

# 조미료가 창자 운동과 흡수기능에 미치는 영향

—소장의 피동적 흡수에 대한 고추의 영향—

서울대학교 의과대학 생리학교실

申東薰·金重守·高在平·安承標

=Abstract=

## The Effect of Seasoning on the Intestinal Absorption

—Absorption by Passive Transport and the Effect of Red Pepper—

Dong Hoon Shin, M.D., Joong Soo Kim, D.D.S., Jae Pyong Koh, M.D.  
and Seung Woon Ahn, M.D.

*Department of Physiology, College of Medicine, Seoul National University*

Numerous factors concern with the absorption of substances through the membrane of the gastrointestinal tract. To simplify the experimental condition, present work has been restricted to observe the disappearance rate of substance from the intestinal loop which was made in the jejunum, 70 cm apart from the pylorus of the adult rabbit.

The purpose of the study is to clarify the absorption of urea through the jejunal wall is solely attributable to the concentration difference between the luminal fluid and plasma, and to observe the effect of adding red pepper upon the rate of absorption.

The rabbits were anesthetized with nembutal, 35mg/kg I.V. Jejunal loop was made by ligating at 2 spots, 70 cm and 80cm apart from the pylorus. After rinsing with normal saline solution through the polyethylene tubing inserted from the end of the loop, 8 ml of test solution was placed through the same tubing.

The test solution contained 200 mg% of urea and 150mg% of polyethylene glycol(M.W. 4,000) in normal saline solution. Right after placing the test solution the first specimen was taken through the tubing, and successive samplings were performed at 5, 10, 20, and 30 minutes.

Logarithm of the difference of urea concentration between the luminal fluid and plasma was plotted against time elapsed after the onset of the experiment. If straight line is revealed, it would verify the nature of transport mechanism as diffusion, obeying the Fick's principle. The concentration of polyethylene glycol (PEG) was also measured in order to examine the change in the volume. PEG was used as the marker substance because it is not absorbable in the intestinal tract. Consequently the concentration of PEG relates inversely to the volume of the loop.

Instantaneous concentration of urea in the loop times the volume will give the amount of urea remaining in the luminal fluid. The change in the amount of any substance is directly relate to the volume of the compartment and differs from the change in the concentration which is independent of the volume.

After completion of the experiment without red pepper, it was added in the test solution and was centrifuged after thorough mixing. Supernatant of the mixture was placed in the loop and similar sampling were performed with the same time intervals that of previous run in order to observe the

이 연구는 1972년도 문교부 학술 연구 조성비로 이루어 졌다.

effects of the red pepper on the passive transport of the water soluble small substance, urea.

The results obtained were as follows:

1. Logarithm of the concentration difference of urea between the luminal fluid and plasma was diminished exponentially as time elapsed. The decay constant in the experiment without red pepper was 0.0563/min. By adding red pepper in the test solution as much as the concentration rose to 4,000 mg% and 8,000 mg%, the decay constants were lowered to 0.0493/min and to 0.0506/min, respectively.

The time interval by which the concentration difference dropped to one half of the initial value was prolonged. Without red pepper the half concentration time was 13.30 minutes, and by adding extract of red pepper, 15.31 minutes and 15.71 minutes were revealed.

2. The profile of the diminishing rate of the amount of urea was quite different from that of the concentration because of the change in the volume of the loop during the observed period.

3. By adding the extract of red pepper, it slowed down the rate of absorption of urea in the intestinal loop, suggesting an increase in the diffusional barrier.

4. Larger dosage of red pepper brought an increase in the secretion of intestinal fluid with concomitant expansion of the luminal volume, and the retardation of the absorption of urea was noticed. This effect was largely dependent on the sensitivity of the individual animal to the red pepper extract.

The amount of urea remained after 10 minutes interval was 55.5% of the initial amount in the experiment without red pepper. On the other hand it was not consistent after administration of red pepper, showing 50.6% and 66.5% of the initial figures by adding 400 mg and 800 mg of red pepper in the test solution, respectively.

It was postulated that symptom of diarrhea often encountered by taking a hot (red pepper) food might be attributable to the increase of secretion and the retardation of absorption in the intestinal tract.

## 서 론

장관으로부터의 물질 흡수는 여러 가지의 요인들이 작용하므로 매우 복잡한 과정이라고 할 수 있다.

첫째로 물리화학적 요인만 하더라도 장관내의 정수압과 삼투압의 경사로 말미암아 용매인 물 뿐 아니라 이에 용해되어 있는 소형 분자를 포함한 용액의 출입, 즉 용적 이동(bulk flow)이 있을 것이고; 또 용질의 농도 경사로 연유하는 확산현상이 있을 것이다. 확산은 지질가용성(lipid-soluble) 물질에서는 매우 빠르게 일어나며, 지질에 녹지 않는 물질이라도 분자가 작은 것이라면 장관벽에 있는 소공(pore)을 통하여 신속히 일어난다.

둘째로 작용하는 요인은 능동적 운반기구(active transport mechanism)의 관여 여부이다. 이 운반 기구에 의하여 이동되는 물질에 관해서는 특이성(specificity)이나 유사 물질끼리의 경쟁(competition) 등이 나타나며 비선택적인 pinocytosis가 개재하는 일도 있다. (Ma-

thews & Laster, 1965; Ashworth et al. 1960.)

셋째 요인으로는 장관 내로의 분비(secretion)이다. 위에 적은 바와 같이 정수압이나 삼투압 경사를 따라 용매와 소형 용질이 이동하는 것인 바, 그 경사의 방향에 따라서, 즉 장관내가 장관밖보다 낮을 때에는 용액이 장관내로 빠져나온다. 이 외에도 장관벽에 있는 상피세포 고유의 분비 작용으로 체액은 장관내로 나온다. 이와 같은 액체의 흐름이 물질 흡수에 촉진적 혹은 억제적 영향을 미치는 일은 Hakim & Lifson도 지적하고 있다. (1964)

넷째로 장관 흡수의 복잡성을 더하는 요인으로는 장관의 위치에 따르는 차등(grade)이라 하겠다. 장관을 종축을 따라서 내려갈 수록 혈액유통, 운동성, 흡수기능 등이 저하하는 것이 일반적인 경향이다.

이 점은 널리 알려져 있는 사실로 Fordtran (1965)도 공장(jejunum)에서는 회장(ileum)에서 보다 물에 대한 투과성이 9배나 된다고 하였으며, Geber(1960)는 장관 혈액유통이 밀으므로 내려갈수록 감소한다는 것을 밝혔다.

이상과 같이 여러 가치 요인들이 작용하므로 어떠한 물질의 흡수를 논할 때에 쥐는 끈란을 필수로 제거하기 위하여 들찌 것과 빗찌 것, 즉 능동적·순반과 장관 부위차를 고려하지 않는 실험을 기도하였다.

즉 장관벽을 피동적으로 이동하는 물질인 요소(urea)를 시험 물질로 택하였고, 창자의 루프(loop)를 유문에서 70 cm 떨어진 곳으로 고정하였다.

요소는 수용성 소분자로 널리 알려져 있으며, 분자의 반경이  $2.6 \times 10^{-8}$  cm 로 (Landis & Pappenheimer)  $36 \times 10^{-8}$  cm의 반경을 가진 소장벽 소공(pore)를 쉽게 드나들 수 있다(Curran & Solomon, 1957). 그의 확산계수(diffusion coefficient)도  $1.95 \text{ cm}^2/\text{sec}$  로 물보다는 작으나 glucose의 2배 이상이고 inulin의 10배에 가깝다(Landis & Pappenheimer). 이와 같이 물리학적 성질과 물질이동을 일으키는 원동력에 관하여 잘 알려져 있는 실험 물질을 사용함으로써 실험조건을 단순화하였다.

일상 식생활에 쓰이는 조미료는 음식물 섭취량이나, 소화 및 흡수 과정에 영향을 미칠 수도 있겠으나 이에 대한 실험적 관찰 보고는 극히 미미하다. 정상 동물이나 인체에 이를 사용할 때에는 신경 계통이 개재되는 여러 가지 반응이 동반할 것이어서 이를 제거하고 조미료인 고추 자체의 직접적인 영향을 보기 위하여 마취동물을 개복하고 창자의 고정부위에 루프(loop)를 만들어 고추의 추출액을 첨가하였다.

고추는 우리 나라에서 흔히 쓰이는 조미료로서 일상 생활과 불가분의 관계에 있다. 이 물질이 장관내의 피동적 물질이동에 미치는 영향을 관찰하는 것은 흥미있는 일이라 하지 않을 수 없다.

이 실험의 목적은 다음 두 가지로 요약된다.

첫째는 요소의 피동적 흡수는 단순한 확산으로 이루어지는 것인가 혹은 장관내에 있을 용적이동(bulk flow)의 영향을 얼마나 받을 것인가를 알기 위한 것이고, 둘째는 고추의 첨가가 장관내의 피동적 흡수에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하는 일이다.

## 실험 방법

### 실험 동물

성을 가리지 않고 체중이 2 kg 을 넘는 성숙한 토끼를 실험전 12 시간 굶긴 것을 사용하였다. Nembutal 35mg/kg 정맥 주사로 마취시키고 복부 정중선에서 개복하여 유문에서 70 cm 떨어진 공장부위에 10 cm의 간격으로 결찰하여 루프를 만들었다.

결찰한 끝으로 부터 polyethylene 관을 삽입하여 생리적 식염수를 주입하고 다시 흡인하는 조작을 수차 되풀이 하여 내용이 맑아질 때까지 세척하였다. 세척이 끝난 후 생리적 식염수에 200 mg% 농도로 urea와 150 mg% 농도로 polyethylene glycol(PEG)을 포함한 용액 10 ml를, 또 이와 같은 시험액 10 ml에 고추가루 각각 400 mg (4,000 mg% 농도)과 800 mg (8,000 mg% 농도)을 넣고 잘 혼합한 후 3,000 r.p.m.으로 15분간 원심침전하여 얻은 상청액 전량을 루프내에 주입하고, 시험액을 채취할 폴리에티렌관 끝은 체외로 꺼낸채 창자는 복강내에 두고 개복부위를 덮어 두었다. 이 때에 창자에 대한 혈액 유통을 가능한한 저해하지 않도록 유의하였으며, 보온과 수술장기 건조 방지에 조심하였다.

시험액을 주입한 후, 즉시 첫번째의 액체가검물을 채취하고 분석하여 이때의 농도를 처음 농도로 삼았다. 다시 5분, 10분, 20분 및 30분 후에 가검물을 채취하여 시간 경과에 따르는 창자내액 요소농도의 저하를 검사 하였다.

동시에 PEG (분자량 4,000)의 농도도 측정하여 루프내 잔류액체의 용적을 알 수 있었다. PEG는 창자에서 흡수되지 않는 물질로(French et al. 1968) 루프 용적 변화 즉 창자내외로의 물 출입을 측정하는 방법으로 쓰인다.

### 측정 방법

창자 내 가검물과 혈장의 요소 측정에는 Conway의 microdiffusion 법(Hawk et al. 1954)을 썼으며 urease는 Matheson Coleman & Bell 회사제품 매 실험때마다 urease 자체에서 나오는 ammonia 값을 측정하여 이를 공제함으로써 urea-N의 교정값을 얻었다. 혈장수분내 urea-N는 혈장 수분을 93%로 보고 교정하였다.

Polyethylene glycol (PEG)의 측정 방법은 다음과 같다.

즉 창자에서 채취한 가검물 0.2 ml에 물 1.8 ml를 첨가하여 2 ml로 만든 다음에 30% TCA+5% BaCl<sub>2</sub> 용액 3 ml를 넣어 단백질을 침전시킨 후 여과하여 파장 650 mμ으로 optical density를 측정 하였다. TCA액을 가한후 50분에 값이 안정될 때에 읽었다. Blank로는 물 2ml에 상기한 TCA-BaCl<sub>2</sub>액 3 ml를 첨가한 것을 사용하였다.

### 측정치의 처리 방법

창자 루프로 부터의 요소 소실율이 루프내액과 혈장

에서의 요소 농도 차에 비례한다고 하면 이는 Fick의 법칙에 따르는 확산에 의한 물질이동일 것이다.

즉 소실율을  $\frac{dc}{dt}$ 로 하고 혈장내 요소 농도  $C_p$ 는 관찰 기간중에 변동이 없다고 하면

$$\frac{dc}{dt} = -k(C - C_p) \dots (1)$$

$C$ 는 장관내액 요소 농도이고  $t$ 는 경과시간이며  $k$ 는 비례정수이다.

$$\text{적분 하면 } \ln(C - C_p) = -kt + \text{constant}$$

따라서 반대수 그래프 용지(semilog. paper)의 종축에  $(C - C_p)$ 를, 또 횡축에 경과시간을 옮기면 그 직선의 경사(slope)는  $-k$ 로 될 것이다.

(1) 식에 두 시점 즉  $t_1, t_2$ 에서의 실측 농도  $(C_1 - C_p)$ 와  $(C_2 - C_p)$ 를 대입하면

$$\ln(C_1 - C_p) = -kt_1 + \text{constant} \dots (2)$$

$$\ln(C_2 - C_p) = -kt_2 + \text{constant} \dots (3)$$

(2)와 (3)으로 부터,

$$\ln\left(\frac{C_1 - C_p}{C_2 - C_p}\right) = k(t_2 - t_1) \dots (4)$$

(4) 식으로 부터 직선의 경사(slope)를 얻는 것이다.  $k$ 의 크기는 장관내액에서의 요소 농도 감소율을 나타내며, dimension은  $\text{min}^{-1}$ 로 하였다.

농도의 감소율만으로는 요소의 소실량을 알 수는 없으며 농도와 더불어 용적의 동태를 고려하여야 한다.

루무내의 요소의 총량  $Q$ 는,

$$Q = C \cdot V \dots (5)$$

$$V = \frac{m_{PEG}}{C_{PEG}} \dots (6)$$

$V$ : volume

$m_{PEG}$ : PEG의 mass

$C_{PEG}$ : PEG의 농도

(5)와 (6)으로 부터

$$Q = m_{PEG} \cdot \frac{C}{C_{PEG}} \dots (7)$$

PEG의 주입량  $m_{PEG}$ 는 어느 경우에도 일정하고 또 관찰기간중에 흡수되지 않으므로 변동이 없는 정수이다.

따라서  $\frac{C}{C_{PEG}}$ 를 비교하여 보면 루무내 요소의 잔류량을 비교하게 되는 셈이다. 즉 이 값은, 요소 잔류량의 비교치를 나타내는 것이다.

관찰 기간중에 루무로 부터 소량의 액체를 채취하므로 이는 농도의 감소율에는 영향을 미치지 않을 것이나, 루무내에 잔류하는 요소량에는 얼마간의 영향을 미치지 않을 수 없다.

### 실험 결과

장관으로 부터의 요소 농도 소실율이 예전한대로 확산에 의한 것이라면 이 실험에서와 같이  $(C - C_p)$ 의 대수(logarithm)를 시간경과에 따라서 옮기면 경사는 직선으로 나타날 것이다. 그의 한 보기를 그림 1에 나타내었다. 장관내액과 혈장의 농도차의 대수는 경과시간에 비례하여 감소해가는 것을 알 수 있어 확산에 의한 피동적 이동을 말해주고 있다.

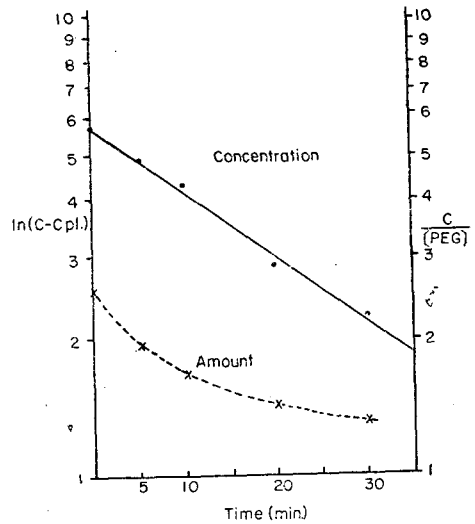


Fig. 1. Example of decay-curve of urea. Solid line: Instantaneous concentration minus plasma concentration. Dotted line: Amount remained in the lumen.

$C$ : Instantaneous concentration of lumen fluid.  
 $C_p$ : Plasma concentration, assumed to be constant.  
 $[PEG]$ : Concentration of unabsorbable mark substance, Polyethylene glycol, M.wt. 4,000.

그러나 장관 내에 있는 요소량의 감소는 농도감소와는 달리 직선 관계에 있지 않다. 이는 관찰기간 내에 장관내로의 체액 분비가 있어 용적 증대가 있었음을 뜻한다. 그리하여 농도 감소와 함유량 감소는 모습을 다르게 하였다.

제 1표에 농도차  $(C - C_p)$ 의 대수가 시간 경과에 따라서 감소해가는 경사(slope)를 나타내었다. 고추를 주지 않았을 때에는 평균 0.0563/min. 이던 것이 400mg의 고추가 첨가 될 경우에는 감소율이 완만하게 되어 0.0493/min를 보이었고 이는 고추가 없을 때 값의 87%에 해당한다. 표에서 보는 바와 같이 개체차가 심하여 통계학적으로 보아 유의한 차라고는 할 수 없으나 그러나 감소 경향은 있다고 볼 수 있겠다.

**Table 1. Slope of the exponential decay of the concentration of urea in the loop of the small intestine**

Red Pepper No.	None	400mg *Relative magnitude	800 mg *Relative magnitude
1	329×10 <sup>-4</sup> /min		
2	834	404×10 <sup>-4</sup> /min 0.48	
3	586		412×10 <sup>-4</sup> /min 0.70
4	866	599 0.69	896 1.03
5	573	567 0.98	450 0.78
6	522	445 0.85	
7	525	547 1.04	363 0.69
8	402	426 1.05	
9	803	866 1.07	836 1.04
10	355	247 0.69	
11	451	446 0.98	422 0.93
12	733		457 0.62
13	490	547 1.11	452 0.92
14	416	331 0.79	274 0.65
Mean	0.0563	0.0493 0.87	0.0506 0.89
S. D.	0.0173	0.0155	0.0199

\* Relative magnitude: Values were divided by those obtained without red pepper.

800 mg 의 고추를 첨가하였을 때에는 직선의 경사가 0.0506/min 로 400 mg 때와는 큰 차이가 없으나 고추 없을 때에 비하면 그의 89%로 역시 감소 경향을 나타내고 있다.

제 2 표에는 요소의 농도차 즉 (C-C<sub>p</sub>)가 처음 값의 반으로 떨어질 때까지의 시간 t<sub>1/2</sub>를 나타내었다. 이는 (C-C<sub>p</sub>)의 대수가 경과시간에 직선적으로 비례하는 관계로 제 1 표에 있는 값으로부터 산출 할 수도 있는 것이어서 제 1 표와 제 2 표는 별개의 것이라 할 수는 없으나 반감하는 데에 필요한 기간으로 감소율을 나타내는 것이 편리할 때가 있다. 이 표에서 보는 바와 같이 반감하는 데에 필요한 시간이 고추를 주었을 때에는 15~18% 연장되었음을 보이고 있다.

제 2 도는 제 1 표와 제 2 표에 있는 것 중에서 고추를 주지 않았을 때의 농도감소율과 반감 기간에 대한 비율로 고추를 주었을 때의 비교적인 크기를 나타내었다. A, 즉 농도 감소율의 비교적 크기의 분포나, B, 즉 반감 기간의 비교적 분포도는 개체차가 심하다는 것을

**Table 2. The time interval (t<sub>1/2</sub>) by which the concentration of urea in the intestinal loop reached to one half of its initial concentration. Urea concentration was expressed as the excess over the plasma concentration**

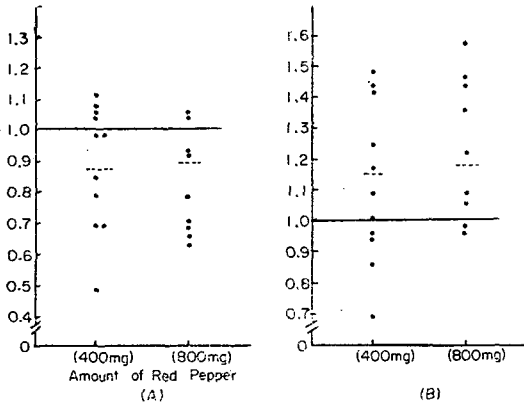
Red Pepper No.	None	400mg *Relative magnitude	800mg *Relative magnitude
1	12.3min.		
2	12.1	17.2min. 1.42	
3	13.7		18.7min. 1.36
4	8.1	12.0 1.48	8.0 0.98
5	12.4	12.0 0.96	15.2 1.22
6	13.4	15.7 1.17	
7	13.4	9.3 0.69	19.3 1.44
8	17.1	16.4 0.95	
9	8.6	9.4 1.09	8.3 0.96
10	19.2	27.6 1.43	
11	15.0	15.2 1.01	16.4 1.09
12	9.6		15.2 1.58
13	14.4	12.5 0.86	15.3 1.06
14	16.9	21.2 1.25	25.0 1.47
Mean	13.30	15.31 1.15	15.71 1.18
S. D.	3.076	5.147	4.984

\* Relative magnitude: Same as the notation in the Table 1.

나타내고 있으나 평균치의 추세는 알아 볼 수 있다. 즉 고추를 첨가함으로써 장관 내 요소 농도는 완만하게 줄어들고 따라서 반감기는 길어졌다.

제 3 표에 장관 내에 있는 요소량의 비교치, 즉 처음에 있던 양에 대한 비율을 나타내었다. 또 이 표에는 고추를 주지 않았을 때의 값을 1.00으로 기준을 삼았을 때에 고추를 주면 얼마로 되어 있는가의 비교치도 나타내었다. 장관내액 요소량을 실험 시작 후 10분이 경과하였을 때의 값만을 딴 것이다. 위에서 언급한대로 요소량은 요소 농도의 감소 모습과는 판이하며 장관내의 체액 분비 및 거둬들이는 가검물 채취로 시간이 경과할 수록 기록이 많아 상호 비교에 난점이 많았다. 그러므로 이 표에는 10분것만을 상호 비교 하였을 뿐이다.

이 표에서 보면 고추가 없을 때에는 10분 경과 후에 평균 55.5%의 요소량이 장관내에 잔존하나 400 mg 의 고추가 있을 때에는 50.6%의 요소가 잔존하여 흡수량



**Fig. 2.** Rate of reduction in the concentration of urea incubated in a loop of the small intestine.  
 (A) Relative magnitude of the slope of the exponential decay in the concentration of urea when a known amount of red pepper was added in the intestinal fluid. (The slope obtained before adding red pepper is 1.0)  
 (B) The time interval by which the concentration of urea reached to one half of its initial concentration. Each value was divided by the interval obtained in the experiment without red pepper in the same animal.

이 많아진 것 같은 인상을 주나 고추를 800 mg 첨가 하였을 때에는 처음 량의 66.5%가 잔존하는 평균치를 보이어서 흡수량은 줄어든 것을 나타내고 있다. 이는 고추의 투여량에 관계되는 현상이라고 볼 수도 있겠으나 장관내에 잔존하는 소요량에 관계하는 요인이 잡다하다는 것을 간접적으로 나타낼 수도 있다. 이러한 경향은 전술한 바 요소 농도의 추세와는 다른 모습이라 하겠다.

**고 찰**

장관내 요소 농도와 혈장 수분 요소 농도 차의 대수는 시간 경과에 비례하여 직선적으로 감소한다. 이는 장관내로부터 요소가 확산에 의하여 흡수되는 것을 뜻하며 Fordtran 등(1965)과 Renkin(1953)도 요소가 생체막의 소공을 통하여 확산함을 논하였다. 즉 이 물질은 지질에 용해도가 낮으므로 생체막의 대부분을 차지하는 지질 부분은 통하지 못하되 창자의 소공은 요소의 직경에 비하면 충분히 커서(Curran & Salomon, 1957) 잘 통과하며, Fordtran 등의 계산으로는 반사계수(reflection coefficient)가 공장에서는 0.48 일 것이라

**Table 3.** The amount of urea remained in the intestinal loop after 10 minutes incubation. Values are the fractions of the initial figures (at time zero)

Red Pepper No.	None	*Relative magnitude		*Relative magnitude	
		400mg	800mg	400mg	800mg
1	0.67				
2					
3	0.41			0.67	1.63
4	0.68	0.62	0.91	0.91	1.34
5	0.61	0.60	0.98	0.88	1.44
6	0.76	0.94	1.24		
7	0.92	0.58	0.63	0.59	0.64
8	0.78	0.48	0.62		
9	0.61	0.32	0.52	0.36	0.59
10	0.43	0.43	1.00		
11	0.47	0.32	0.68	0.63	1.34
12	0.20			0.69	3.45
13	0.32	0.30	0.94	0.60	1.88
14	0.36	0.47	1.31	0.66	1.83
Mean	0.555	0.506	0.91	0.665	1.20
S. D.	0.206	0.183		0.53	

\* Relative magnitude: Same as the notation in the Table 1.

하였다.

그러므로 혈액과 소화관사이에 단시간 내에 요소의 평형을 이루게 되며 (Hindle & Code, 1961. Thompson et al., 1952), Cross 등 (1960)은 개의 폐포내에 주입한 용액과 혈액 사이에서도 쉽게 평형에 접근하여 처음에는 폐포 내용액에 요소가 없던 것이 15분이 경과한 후에는 혈액 요소 농도의 55%에 까지 도달하였음을 보았다.

요소의 물리학적인 이동은 확산에만 의존하는 것이 아니라 물의 이동 즉 용적 유통(bulk flow)에 수반하여 이동하는 것도 사실이나 (Hakim & Lifson, 1964.) Lee 등(1964)은 장관내 요소농도가 높을 때에는 주로 확산에 의하는 것이고 요소농도가 낮을수록 물의 용적이동에 수반하는 것이 중요성을 띤다고 하였다.

물의 이동이 있으면 반드시 요소 이동을 수반할 것인 바 만약에 물이동이 Smyth & Taylor (1957), Ullmann et al. (1960), Grim (1962) 등이 주장하는 바와 같이 능동적인 이동이라고 하면 요소 이동도 단순한 확산으로만 보기 어려울 것이다. 이 실험의 결과는 요소

이동이 피동적인 확산에 의한 것임을 나타내어 물이 동적 능동설에 부합되지 않는 결과를 나타내었다.

장관 내용에 고추성분을 포함할 때에는 요소 농도의 감소율이 둔화되는 경향을 보이고 있는바 이에 대한 해석은 명확히 내리기 어렵다. 이때에 장관벽에 대한 혈액 유통은 오히려 증가할 가능성이 있으나 Varr'o et al. (1965)이 지적한 것처럼 피동적 운반 기전에 의존하는 물질 이동에는 혈액 유통량이 별로 영향을 미치지 못할 가능성이 많고, 장관벽과 또 인접한 모세혈관까지 사이를 확산하는데에 영향을 미치는 다른 인자들이 더욱 지배적인 중요성을 지니는 것으로 보인다. 장자벽은 매우 연약한 조직으로 되어 있으며, Curran 등 (1960)의 연구 결과는 X-선 조사로  $Na^+$  흡수가 줄어들고 조사 후 수일에는  $Na^+$ 가 오히려 혈액으로부터 장관쪽으로 분비됨을 보고 하였다. Quastler (1956)도 100~1,000 r의 X-선 조사로 흰쥐가 장자 상피세포 손상으로 말미암아 사망함을 보고하였다. X-선 조사 뿐 아니라 증류수로 소장을 관류할 때에 장관벽에 부종이 생기고(Adolph & Northrop, 1952) 또 상피세포가 손상됨을 보았다.(Blickenstaff, 1952).

이토록 쉽게 손상되는 장관벽조직이 고추 첨가로 손상을 입어 요소 확산장애를 증대시킬 가능성은 있다. 가령 부종으로 인하여 확산거리를 더욱 길게 하던가 요소가 확산할 통로를 좁히던가 할 가능성을 부정하지 못할 것이다. 그 결과로 장관내 요소 농도의 감소율이 둔화되고 반감기가 연장된다고 보아야 하겠다.

요소농도 대신에 장관내에 잔류하는 요소량의 감소율을 지표로 하여 흡수과정을 보면 제 3표에서 본 바와 같이 한층 더 복잡한 양상을 나타내고 있다. 이는 전술한 바와 같이 혈액쪽으로부터 장관쪽으로 향하는 체액 분비가 있어 이것이 요소 흡수량에 영향을 미치기 때문이라 보여진다. 일찌기 Nasset & Parry (1934)는 소형물질 흡수에 대한 체액분비 기능의 영향을 중시하면서 동물을 마취시켰을 때에 흡수가 항진되는 까닭을 마취로 인하여 장애 분비량이 감소하는 데에 돌렸다.

이러한 이론이 적용된다면 어떠한 이유로든지 장관 내로의 체액 분비 기능이 항진되었을 때에는 요소 흡수량이 감소할 것이 예상되는 바이다.

특히 장관벽에 있는 상피세포는 여러가지 원인으로 손상되기 쉬우며 이때에 요소 투과성의 저하와 장관내부를 향한 용적 이동 즉 분비의 증가를 초래할 것으로 믿어진다.

흔히 보는 바와 같이 매운 것을 과도로 섭취하였을

때나 매운 음식물에 생소한 사람들이 매운 것을 처음 먹었을 때에 설사를 하는 것은 흡수 기능 저하와 분비물 증가 때문이라 이해할 수도 있겠다.

## 총괄 및 결론

창자로부터의 물질 흡수 과정은 매우 복잡한 것으로 여러 가지의 물리학적 및 생물학적 요인들이 개재해 있다. 이 실험에서는 실험 조건의 단순화를 위하여 물리적인 원동력에 의하여 생체막을 피동적으로 이동되는 요소(urea)를 시험 물질로 삼아서 토끼 공장의 일정한 위치에 루프(loop)를 만들고 흡수로 인한 농도 저하율과 요소포함량 감소율을 측정하였다. 후자는 루프내의 용적 변화도 농도 측정과 동시에 관찰함으로써 가능하였다.

이 실험의 목적은 첫째로 요소 이동에 대한 원동력이 농도경사에서 오는 것인가 또 요소의 피동적 이동에 대한 용적 이동(bulk flow)의 관여도가 어떤가를 살펴보고, 둘째로 장관 내에 고추의 추출성분이 포함되어 있을 때에 이로 인한 흡수과정의 변화를 검색하는 일이었다.

Nembutal 마취하에 토끼를 개복하고 유문에서 70 cm 떨어진 공장에 루프를 만들어 urea 200 mg%와 polyethylene glycol (M. W. 4,000) 150 mg%를 포함하는 생리적 식염수를 넣고 주입 직후와, 5분, 10분, 20분 및 30분 후에 요소농도와 polyethylene glycol 농도를 측정하였다. 후자는 장관에서 흡수되지 않는 물질로 이 물질의 농도는 용적에 반비례하는 것이다.

장관내 요소농도와 혈장내 요소농도 차의 대수를 취하면 시간경과에 따라서 직선적으로 하강하는 것을 보았다. 이는 요소이동, 즉 요소의 피동적 흡수가 확산에 의하여 이루어짐을 입증하는 것이다. 그 직선의 경사는 고추를 주지 않았을 때 보다 400 mg 혹은 800 mg의 고추 추출물을 주었을 때에 완만한 점으로 보아 고추투여로 확산 장벽이 더 커지는 것을 나타내었다. 장관벽은 연약한 조직으로 X-선 조사나 증류수 세척으로 손상되기 쉬우며, 고추 투여로도 손상을 입어 확산 장벽을 이루는 것으로 보인다. 고추를 다량 투여하면 장관내로의 분비물이 많아져서 요소 흡수량을 줄이고 루프액의 용적을 크게 하는 일은 고추섭식 후에 설사를 하는 등의 증세와 합치되는 소견이라 할 수 있겠다. 결론을 간추리면 다음과 같다.

1. 장관으로부터의 요소 흡수는 Fick의 법칙을 따르는 확산에 의하여 이루어지며, 장관내 요소 농도와 혈장내 요소 농도의 차이는 경과 시간의 지수 함수로

나타낼 수 있으며, 하강하는 율(rate)은 고추가 없는 용액일 때에는  $0.0563 \pm 0.0173/\text{min}$  이며, 10 ml 용액에 400 mg 의 고추 추출물을 포함하였을 때에는  $0.0493 \pm 0.0155/\text{min}$  이었고, 고추를 증량하여 800 mg 으로 하였을 때에는  $0.0506 \pm 0.0199/\text{min}$  를 나타내어 고추투여로 장관내 요소의 피동적 흡수율이 감소됨을 보였다.

혈장 요소 농도와와의 차가 처음값의  $\frac{1}{2}$ 로 줄어들 때까지의 시간 즉  $t_{1/2}$ 를 보면 고추가 없을 때에 13.30 ± 3.076분이던 것이 4,000 mg%와 8,000 mg% 농도로 고추를 투여하였을 때에는 각각 15.31 ± 5.147분과 15.71 ± 4.984분을 보이어서 반감기의 연장을 나타내었다.

2. 장관 용액내의 요소량 감소 모습은 농도하강 모습과는 다르게 나타났으며, 이는 장관내로 분비물이 나와서 액체 용적에 증감이 있는 까닭이었다.

3. 고추 투여로 장관내 요소 흡수율은 저하되어 고추의 성분이 장관벽이나 혈관까지의 확산 경로에 확산 장벽을 이루는 것을 나타내었다.

4. 고추의 다량투여 (8,000 mg%농도)는 장관내로의 분비량을 증가시켜 루무내 용적이 커지고 요소량의 감소율을 지연시켰다. 그러나 이는 장관벽 상피세포의 분비기전이 관련되는 현상이므로 개체의 반응도에 따라서 차이가 클 것이 짐작되며, 실험 시작 10분후의 장관내 잔류량을 비교하면 고추가 없을 때에는 처음량의 55.5 ± 20.6%, 400 mg 고추 투여로 50.6 ± 18.3%, 또 800 mg 고추 투여로 66.5 ± 15.3%를 보였다.

고추를 다량 투여하였을 때에 보는 이같은 흡수 지연과 장관내 용적증가는 인체에서 고추 섭취에 흔히 보는 설사등 증상과 관련되는 현상일 수 있다.

## REFERENCES

- 1) 李東俊, 尹明淳, 申東薰, 南基鏞 : 흰 쥐의 생체박회장의 노소 운반. 서울 의대 잡지 5:187-190, 1964.
- 2) Adolph, E.F. and J.P. Northrop: *Absorption of water and chloride*. *Am. J. Physiol.* 168:311, 1952.
- 3) Ashworth, C.T., V.A. Stembridge and E. Sanders: *Lipid absorption, transport and hepatic assimilation studied with electron microscopy*. *Am. J. Physiol.* 198:1326-1328, 1960.
- 4) Blickenstaff, D.D.: *Intestinal absorption of sodium chloride solution as influenced by intraluminal pressure and concentration*. *Am. J. Physiol.* 168:305, 1952.
- 5) Blickenstaff, D.D., D.M. Bachman, M.E. Steinberg and W.B. Youmans: *Intestinal absorption of sodium chloride solution as influenced by intraluminal pressure and concentration*. *Am. J. Physiol.* 168:303, 1952.
- 6) Cross, C.E., P.A. Rieben and P.F. Saliaburg: *Urea permeability of alveolar membrane; hemodynamic effects of liquid in the alveolar spaces*. *Am. J. Physiol.* 198(5): 1029-1031, 1960.
- 7) Curran, P.F. and A.K. Solomon: *Ion and water fluxes in the ileum of rats*. *J. Gen. Physiol.* 41: 143-168, 1957.
- 8) Curran, P.F., E.W. Webster and J.A. Hovsepian: *The effects of X-irradiation on sodium and water transport in rat ileum*. *Radiation Res.* 13: 369-380, 1960.
- 9) Davson, H.A.: *Textbook of general physiology 2nd Ed. pp. 275*, Little, Brown, Boston, 1959.
- 10) Delancy, J.P. and J. Custer: *Gastrointestinal blood flow in the dog*. *Circul. Res.* 17:394-402, 1965.
- 11) Fordtran, J.S., F.C. Rector, Jr., M.F. Ewton, N. Soter, and J. Kinney: *Permeability characteristics of the human small intestine*. *J. Clin. Invest.* 44: 1935-1944, 1965.
- 12) French, A.B., I.F. Brown and C.J. Good: *Comparison of phenol red and polyethylene glycol as nonabsorbable markers for the study of intestinal absorption in humans*. *Am. J. Dig. Dis.* 13: 558-564, 1968.
- 13) Geber, W.F.: *Quantitative measurement of blood flow in various areas of small and large intestine*. *Am. J. Physiol.* 198(5):985-986, 1960.
- 14) Grim, E.: *Water and electrolyte flux rates in the duodenum, jejunum, ileum and colon, and effects of osmolarity*. *Amer. J. Dig. Dis.* 7:17-27, 1962.
- 15) Hakim, A.A. and N. Lifson: *Urea transport across dog intestinal mucosa in vitro*. *Am. J. Physiol.* 206:1315-1320, 1964.
- 16) Hawk, P.B., B.L. Oser and W.H. Summerson: *Practical physiological chemistry. 13th Ed. pp. 886 microdiffusion method of Conway*. Blak-



- ston, New York & Toronto, 1954.
- 17) Hindle, W. and C.F. Code: *A contrast of absorption in the duodenum and ileum. Physiologist* 4:47, 1961.
  - 18) Landis, E.M. and J.R. Pappenheimer: *Hamilton Ed. Handbook of physiology. Section II. Circulation. Vol. 2. pp. 961. American Physiological Association, Washington, 1963.*
  - 19) Matthew, D.M. and L. Laster: *Competition for intestinal transport among five neutral amino acids. Am. J. Physiol.* 208:601-606, 1965.
  - 20) Nasset, E.S. and A.A. Parry: *Passage of fluid and certain dissolved substances through the intestinal mucosa as influenced by changes in hydrostatic pressure. Am. J. Physiol.* 109:614, 1934.
  - 21) Quastler, H.: *The nature of intestinal radiation death. Radiation Res.* 4:303-320, 1956.
  - 22) Renkin, E.M.: *Capillary and cellular permeability to some compounds related to antipyrine. Am. J. Physiol.* 173:125, 1953.
  - 23) Sloan, H.: *Effect of perfusion of isolated intestinal loops on experimental uremia in dogs. Am. J. Physiol.* 166:137-141, 1951.
  - 24) Smyth, D.H. and C.B. Taylor: *Transport of water and solutes by an in vitro intestinal preparation. J. Physiol.* 136:632-648, 1957.
  - 25) Steiner, S.H. and Gustave C.E. Mueller: *Distribution of blood flow in the digestive tract of the rat. Circulation Res.* 9:99-102, 1961.
  - 26) Thompson, W.S., Jr., J.J. Lewis and A.S. Alving: *J. Lab. Clin. Med.* 39:69-83, 1952.
  - 27) Ullmann, T.D., S. Dikstein, F. Bergmann and D. Birrbaum: *Absorption of iso-, hypo-, and hypertonic solutions from small intestine of cats Am. J. Physiol.* 198(6):1319-1322, 1960.
  - 28) Varr'ò, V., G. Blaho', L. Csernay, I. Jung, and F. Szarvas: *Effect of decreased local circulation on the absorption capacity of a small intestinal loop in the dog. Amer. J. Dig. Dis.* 10:170-177, 1965.