.80 ± 8.22 , 11.20 ± 3.96 개로 뇌실결핵부위에서는 증가했으나 시각위로핵과 외측큰세포구역에서는 OT 면역반응세포의 수가 대조군 또는 30분 자극군에 비해 감소했다. 뇌실결핵부위는 전반적으로 그 변화의 폭이 컸지만, 나머지 부위에서는 그 변화의 양상이 30분을 기준으로 줄어들어 뇌실결핵이 전기자극에 관여하는 가장 주된 OT 반응세포 부위로 관찰되었는데, 이는 조사선 등이 보고한 내용과는 차이가 있었지만 나머지 연구와는 유사한 결과를 나타내고 있었다.

Onaka & Yagi(1992)는 SD rat을 이용해 sino-aortic denervation(SAD) 수술을 한 군과 sham-operation control (SHAM)군을 대상으로 OT와 VP의 혈장내 농도 변화를 수술 후 28~33일 경에 측정 한 결과 SAD군에서는 VP가 감소했지만 OT는 극단적으로 증가했으며, SHAM군은 측정 전에 저주파 자극(0.5 Hz, 5 min)을 주었는데 이 군에서도 VP는 SAD군과 거의 같았지만 OT의 혈장내 농도는 증가했다고 보고하였다. 비록 자극 시간과 OT의 관찰 부위가 다르기는 하지만 본 실험에서도 전기자극이 대조군과 비교해 유의하게 증가했는데 이는 전기자극이 정상군에 있어 유해한 자극으로 OT 반응세포 수의 변화를 가져올 수 있는 것으로 생각된다. 이상의 여러 학자들이 보고한 유해한 자극 또는 스트레스에 의한 OT의 변화처럼 본 실험에서도 시상하부내 OT 반응세포 수에 변화가 있었으며 유해한 자극이 OT의 분비를 촉진시키는 것으로 생각된다. 또한 많은 학자들이 시상하부에서 분비되는 OT가 외부환경 변화에 의해 단순히 분비되는 것만이 아니라 OT가 진통작용을 증가시키거나 스트레스나 통증에 직접 관여해 신체에 가해진 유해한 자극을 감소시키거나 통증 역치를 상승시킨다고 주장하고 있다. Liu W et al(1992)은 OT가 진통작용과 관련이 있는 지를 EA를 이용해 쥐를 대상으로 실험한 결과 cholecystokinin octapeptide(CCK-8) 또는 naloxone을 주입한 후 EA를 적용시킨 군에서는 쥐의 통증 역치

가 20.8~39.8 %와 9.0~45.0%로 나타났으며 OT와 CCK-8 또는 OT와 naloxone을 주입한 후 EA를 적용시킨 군에서는 쥐의 통증 역치가 76.2~116.6%와 41.8~104.5%로 나타났으며 이러한 수치는 CCK-8과 naloxone에 의해 EA의 진통작용이 억제되는데 OT가 이들의 작용을 억제시킬 뿐만 아니라 EA의 진통작용을 증대시키며 EA의 작용이 전적으로 내인성 아편계 펩타이드에만 의존하는 것이 아니라는 사실을 보여주고 있다고 주장하였다.

본 연구는 정상 SD rat을 30분, 1시간 30분 동안 저주파 침전극 자극기를 이용해 자극한 후 시상하부내 OT가 분비되는 부위와 부위별 변화 정도를 관찰한 것으로 자극에 의해 OT 반응세포 수가 뇌실결핵에서는 지속적으로 큰 폭으로 증가했으며, 시각위로핵에서는 대조군과 비교해 전반적으로 증가했지만, 30분과 1시간 30분 사이에는 변화가 거의 없었다. 또한 뇌실결핵은 30분까지는 증가했다가 감소하는 양상을 나타내고 있었다.

이상과 같은 결과로서 OT의 변화는 뇌실결핵이 주로 변화하는 부위이고, 시각위로핵과 외측큰세포구역은 30분 이상의 자극에 그 반응이 약해짐을 알 수 있었다. 그러므로 침전극 저주파자극기의 자극이 스트레스 또는 통증으로 작용하는 것과 OT가 스트레스에 반응하는 물질이란 것에 대한 기초 자료로서

본 연구의 의의가 있다고 사료된다. 또한 앞으로 이 OT와 통증과의 관계뿐만 아니라 여러 자극에 의해 어떻게 OT 반응세포 수가 변화를 보이며, 자극 시간에 따라 OT 반응세포 수의 분포가 어떻게 달라지는지, 또 OT를 인체에 어떻게 이용해야 할 것인가에 대해 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

전기자극이 시상하부내 OT 반응세포에 미치는 영향과 이러한 자극에 의한 OT 반응세포 변화를 통증 지시 물질로 이용할 수 있는지를 관찰하기 위해 본

연구는 수컷 SD rat을 이용해 대조군 5마리와 30분 자극군, 1시간 30분 자극군 각각 5마리씩 10마리를 대상으로 저주파 침전극 자극기로 자극 후 면역조직화학적 방법을 이용해 시상하부를 염색 처리한 뒤 대조군과의 비교를 통해 OT 반응세포 수를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

시상하부의 뇌실결핵, 시각위로핵, 외측큰세포구역에서 OT 면역반응세포가 관찰되었다.

뇌실결핵은 자극 시간이 증가함에 따라 OT 반응세포 수가 통계학적으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의하게 증가하였다.

시각위로핵은 대조군에 비해 30분, 1시간 30분 자극군에서 통계학적으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의하게 증가하였으나, 30분 자극군과 1시간 30분 자극군간에는 유의한 차이가 없었다.

외측큰세포구역에서는 대조군과 30분 자극군 사이에서는 통계학적으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의하게 증가하였으나, 30분과 비교해 1시간 30분 자극군에서는 오히려 유의하게 감소했으며($p < 0.05$), 대조군과는 유의한 차이가 없었다.

이상과 같은 결과로서 전기자극이 OT 반응세포 수의 변화를 초래하며, 이 자극에 의해 뇌실결핵부위에서 가장 많은 변화를 관찰할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 이근좌, 절수에 의한 Mongolian gerbil 시상하부의 vasopressin 및 oxytocin 분비세포와 신장조직의 변화에 관한 형태학적 연구. 충남대학교 대학원, 수의학 박사학위 논문, 76; 1997.
- 조사선, 조광렬, 박성수 등. 탈수 자극에 의한 기니 피그의 Vasopressin 및 Oxytocin 분비세포의 변화에 대한 면역조직화학적 연구. 대한해부학회지, 23(3):389-403, 1990.
- Antunes JL, Zimmerman EA. The hypothalamic magnocellular system of the Rhesus Monkey. An Immunocytochemical Study, J. Comp Neuro,

- 1:181(3): 539-65, 1978.
- Balment RJ, Brimble MJ, and Forsling ML, et al. Natriuretic response of the rat to plasma concentration of arginine vasopressin within the physiological range. *J. Physiol*, Jul:352:517-526, 1984.
- Brown DC, Perkowski S. Oxytocin content of the cerebrospinal fluid of dogs and its relationship to pain induced by spinal cord compression. *Vet Surg*, Nov-Dec, 27(6):607-11, 1998.
- Callahan MF, Sundberg DK, Thore CR, et al. Excitotoxin paraventricular nucleus lesions, stress and endocrine reactivity and oxytocin mRNA levels. *Nov*, 27, 597(1):8-15, 1992.
- Cross BA, Dyball RE, and Dyer RG, et al. Endocrine neurons. *Recent Progr Hormone Res*, 31:243-94, 1975.
- Halder J. Independent release of oxytocin and vasopressin during parturition in the rabbit. *J. Physiol(Lond)*, 206:723-730, 1970.
- Higuchi T, Honda K, Takano S, et al. Reduced oxytocin response to osmotic stimulus and immobilization stress in lactating rats. *J. Endocrinol*, Feb, 116(2):225-30, 1988.
- Keil LL, Severs WB. Reduction in plasma vasopressin levels of dehydrated rats following acute stress. *Endocrinol*, 100:30-38, 1977.
- Liu W, Song C, Wang C, et al. Effect of oxytocin and cholecystokinin octapeptide(CCK-8) on electroacupuncture(EA) analgesia. *Article in Chinese*, Chen Tzu Yen Chiu, 17(2):136-8, 1992.
- Nishioka T, Anselmo-Franci JA, Li P, et al. Stress increases oxytocin release within the hypothalamic paraventricular nucleus. *Brain Res*, Jan, 19, 781(1-2):56-60, 1998.
- Onaka T, Yagi K. Neurohypophysial responses to emotional stress after deafferentation of sino-aortic baroreceptors in rats. *Neurosci Res*, Apr, 13(3):199-206, 1992.
- Rhodes CH, Morrell JI, Pfaff DW. Immunohistochemical analysis of magnocellular elements in rat hypothalamus, distribution and numbers of cell containing neurophysin, oxytocin and vasopressin. *J. Comp Neurol*, 1-198(1):45-64, 1981.
- Rossor MM, Hawthorn J, Iversen LL, et al. Extra-hypothalamic vasopressin in human brain. *Brain Res*, 214:349-355, 1981.
- Sawchenko PE, Swanson LW. Immunohistochemical identification of neurons in the paraventricular nucleus of the hypothalamus that project to the medulla or to the spinal cord in the rat. *J. Comp Neurol*, 205(3):260-72, 1982.
- Song CY, Liu WY, Gu X.Y, et al. Effect of anti-opioid peptide sera on oxytocin-induced enhancement of electroacupuncture analgesia. *Sheng Li Hsueh Pao*, Article in chinese, Jun, 45(3):231-6, 1993.
- Zimmerman EA. Localization of hypothalamic hormones by immunocyto-chemical techniques. In *frontiers in neuroendocrinology*, ed. L. Mon Lin, WF. Gang. New York, Raven, 4:25-62, 1975.