

## 소(牛)의 식도구 평활근 절편에 대한 catecholamine의 작용

조 계 열 · 양 일 석  
서울대학교 수의과대학  
(1991. 3. 21 접수)

### Effects of catecholamines on the smooth muscle strips of the cattle oesophageal groove

Je-yoel Cho, Il-suk Yang

College of Veterinary Medicine, Seoul National University

(Received Mar 21, 1991)

**Abstract:** Effects of catecholamines were investigated on isolated strips of the male cattle oesophageal groove. In the circular muscles of the bottom and longitudinal muscles of the lip, isometric tensions was recorded with isometric myograph in 25ml organ bath.

The results were as follows:

1. The muscular activity was different in preparations from the two parts. In the longitudinal muscle from the lip, rhythmic contractions generally occurred, while in the circular muscle from the bottom they were not seen almost.
2. In the circular muscle of the bottom, the increased tone and biphasic contractions were caused by catecholamines. And these contractions were mediated through  $\alpha$ -excitatory adrenoceptor. Also circular muscle showed minor inhibitory response to catecholamines. And these effects were mediated through  $\beta$ -inhibitory adrenoceptor. But the circular muscle was more sensitive to the  $\alpha$ -excitatory effect than  $\beta$ -inhibitory effect.
3. In longitudinal muscle of the lip, rhythmic contractions were reduced or disappeared by catecholamines (especially propranolol) and these effects were mediated through  $\beta$ -adrenoceptor.

**Key words:** oesophageal groove, catecholamine, adrenoceptor, smooth muscle, ruminant

### 서 론

소를 포함한 반추동물에서 식도구는 제 2 위벽에 존재하는 홈통모양의 구조물로서 액상내용물을 분문부에서 4위로 직접 통과시키는데 이 구조물이 이용된다. 이 기전은 어린 반추류에서 우유를 섭취했을 때 4위로 보내기 위해 사용된다. 그것은 액상내용물이 구강과 인두에 있는 수용체를 자극하면 그 자극이 전후두신경을 통해 중추로 전해지고 이는 다시 식도구에 분포하는 수축성 미주신경의 배복지를 타고 식도구에 전달되어 그 말단에서 acetylcholine이 분비됨으로써 식도구

평활근이 수축하여 길이가 짧아지고 식도구 lip가 움추러 들어 홈통같은 구조물을 만듦으로써 가능한 것으로 밝혀지고 있다. 그런데 이러한 기전은 이유 후 성숙함에 따라 사라지는 것으로 알려지고 있으나<sup>1</sup> 동물이 심한 탈수 상태에 빠졌을 때는 식도구의 형성이 다시 나타나는 것으로 보아<sup>2</sup> 기능적으로 완전히 퇴화하는 것은 아닌 듯 하다.

Catecholamine은 위장관 평활근에서 억제작용과 흥분작용 두가지 다를 보여주고 있다. 즉 Duncan<sup>3</sup>은 제 1위, 3위, 4위 평활근 절편에서  $5 \times 10^{-8} \sim 2 \times 10^{-6} M$  농도의 adrenaline에 의해 초기에는 짧은 기간동안 장력

의 감소와 함께 자동성을 억제시켰으나 즉시 수분동안 이상성(biphasic) 수축이 지속됨을 관찰하였으며, Sanford<sup>4</sup>는 양에서 제 1위와 4위는 낮은 농도의 adrenaline에 의해서는 이완을 그리고 높은 농도에서는 수축을 보이고, 2위는  $5 \times 10^{-7}M$  이상의 농도에 대해 대개 수축하였으나 그렇지 않은 경우도 있었다고 하였다. 한편 고양이 식도하부의 종주근 및 윤상근에서 교감신경 흥분성 약물에 의해  $\alpha$ -adrenoceptor가 자극될 때에는 수축이 일어나고  $\beta$ -adrenoceptor가 자극될 때에는 억제 반응이 나타난다는 보고도 있다.<sup>5,6</sup> Stoyanov<sup>7</sup>는 양에서 제 1위와 2위 평활근은 자동성이 없고 adrenaline에 대해 이완이 유발되며 제 3위는 종주근에서는 억제 반응을 윤상근에서는 장력이 증가되는 흥분 반응을 유도하였고 이것은  $\beta$ -adrenoceptor 차단후에 장력이 더욱 증가되고  $\alpha$ -adrenoceptor 차단후에는 장력의 증가가 없는 것을 보아 이 흥분 반응은  $\alpha$ -수용체에 의한 것임을 확인하였다.

그런데 catecholamine의 반추동물 식도구 평활근에 대한 연구는 adrenaline과 noradrenaline을 어린 양에 정맥 주사하여 식도구의 근수축과 장력유지를 억제한 것<sup>8</sup>과 아주 높은 농도의 adrenaline에도 식도구의 반사 자극성 수축과 장력유지가 감소되지 않았다는 보고<sup>9</sup> 등 어린 반추류에서 몇몇 생체 실험을 제외하고는 거의 되어 있지 않은 실정이다.

이에 본 저자들은 in vitro 상태에서 소의 식도구 평활근 절편이 adrenaline을 비롯한 catecholamine류에 대해 어떻게 반응하는지를 조사하며 그리고 자기 다른 반응성을 유도하는 adrenoceptor의 차이를 규명하고자 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

**실험동물**: 본 실험을 위해 수원도축장에서 약 2세 가량의 건강한 수소 18두를 일일 1마리씩 타격법으로 도살 직후 위를 열어 내용물을 비우고 2위벽에서 식도구를 찾아 분문부와 reticuloomasal orifice 사이의 가운데 부분에서 넓이 5cm 가량을 잘라 Tyrode용액에 담아서 즉시 실험실로 운반하였다.

**식도구 평활근 절편의 제작**: 실험실로 운반된 식도구 부위를 95% O<sub>2</sub>와 5% CO<sub>2</sub>의 혼합가스가 계속 공급되는 Tyrode 영양액이 담긴 넓은 초자용기에서 주위 지방조직과 결합조직들을 제거하고 식도구를 펼쳐 고정하였다. 펼쳐진 식도구에서 폭 2mm, 길이 20mm 크기로 식도구 마닥 부위에서는 횡으로 잘라 윤상근을, 식도구 lip 부위에서는 종으로 잘라 종주근을 얻었다.

**식도구 평활근 수축력 측정**: 윤상근 및 종주근 절편

을  $38 \pm 0.01^\circ C$ 로 일정하게 온도를 맞추면서 95% O<sub>2</sub>와 5% CO<sub>2</sub>로 평형을 이루고 영양액이 담긴 25ml용 organ bath에 옮겨서 한쪽 끝은 고리끝에다 고정하고 다른쪽 끝은 상하, 좌우, 전후로 움직일 수 있는 manipulator에 달려있는 근수축 변환기(Narco Biosystem, isometric transducer F-60)에 연결하여 Physiograph(Narco Biosystem, MK-IV)로 등척성 수축(isometric contraction)을 기록하였다.

매 표본마다 1.0g의 baseline tension을 걸어준 후 45분~1시간 동안 평형을 시켜 baseline tension이 일정하게 유지되었을때 실험을 수행하였으며 각 실험사이에는 정상 영양액으로 3회 세척한 후 일정한 장력이 유지되면 실험을 계속하였다.

**영양액 및 사용 약물**: 본 실험에 사용된 영양액은 CO<sub>2</sub>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-buffered Tyrode 용액으로서, 만들때 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>와 Ca<sup>2+</sup>이 chelate되는 것을 방지하기 위하여 NaCl과 NaHCO<sub>3</sub> 등을 미리 증류수에 넣어 잘 섞은 후 CaCl<sub>2</sub>과 glucose를 넣어 다시 섞었으며, pH 7.4로 맞추어 사용하였다. 각 약물은 Tyrode용액에서 녹였으며 phenoxbenzamine과 phentolamine 같이 물에 대한 용해도가 낮은 약물은 alcohol에 녹인후 영양액으로 희석하여 사용하였다. 약물은 micropipette로 투여하였으며 250 $\mu$ l 이상(희석 100배) 되지 않도록 하였고 비가역적인 약물의 처치는 한 번 처치한 후 실험을 마쳤으며 새로운 평활근 절편을 제작하여 실험하였다. 각 실험제는 agonist 투여 5분전(tetrodotoxin은 10분전)에 적용하였다.

모든 실험은 5회 이상 반복 실험하였으며 전형적이고 대표적인 자료를 결과로 제시하였다. 본 실험에 사용된 약물은 다음과 같다. L-epinephrine(Sigma), L-norepinephrine bitartrate salts(Sigma), L-phenylephrine hydrochloride(Sigma), Clonidine(Sigma), ( $\pm$ ) Isoproterenol hydrochloride(Sigma), Phenoxybenzamine hydrochloride(TCI), Phentolamine(Sigma), Propranolol hydrochloride crystalline(Sigma).

## 결 과

**윤상근과 종주근의 구조 및 운동성 차이**: 소의 식도구 평활근은 마닥부위에서는 내면에 두터운 윤상근이 분포하고 외면에 얇은 종주근이 분포하고 있었으며 그 사이에 근층간신경총(myenteric plexus)이 있었다. lip 부위에서는 대부분이 종주근으로 관찰되었다. 따라서 본 실험에서는 식도구 마닥부위에서는 윤상근을 식도구 lip부위에서는 종주근을 사용하여 실험하였다.

식도구 종주근은 자동성이 관찰되었으나(그림 2의

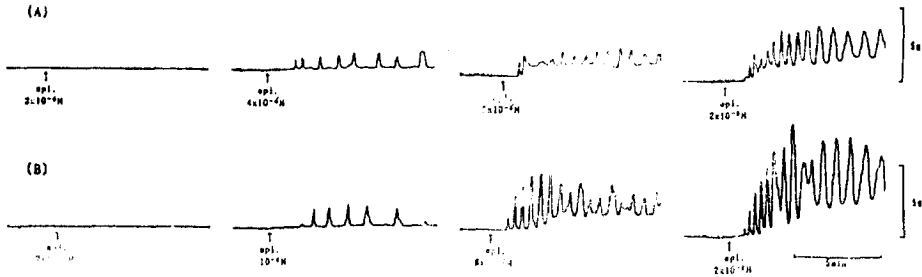


Fig 1. Dose-dependent effects of epinephrine on the bottom circular muscle of the esophageal groove (A): myenteric plexus is contained, (B): myenteric plexus is removed.

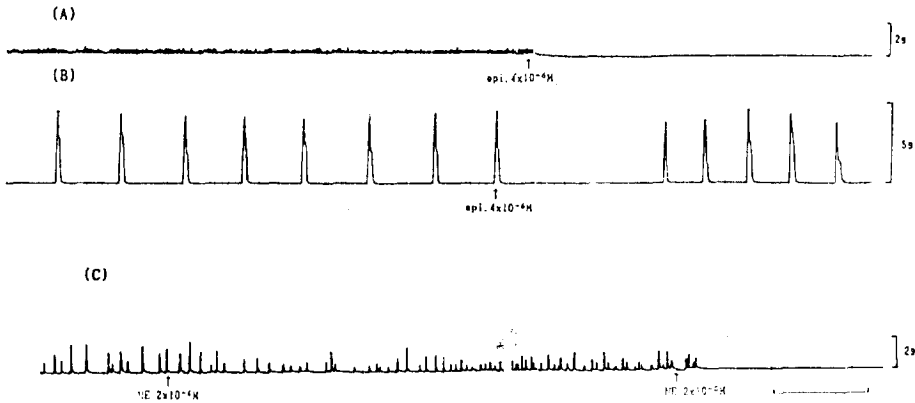


Fig 2. Effects of epinephrine and norepinephrine on the lip longitudinal muscle. (A), (C): close to bottom, (B): edge of the lip.

A, B, C에서 약물치치전), 윤상근에서는 자동성이 잘 관찰되지 않았다(그림 1의 A, B에서 약물치치 전). lip부위의 종주근도 바다 가까운 부위는 크기가 작고 빈도가 높은 자동성을 보였으나 가장자리 부위에서는 크기가 크고, 빈도가 낮은 자동성을 보였다.

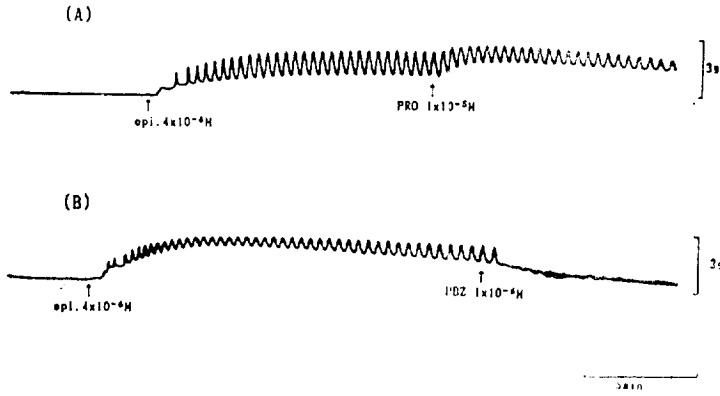
**윤상근과 종주근에 대한 epinephrine의 작용:** 윤상근에서 epinephrine을 적용하였을 때  $4 \times 10^{-6}M$  이상의 농도에서 1분 정도의 지연 후 장력이 증가하면서 이상성 수축을 보여 흥분작용을 유도하였으며 이러한 흥분작용은 1시간 이상까지도 계속되었다(그림 1). epinephrine  $2 \times 10^{-5}M$  정도에서 최고의 수축을 보이며 그 이상의 농도에 대한 반응성은 약간 증가하거나 거의 일정하였다. 또 한편 근중간 신경총이 제거된 윤상근(그림 1의 B)에서도 역시 epinephrine에 대해 수축하였으며, 근중간 신경총이 포함된 경우보다 약간 수축력이 증가되는 경향을 보였다.

한편 윤상근에서 수축을 일으키는 동일농도의 epinephrine에 의해 종주근에서는 자동성이 소실되는 억제현상을 보였다(그림 2의 A, B). 종주근에서 norepinephrine은 또한 자동성을 소실시켰는데 epinephrine 투

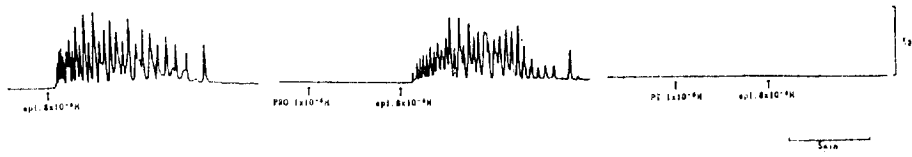
여 때와 동일한 정도의 수축을 보기 위해서는 약간 더 높은 농도가 요구되었다(그림 2의 C).

**$\alpha$ -와  $\beta$ -차단제 및 specific agonist의 효과:** 소의 식도근 윤상근에서 나타나는 epinephrine의 수축성 흥분작용과 종주근에서 자동성을 소실시키는 억제작용이 각각  $\alpha$ -adrenoceptor에 의한 것인지  $\beta$ -adrenoceptor에 의한 것인지를 알아보기 위해  $\alpha$ -와  $\beta$ -차단제 및 specific agonist를 사용하여 실험하였다.

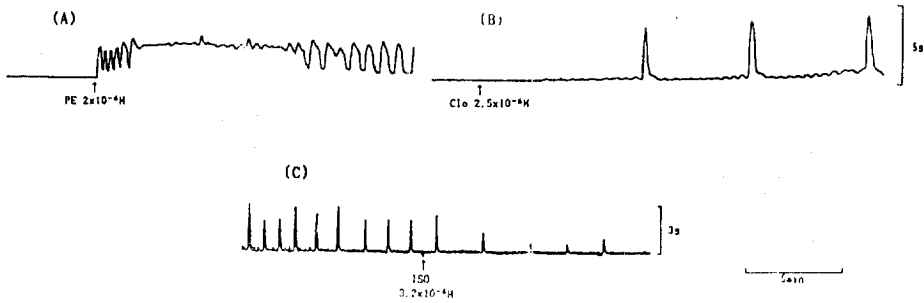
윤상근에 있어서 epinephrine에 의해 유도된 수축은  $\beta$ -adrenoceptor blocking agent인 propranolol( $1 \times 10^{-5}M$ )에 의해서는 그 수축력이 약간 증가하고  $\alpha$ -adrenoceptor blocking agent인 phenoxybenzamine( $1 \times 10^{-5}M$ )에 의해서는 이상성 수축이 소실되고 장력이 감소하여 차단 효과를 보였다(그림 3). 또 propranolol을 epinephrine 투여 5분전에 전치치 해도 epinephrine의 수축력에는 영향을 미치지 못하였으나,  $\alpha$ -blocker인 phentolamine( $1 \times 10^{-5}M$ )을 전치치하면 epinephrine의 수축성 흥분작용을 차단하였다(그림 4). 한편 윤상근에서  $\alpha_1$ -agonist인 phenylephrine을 적용하면 지연없이 곧바로 수축을 일으키며(그림 5의 A),



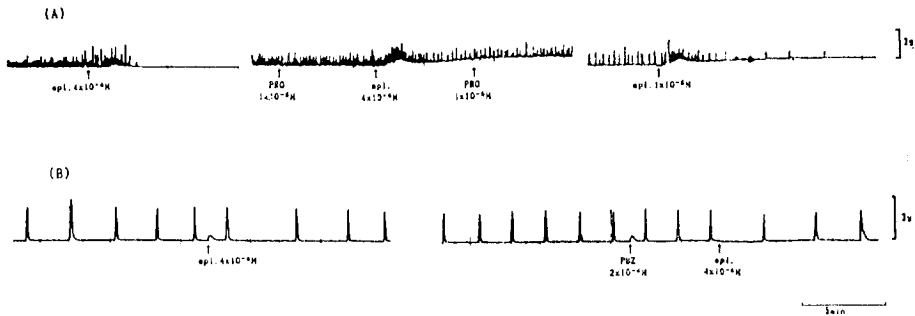
**Fig 3.** Effects of post-treatment of adrenoceptor blocking agent on response of the bottom circular muscle to epinephrine. (A): propranolol(PRO,  $\beta$ -blocker), (B): phenoxybenzamine (PBZ,  $\alpha$ -blocker).



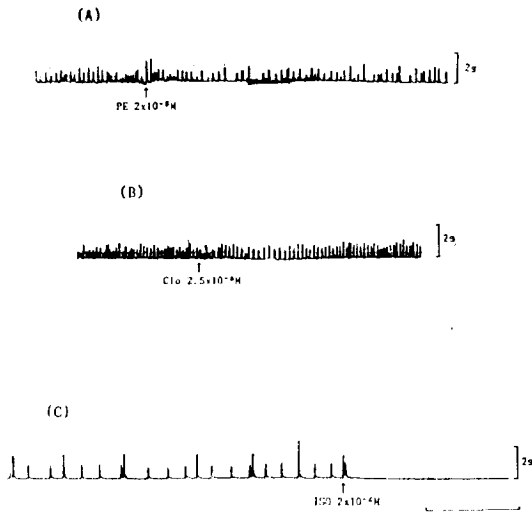
**Fig 4.** Effects of pre-treatment of adrenoceptor blocking agents on the response of the bottom circular muscle to epinephrine. PT(phentolamine,  $\alpha$ -blocker), PRO(propranolol,  $\beta$ -blocker).



**Fig 5.** Effects of phenylephrine(A), clonidine(B) and isoproterenol(C) on the bottom circular muscle.



**Fig 6.** Effects of adrenoceptor blocking agents on response to epinephrine in the lip longitudinal muscle. (A): propranolol(PRO,  $\beta$ -blocker), (B): phenoxybenzamine(PBZ,  $\alpha$ -blocker).



**Fig 7.** Effects of phenylephrine(A), clonidine(B) and isoproterenol(C) on the lip longitudinal muscle.

$\alpha_2$ -agonist인 clonidine은 10분 정도의 지연 후 간헐적인 수축을 보였다(그림 5의 B). 또 자동성이 있는 한 윤상근에서  $\beta$ -agonist인 isoproterenol은 자동성을 억제시켰다(그림 5의 C).

소의 식도구 종주근에서 epinephrine에 의해 자동성이 소실되는 억제작용은 propranolol에 의해서는 차단이 되었으나(그림 6의 A), phenoxybenzamine에 의해서는 차단되지 않았다(그림 6의 B). 그림 6의 B에서는 epinephrine이 종주근에서 자동성수축의 frequency를 억제시켰다. 한편 phenylephrine( $\alpha_1$ -agonist)과 clonidine( $\alpha_2$ -agonist)은 종주근에 영향을 미치지 않았으나(그림 7의 A,B),  $\beta$ -agonist인 isoproterenol은 자동성을 소실시키는 억제작용을 나타내었다(그림 7의 C).

## 고 찰

소의 식도구 lip은 대부분이 종주근이고 바닥부위는 두터운 윤상근과 얇은 종주근 두 부분으로 구성되어 있다는 것은 Sisson<sup>10</sup>의 보고와도 일치한다. 본 실험에서 lip종주근은 자동성을 보였으나 바닥 윤상근은 한 두 예를 제외하고는 거의 자동성이 관찰되지 않았다. 이것이 생리학적으로 어떠한 의의가 있는지에 관해서는 좀 더 연구해 볼 가치가 있다고 본다.

혈관 조직에서는  $\alpha$ -adrenoceptor가 흥분작용을  $\beta$ -adrenoceptor가 억제작용을 유도함이 증명되어 있으나, 위장관 평활근은 그것이  $\alpha$ -형태이든  $\beta$ -형태이든 간에

adrenergic 수용체가 자극되면 일반적으로 억제작용을 유도하는 것으로 알려져 있다.<sup>11</sup> 그런데 본 실험에서 식도구 바닥 윤상근은 epinephrine이 adrenoceptor에 작용하여 장력이 증가된 이상성 수축을 보여 흥분작용을 유도하였다. 그리고 이러한 흥분작용은  $\alpha$ -blocker인 phentolamine과 phenoxybenzamine(PBZ)에 의해 차단되고 phenylephrine( $\alpha_1$ -agonist)과 clonidine( $\alpha_2$ -agonist)이 수축을 유도하는 것으로 보아서  $\alpha$ -adrenoceptor를 매개한 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 또 이러한 효과가  $\beta$ -blocker인 propranolol(PRO)를 처치하였을때 오히려 약간 더 상승함을 관찰할 수 있었는데, 이것은 윤상근에는 또한 억제 반응을 유도하는  $\beta$ -수용체가 존재하며 PRO에 의해 이 수용체가 차단될 때 수축작용을 매개하는  $\alpha$ -excitatory 수용체가 더 활성을 띄었기 때문인 것으로 생각되었고 이 사실은 자동성이 있는 윤상근에서  $\beta$ -agonist인 isoproterenol(ISO)적용시 억제현상이 나타나는 것으로 확인할 수 있었다.

그런데 이러한 위장관 평활근의 흥분작용은 여러 동물에서 보고되어 있다. 즉 기니픽 식도의 윤상근과 종주근<sup>12</sup> 그리고 고양이 식도하부의 종주근<sup>5</sup>과 윤상근<sup>6</sup> 등 식도 평활근에서 norepinephrine이나 epinephrine이 수축을 유도하였으며 이것은 PRO에 의해 차단되지 않았으나  $\alpha$ -blocker들에 의해서는 차단되는 것으로 보아  $\alpha$ -adrenergic수용체에 의해 흥분작용이 유도됨이 보고되어 있다. 또 Guimarães<sup>13</sup>는 기니픽 위(胃)에서도 phenylephrine이 낮은 농도( $3.4 \times 10^{-6}M$ )에서 단지  $\alpha$ -수용체만 자극하였으며 이것은 장력이 낮은 상태에서 수축을 유도하였다고 하였으며, 같은 기니픽 위에서 교감신경흥분성 약물이 mucosa-free표본에서  $\alpha$ -수용체에 의해 흥분작용을 나타내며 이것은 억제작용을 유도하는  $\beta$ -수용체가 차단되었을 때 그 효과가 상승되었음이 Bailey<sup>14</sup>에 의해 보고되었는데 이는 식도구에 대한 본 실험의 결과와 일치한다. 그는 또한 위장관 평활근의 이러한 교감신경흥분작용에 대한 수축효과는 근육의 기본적인 반응이며 실제 많은 실험에서 수축효과보다 더 우세한 억제효과에 의해 가려진 것이라 하였다. 한편 소장이나 대장에서도  $\alpha$ -흥분 효과를 보고하고 있는데 Anderson과 Lee<sup>15</sup> 그리고 Bauer<sup>16,17</sup> 등은 기니픽 회장말단부에서 Belisle과 Gagnon<sup>18</sup>은 토끼 결장 및 사람과 토끼의 결장유에서 adrenaline성  $\alpha$ -흥분효과를 관찰하였었다.

한편 Sahyoun 등<sup>19,20</sup>은 기니픽 위(胃)의 윤상근에서 epinephrine이 농도에 따라 수축과 이완 반응 두가지 다 유도할 수 있으며 이완반응은 PRO와 phentolamine에

의해 차단됨을 보아  $\alpha$ -수용체와  $\beta$ -수용체 두가지 다 관여하고 수축반응은 phentolamine에 의해서만 차단되고 PRO에 의해서는 차단되지 않는 것으로 보아  $\alpha$ -adrenoceptor만 수축을 일으킨다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 윤상근에서  $\alpha$ -수용체는 수축반응만 일으키며  $\beta$ -수용체는 억제반응만 일으키는 것으로 나타나 약간의 차이를 보여주고 있다.

반추류의 위(胃)에서도  $\alpha$ -adrenoceptor에 의해 흥분작용이 유도되는 현상이 관찰되고 있으며 그 반응성은 또한 다양하다. Duncan<sup>3</sup>은 epinephrine  $5 \times 10^{-8} \sim 2 \times 10^{-6}M$ 에 의해 1위, 3위 그리고 4위에서 짧은기간 동안 장력의 감소를 동반한 억제 반응이 유도된 후, 곧 수분동안 부분적 또는 완전한 강직성의 수축이 지속되었으며 이것은 농도를 낮추면 짧은 억제효과만 나타나며, 농도를 높이면 처음의 억제반응은 사라지고 강한 강직성 수축만 보임을 관찰하였는데 이것은 또한  $\alpha$ -blocker인 ergotoxin을 사용하였을때 epinephrine의 억제효과를 없애지는 못하였으나 흥분작용은 차단하였다고 하였다. Sanford<sup>4</sup>도 1위와 4위가 epinephrine의 낮은 농도에서는 이완반응을 보이고 높은 농도에서는 오히려 수축반응을 보임을 관찰하였다. 또 van Miert와 Huisman<sup>21</sup>은 제 1위 배낭에는  $\alpha$ -흥분성 수용체와  $\beta$ -억제성 수용체가 동시에 존재한다고 하였다. 그런데 본 실험에서는 윤상근에서  $\beta$ -blocker 처치후 epinephrine에 대한 수축작용이 상승하였고 또 ISO에 의하여 억제작용이 유도되는 것으로 보아 윤상근에는  $\beta$ -억제성 adrenoceptor가 그 보다 더 우세한  $\alpha$ -흥분성 adrenoceptor와 함께 존재함을 볼 수 있었으나, 동일 표본에서 농도에 따른 억제나 흥분 반응은 관찰할 수 없었다.

소의 식도구 종주근은 ISO에 의해 그 자동성이 억제되고 또 epinephrine의 억제작용이  $\alpha$ -blocker(PBZ)에 의해서는 차단되지 않으나  $\beta$ -blocker(PRO)에 의해 차단이 되는 것으로 보아, 그 adrenaline성 억제작용이  $\beta$ -adrenoceptor에 의한 것임을 알 수 있었다. 그리고 phenyl ephrine이나 clonidine에 의해서는 반응하지 않는 것으로 보아 lip 종주근에는  $\alpha$ -adrenoceptor는 존재하지 않는 것으로 보인다.

Stoyanov<sup>7</sup>는 제 3위 종주근에서 epinephrine이 심한 이완과 이상성수축 억제를 가져왔고 이것은  $\alpha$ -수용체를 차단하였을 때에는 더 크게 수축이 억제되었으나  $\beta$ -수용체를 차단시켰을 때는 수축 억제를 일으키지 않았음을 보아  $\beta$ -수용체에 의한 것이었고, 제 3위 윤상근에서는 자동성 수축이 없었는데 epinephrine이 적용되었을때 장력이 크게 증가하는 흥분성 작용이 나타났고 이것은  $\beta$ -수용체 차단후에는 더 크게 증가하나  $\alpha$ -

수용체 차단후에는 장력의 증가가 없었던 것으로 보아 윤상근에는  $\alpha$ -excitatory adrenoceptor가 우세하게 존재함을 밝히고 있다. 4위에서도 이와 비슷한 현상을 관찰하고 있다. 이리하여 Stoyanov<sup>7</sup>는 반추동물의 3, 4위에서 epinephrine의 흥분성 효과는 주로 윤상근군에서 관찰된다고 결론지었다. 소의 식도구 평활근에 대한 본 실험에서도 같은 농도의 epinephrine에 의해 윤상근은 수축을 일으키며 종주근은 억제반응을 일으켰다. 이러한 반응성의 차이는 수축작용을 유도하는  $\alpha$ -excitatory 수용체와 억제반응을 유도하는  $\beta$ -inhibitory 수용체의 밀도 차이에 의한 것이라 생각된다. 즉 종주근에는 대부분  $\beta$ -inhibitory 수용체가 존재하여 억제작용만 나타내는 반면 윤상근은  $\beta$ -inhibitory 수용체가 있어 억제 작용도 나타내지만  $\alpha$ -excitatory 수용체의 밀도가 높아 epinephrine에 대해 흥분성 수축반응이 유도되는 것 같다.

이러한 부위에 따른 adrenoceptor분포 차이는 다른 몇 연구자들에 의해서도 보고가 되어 있다. Yamaguchi와 Tomita<sup>22</sup>는 기니픽 위의 윤상근과 종주근 둘 다에서 수축은 adrenaline성  $\alpha$ -effect에 의해 매개되며 윤상근은  $\alpha$ -effect에 보다 민감하고 종주근은  $\beta$ -effect에 민감하다고 보고하였다.

한편 Marti<sup>23</sup>는 송아지 식도구 평활근 절편을 이용한 실험에서 norepinephrine이나 epinephrine이 마타 부위에서는  $\alpha_2$ -adrenoceptor를 통해 수축을 일으키고  $\beta$ -adrenoceptor를 통해 이완을 일으켰으며, lip부위에서는 catecholamine이  $\beta$ -adrenoceptor에 작용하여 이완을 일으켰다고 보고하였다. 이는 어린 반추류이긴 하지만 식도구를 이용한 실험으로서 성숙 소의 식도구로 수행한 본 실험 결과와 비슷하였다.

식도구 형성에 관해 기존의 알려진 acetylcholine의 수축작용 외에도 식도구 형성시 norepinephrine이나 epinephrine이 중요한 작용을 하리라는 보고가 있으나 아직 명백히 밝혀져 있지 않다.<sup>23</sup> 결과로 제시되어 있지는 않지만 식도구 앞의 제 2위 평활근은 식도구에서 수축을 유도하는 농도의 100배의 농도에서도 반응하지 않으나 식도구는 민감하게 반응하는 점, 그리고 탈수된 동물의 식도구 형성은 신경, 호르몬의 변화에 기인할 수 있다<sup>24,25</sup>는 점 등으로 보아 탈수된 성숙 소의 식도구 형성에는 catecholamine의 수축작용이 크게 기여할 것으로 생각된다.

## 결 론

반추동물의 식도구 평활근에서 catecholamine에 대한 반응을 알아보기 위하여 약 2세 가량된 수소의 식

도구 평활근 절편을 바닥 부위에서는 윤상근을, lip부위에서는 종주근을 가지고 organ bath에 설치하고 Physiograph를 이용하여 등척성 수축력을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 소의 식도구 종주근(입술부위)에서는 자동성이 관찰되었으나, 윤상근(바닥 부위)에서는 자동성이 관찰되지 않았다.

2. 윤상근은 epinephrine에 의하여 장력이 증가되면서 이상성 수축을 보였으며 이것은 흥분적 작용을 하는  $\alpha$ -excitatory adrenoceptor 자극에 의한 것이었다. 또한 epinephrine은 미약한 억제작용을 나타내었는데 이것은  $\beta$ -inhibitory adrenoceptor 자극에 의한 것이었다.

3. 종주근은 epinephrine에 의해 자동성이 소실되는 억제현상이 관찰되었으며 이것은  $\beta$ -adrenoceptor가 자극되어 나타나는 현상이었다.

### 참 고 문 헌

- Dziuk HE. Digestion in the ruminant stomach. In: Swenson MJ ed. *Duke's physiology of domestic animals*. 10th ed. Ithaca; Cornell Univ Press 1984;320~339.
- Wester J. The rumination reflex in the ox. *The Vet J* 1930;36:401~410.
- Duncan DL. Responses of the gastric musculature of the sheep to some humoral agents and related substances. *J Physiol* 1954;125:475~487.
- Sanford J. Some responses of isolated muscle from the sheep stomach. *J Physiol* 1961;146:167-174.
- Christensen J, Daniel EE. Electric and motor effects of autonomic drugs on longitudinal esophageal smooth muscle. *Am J Physiol* 1966;211(2):387~394.
- Christensen J, Daniel EE. Effects of some autonomic drugs on circular esophageal smooth muscle. *J Pharmac exp Ther* 1968;159(2):243~249.
- Stoyanov IN. Comparative studies of the alpha and beta adrenergic receptors in the longitudinal and circular smooth muscle layers of the simple and complex stomach. *Gen Pharmac* 1976;7:399~404.
- Comline RS, Tichen DA. Reflex contraction of the esophageal groove in young ruminants. *J Physiol* 1951a;115:210~226.
- Neewhook JC, Tichen DA. Effects of vagotomy, atropine, hexamethonium and adrenaline on the destination in the stomach of liquids sucked by milk-fed lambs and calves. *J Physiol* 1974;237:415~430.
- Sisson S, Grossman JD. Digestive system of the ox. In: *The anatomy of the domestic animals*. 4th ed. Philadelphia; WB Saunders Co 153:463~466.
- Bülbring E, Ohashi H, Tomita T. Adrenergic mechanisms. In: Bülbring E etc ed. *Smooth muscle*. London; Edward Arnold 1981;219~248.
- Bailey DM. The action of sympathomimetic amines on circular and longitudinal smooth muscle from the isolated esophagus of the guinea-pig. *J Pharm Pharmac* 1965;17:782~787.
- Guimarães S. Alpha excitatory, alpha inhibitory and beta inhibitory adrenergic receptors in the guinea-pig stomach. *Arch Int Pharmacodyn Ther* 1969;179:188~201.
- Bailey DM. Inhibitory and excitatory effects of sympathomimetic amines on muscle strips from the stomach of the guinea-pig. *Br J Pharmac* 1971;41:227~238.
- Anderson AA, Lees GM. Investigation of occurrence of tolerance to bronchodilator drugs in chronically pretreated guinea-pigs. *Br J Pharmac* 1976;56:331~338.
- Bauer V. Distribution and types of adrenoceptors in the guinea-pig ileum: the action of  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenoceptor agonists. *Br J Pharmacol* 1981;72:201~210.
- Bauer V. Distribution and types of adrenoceptors in the guinea-pig ileum: the action of  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenoceptor blocking agents. *Br J Pharmacol* 1982;76:569~578.
- Belisle S, Gagnon DJ. Stimulating action of catecholamines on isolated preparations of the rat colon and human and rabbit taenia coli. *Br J Pharmac* 1971;41:361~366.
- Sahyoun HA, Costall B, Naylor RJ. Benzamide action at  $\alpha_2$ -adrenoceptors modifies catecholamine-induced contraction and relaxation of circular smooth muscle from guinea-pig stomach. *Arch*

- Pharmacol* 1982;319:8~11.
20. Sahyoun HA, Costall B, Naylor RJ. Catecholamines act at  $\alpha_2$ -adrenoceptors to cause contraction of circular smooth muscle of guinea-pig stomach *J Pharm Pharmac* 1982;34:381~385.
  21. van Miert A, Huisman EI. Adrenergic receptors in the ruminal wall of sheep. *J Pharm Pharmac* 1968;20:495~496.
  22. Yamaguchi H, Tomita H. Mechanical responses to catecholamines in isolated strips of the guinea-pig stomach muscle. *Jpn J Pharmac* 1974;24:911~922.
  23. Marti J. Steuerung der schlundrinnenmotorik beim kalb. *Schweizer-Archiv für Tierheilkunde* 1988;131(1):49~50.
  24. Brugère H, Mikhail M, Bars HL. Effect de la vasopressine sur la fermeture de la gouttière œsophagienne de la chèvre. *Bull Acad Vét de France* 1987a;60(1):63~68.
  25. Brugère H, Mikhail M, Bars HL. Etude de quelques facteurs de la fermeture de la gouttière œsophagienne de la chèvre. *Rec Méd Vét* 1987b; 163(10):857~864.