

## 〔特別掲載〕

(東女医大誌第30巻第9号)  
(頁1709—1717昭和35年9月)脊髄反射に及ぼす自律神経作用剤の  
影響に就いて

韓国カトリック大学医学部生理学教室 (主任 鄭聖璋教授)

金 起 洙 ・ 鄭 聖 璋  
キョン キ シュ テイ セイ ショウ

(受付 昭和 35 年 7 月 12 日)

## I 緒 言

自律神経系統に関する研究は、従来主として、生体の植物性機能に対して、その作用を追求<sup>1)</sup>した。その動物性機能、特に体性末梢知覚神経に対する作用に関しては、余り知見が報告されていない<sup>2)~5)</sup>。皮膚知覚、又は筋覚等に影響を及ぼす諸要因、即ち血液循環<sup>6) 7)</sup>、温度<sup>8)~11)</sup>、薬剤<sup>12)~15)</sup>、滲透圧<sup>16)</sup>、CO<sub>2</sub><sup>17)</sup>、寒冷<sup>18)</sup>等の作用に関する実験報告がある。

著者等は Causalgia<sup>19, 20)</sup>、凍傷、半身不随等の患者において、腰薦部交感神経切除術が、同側下肢の皮膚知覚を軽度鋭敏にさせる作用があり、又上胸部交感神経節の paravertebral block が Horner 氏症候群の出現と同時に同側顔面及び頸部半側の皮膚知覚を軽度鋭敏にさせる作用があるのを観察した。この臨床観察の結果として自律神経と知覚神経との間に、生理的に一定なる末梢性の聯繫性が存在することを推則し、これらに関して報告した<sup>21)</sup>。著者等はこの点を動物実験によつて究明せんことを企て本実験を行つた。蛙を使用して自律神経末梢の変化による背髄屈曲反射の変動を標識として局所の皮膚知覚神経末端の鋭敏度の変化を観察した。Gaskell, Langley, Cannon, Förster, Smithwick, Müller 等が自律神経末梢興奮剤の脊髄屈曲反射に対する作用を実験したが、それらは薬剤の脊髄に対する中枢作用を追求したもので自律神経剤の皮膚局所作用による屈曲反射に及ぼす影響を観察した知見は余りない。著者等は本実験の結果、聯かの知見を得ることができた。

## II 実験材料及び方法

実験動物はドンサマガエル (*Rana nigromaculata*) 112匹 (体重20乃至35 gm) を使用した。

蛙を使用した理由は、簡単に脊髄動物を作ることができ許りでなく、脊髄ショックからの回復が早いこと、又脊髄反射機能が永く存続する点がある為である。断頭に際し出血をなるべく少なくするために、頭部 Foramen magnum から針を通し、脊髄と上位脳の間を切断し、上位脳を破壊して脊髄蛙を作つた。断頭後5乃至7分経過して蛙のショック状態から回復するのを待ち、毎回の実験を行つた。

## 実験装置

蛙の下顎を骨クレンメで保持して動物を下垂し、骨クレンメを支持台に固定した。両足関節を筋槓杆に連結し両下肢の屈曲運動を「キモグラフィオン」煤煙紙上に記録した。足関節以外の股関節、膝関節の屈曲運動のみが記録されるように努めた。刺激部位は足背外側皮膚面で特に皮膚斑点を標識として、常に同一部位を刺激した。

1回の実験は大体断頭後、30乃至40分で終つた。刺激種類は強度を任意に加減することのできる電気刺激を選択した。Porter 型感応電流器の一次コイルに電源として2volt 蓄電池を連結し、巻軸距離を変化して強度を加減した。頻数感応電撃 (75~85 c.p.s.) で毎回通電時間0.25秒刺激を与えた。刺激電極とし白金電極を使用した。

1. 交感神経末梢を興奮させるため、塩化アドレナリン (仏蘭西 Méran 会社製) を刺激部皮下淋巴腔内に注入した。ガーゼで以て注射部を軽く圧迫し、注射部が最下方になるように足を2~3分間維持した後、蛙を支持台に固定して皮膚反射を試験した。

2. 交感神経末梢を麻痺させる為に、腰薦部交感神経節を焼灼した。腹腔内背側にある最下位3個の交感神経節を加熱した針尖で1回約1秒間焼灼した。この操作は開腹後10分以内で完了した。鏡検により交感神経節の焼

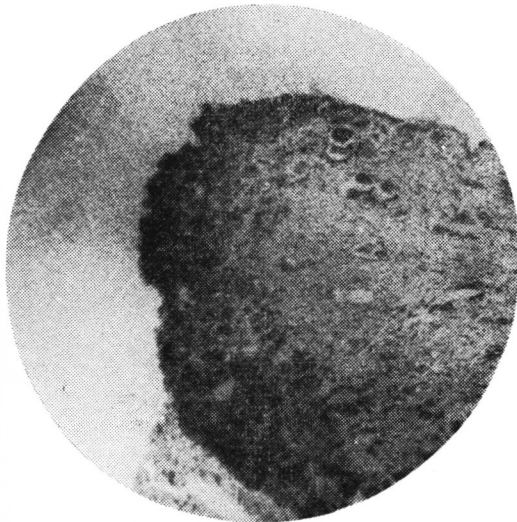
Ki Soo KIM, Sung Jang CHUNG (Department of Physiology, Faculty, Medicine, Catholic University, Republic of Korea) : Studies on the effects of some agents acting autonomic nervous system upon spinal reflexes.

灼を後で確認した。(第1, 2図参照) 焼灼が不完全な場合でも、一部の神経節細胞が破壊されているのがみられた。(第3図参照)

3. 副交感神経末梢を興奮させるために塩化アセチルコリン (Roché 会社製) を刺激部皮下淋巴腔内に注射した。アセチルコリン溶液は使用する時に、新しく調製した。

4. 副交感神経末梢を麻痺させる為に硫酸アトロピン (Lilly 会社製) を刺激部皮下淋巴腔内に注射した。

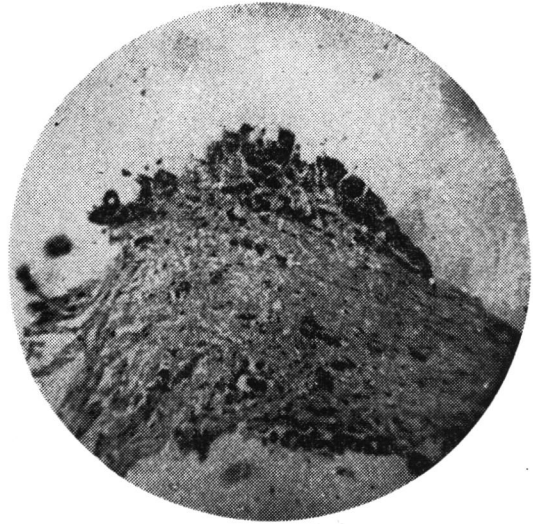
5. 対照実験として蒸留水又は塩酸プロカインを刺激部皮下淋巴腔内に注射し屈曲反射に対する影響を試験した。反射弓の神経切断、即ち腓骨神経、坐骨神経、腰神



第1図 蛙の正常交感神経節の顕微鏡写真 (×400)



第2図 加熱せる針尖で直接焼灼され完全に破壊された蛙の交感神経節の顕微鏡写真 (×400)



第3図 不完全に焼灼された蛙の交感神経節の顕微鏡写真 周辺焼灼により一部は破壊され(左方)一部は正常神経細胞が残存している(右方), (×400)

経叢切断により屈曲反射の減退、消失等が招来されるか否かを試験した。

### III 実験成績

#### 1. 塩化アドレナリンの屈曲反射に及ぼす影響

塩化アドレナリン (千倍溶液) 0.2~0.3 ml を足皮下淋巴腔内に注射すれば約10分経過した頃、効果が現われ屈曲反射が減少した蒸留水 0.2~0.3 ml を注射した対照側に較べて屈曲曲線の波高が減少した (第1表参照)。

#### 2. 交感神経節焼灼の屈曲反射に及ぼす影響

第2表の示す如く、交感神経節の焼灼された側の屈曲反射は焼灼前に較べて、又偽手術を施行した対照側に較べて亢進した。焼灼手術を施して約2分後から検査を行ったが反射亢進の効果が観察された。

#### 3. 塩化アセチルコリンの屈曲反射に及ぼす影響

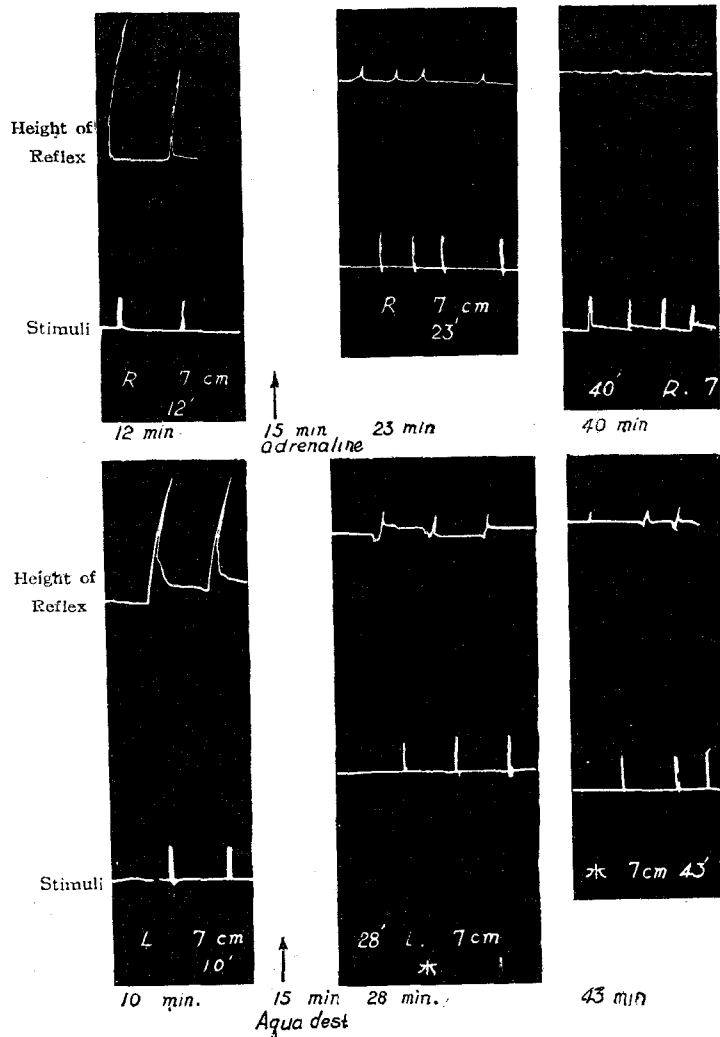
0.002% 塩化アセチルコリン溶液 0.1 ml を足皮下淋巴腔内に注射した。注射後約30~40秒より屈曲反射が急激に亢進するのを観察した。アドレナリンに較べて薬剤効果が比較的早く現われた。対照実験においては、断頭後時間の経過するにつれて屈曲反射の大きさは漸減した。その途中で亢進する例はなかつた。0.01% 塩化アセチルコリン溶液 0.1~0.3 ml 投与時は全3例において屈曲反射が激減又は消失した。前者に較べて約5倍乃至15倍の用量を投与する時は反対に抑圧作用を現わした。

#### 4. 硫酸アトロピンの屈曲反射に及ぼす影響

0.05% 硫酸アトロピン溶液 0.1 ml を足皮下淋巴腔内に注射した。注射後約2分より全例に於て屈曲反射が対照に較べて低下した。その中1例(第11例)は、注射側の屈曲反射は低下したが対照側の反射は注射前に比して反

第1表 交感神経興奮剤塩化アドレナリンの屈曲反射に及ぼす影響

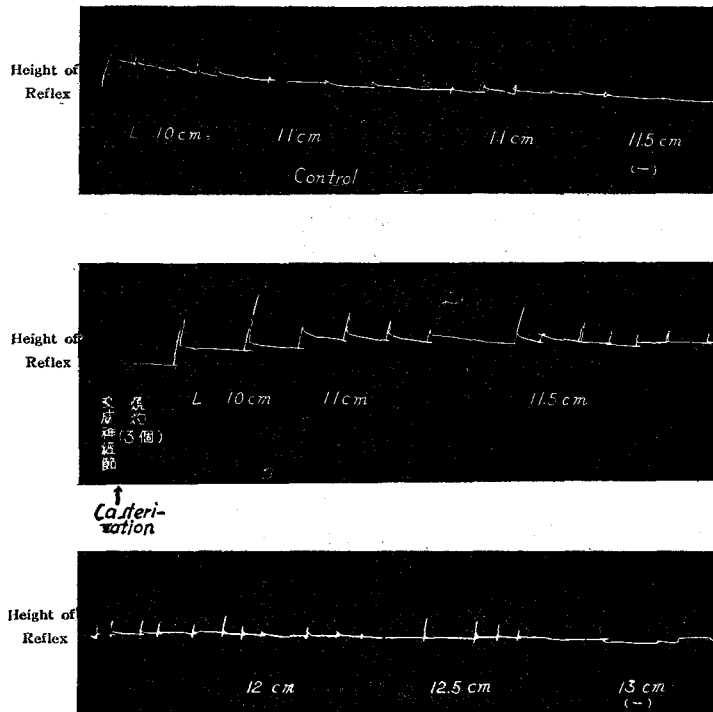
動物例数	用量	適用局所	捲軸距離	成績
12	0.1% 0.2~0.3 ml (0.2~0.3 mg)	足皮下淋巴腔内	6~9 cm	全例において大きさが対照に比して減少した(第4図)



第4図 屈曲反射に対する塩化アドレナリンの抑制作用, 上段(R): 右足, 上方は屈曲曲線, 下方は刺激標識, 断頭後15分で0.1%塩化アドレナリン溶液0.3mlを皮下淋巴腔内に注射した。下段(L): 左足対照, 15分で蒸溜水0.3ml注射, 右足の屈曲反射は左足に較べて速やかに低下した。

対に顕著に増加するのを観察した。硫酸アトロピン溶液0.1mlを足皮下淋巴腔に注射した例において3例は注射側の屈曲反射が低下した。低下しない他の3例においては, 対照側の屈曲反射が亢進するのが注目された。この中1例は注射側の反射低下と同時に対照側の反射亢進が観察された。0.02%硫酸アトロピン溶液0.1mlを足皮下淋巴腔内に注射した2例においては注射側も対照側も共

に屈曲反射が亢進した。1例においては自発的な全身痙攣が頻発した。アトロピンの脊髄に対する中枢作用の有無を検索するための対照実験として, 0.1%溶液0.3mlを背部皮下淋巴腔内に(6例), 0.02%溶液0.1mlを腹部皮下淋巴腔内に(1例)各々注射した。この実験では両側の屈曲反射が常に同様に亢進するか又は変化が共に不明であつた(第4表)。



第5図 屈曲反射に対する腰薦部交感神経節焼灼の亢進作用，上段：焼灼前の屈曲線（左足）捲軸距離表示，中段及び下段：腰薦部交感神経節（3個）焼灼後2分に検査した屈曲反射，中段は10 cm から 11.5 cm 迄，下段は 12 cm ～ 13 cm の捲軸距離で刺激した結果である。屈曲反射の亢進が見られる。同時に刺激閾値が低下する。

第2表 腰薦部交感神経焼灼の屈曲反射に及ぼす影響

実験種目	方法	動物例数	捲軸距離	成績
腰薦部交感神経節麻痺実験	腰薦部交感神経節焼灼	12	7～13 cm	全例において屈曲反射が亢進した。 (第5図)
対照実験	腰薦部交感神経節附近の脊髄神経幹焼灼	3	7～10 cm	全例において屈曲反射が低下或は消失した。
	腰薦部交感神経節の過度焼灼による附近の脊髄神経幹損傷	4	0～11 cm	全例において屈曲反射が低下或は消失した。この実験においては加熱された針尖を以って交感神経節を約1秒間ずつ3回反復焼灼した為隣接せる脊髄神経幹迄も損傷された。(第6図)

5. 対照実験成績

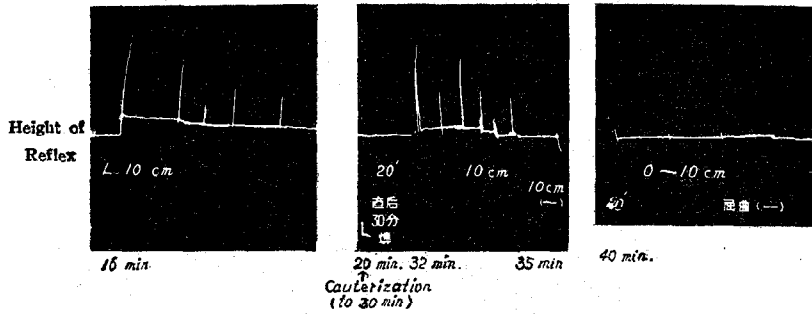
蒸溜水の対照実験は前述した通りである。

- a. 2%塩酸プロカイン溶液 0.3 ml の足皮下腹腔内注射
- b. 神経切断
- c. アキレス腱切断……足背外側皮膚を電気刺激する時電流滑走による two-joint muscle 腓である脾腸筋の収縮の影響が屈曲曲線上に如何に現われるかを検討するためにアキレス腱を切断してその影響を追求した。(第5表)

IV 考 察

動物において人間と同じく意識的な主観的感覚，或は知覚があるか否かに関する判定は困難であるが，人間におけると同じく，動物には求心性の知覚神経がある。著者等ははこの知覚神経末端に対する自律神経の作用を追究した。

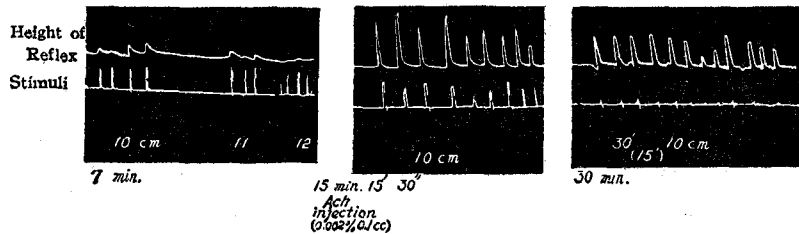
動物の四肢に侵害性刺激が加わる時は，当該肢を屈曲して足を索き付ける屈曲反射が起る。その結果動物はその侵害から逃避することができる。これは Scherrington が言つた「侵害感受性反応」である。下肢においては腰，膝及び足の関節の屈筋に同時に現われ，一般的に，多ニューロン性反射の特徴として，刺激強度が大きい程



第6図 腰薦部交感神経節の過度焼灼に因る附近的脊髓神経幹損傷時の屈曲反射，左：焼灼前，中：焼灼直後，数回刺激反復中に反射が完全に消失する。右：捲軸距離0～10 cmにおいて刺激されて反射が起らない（断頭後40分）

第3表 塩化アセチルコリンの屈曲反射に及ぼす影響

実験種目	適用局所	動物例数	捲軸距離	成 績
塩化アセチルコリン 0.002% 0.1ml (2γ) 投与	皮下淋巴腔内	10	7～21.5cm 主に刺激閾値にて実験した。	全例が注射後 30～40 秒より急激に屈曲反射が亢進した。 (第 7 図)
塩化アセチルコリン 0.01% 0.1～0.3ml (10～30 γ) 投与	"	3	7 cm	全例において屈曲反射が激減又は消失した。過量の Ach は反射抑圧の結果をもたらした。 (第 8 図)
対 照	—	5	7～11 cm	時間の経過につれて屈曲反射の高さは，漸減し刺激閾値が漸次上昇した。途中で急激な増加或は減少の変化は生ぜず 屈曲の大きさは円滑に漸減した。



第7図 屈曲反射に対する塩化アセチルコリンの亢進作用，左：注射前，中：塩化アセチルコリン2γを皮下淋巴腔内に注射した直後30秒，右：注射後15分，上方は屈曲曲線，下方は刺激標識，捲軸距離10 cm

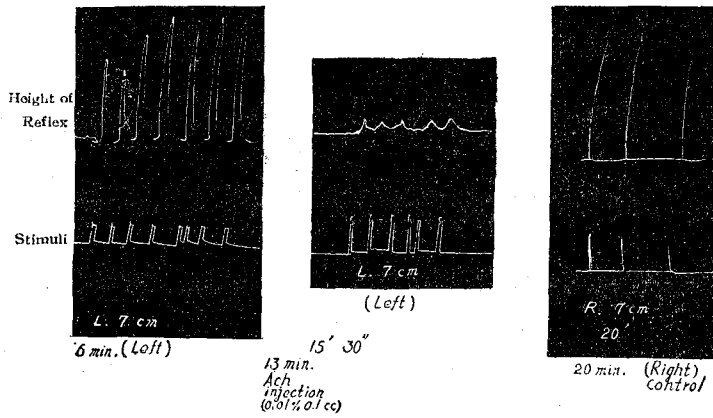
反射効果の大きさが増加する。著者はこの性質を利用して、一定の強度の刺激を加えながら、局所の自律神経興奮如何により招来される屈曲反射の大きさの変化と刺激閾値の変化等を観察した。それにより局所皮膚知覚神経末端の鋭敏度に及ぼす自律神経の影響を明らかにせんことを企てた。Fulton<sup>1)</sup>によれば、一般に細い皮膚神経枝が深層にある感覚神経よりも、より多くの屈筋の運動単位を興奮させると言う。

本実験においては、刺激電流により皮膚表面の知覚神経、特に痛覚神経末端が刺激されて屈曲反射を主として惹起したと著者等は思う。痛覚刺激は逃避反射（屈曲反射）を起し、掻痒感を起す刺激は搔反射 Scratch reflex

を惹起する<sup>26)</sup>。Rothman<sup>26)</sup>によれば電氣的刺激は機械的、温熱的及び化学的の刺激と同じく痛覚を起すと言う。

1. 塩化アドレナリンを注射した側は屈曲反射が低下し、対照側の反射は何らの変化をみないのは、塩化アドレナリンの局所作用により、注射部の皮膚知覚神経末端が鈍麻せるを推定し得る。アドレナリンは局所に血管収縮、血流減少、温度降下、pH 変化等を招来して結局は皮膚知覚神経の興奮性を低下させると考えられる。

Mücke<sup>6)</sup>は局所貧血が皮膚知覚神経の主利用時を延長することを報告し、Köppen<sup>7)</sup>は局所貧血により



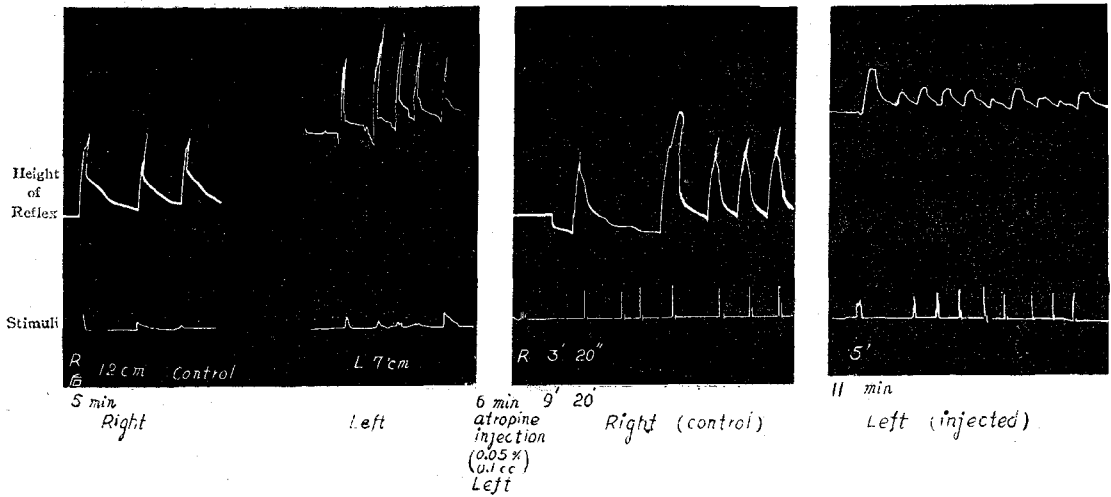
第8図 屈曲反射に対する過量の塩化アセチルコリンの抑制作用，左：注射寸前の左足対照，上方は屈曲曲線，下方は刺激標識，中：塩化アセチルコリン10 $\gamma$ 左足皮下淋巴腔内注射後2分30秒，屈曲反射が著明に低下する。右：対照側右足においては屈曲反射がvariなく起る。捲軸距離：7 cm，時間は断頭後の経過時間を示す。

第4表 硫酸アトロピンの屈曲反射に及ぼす影響

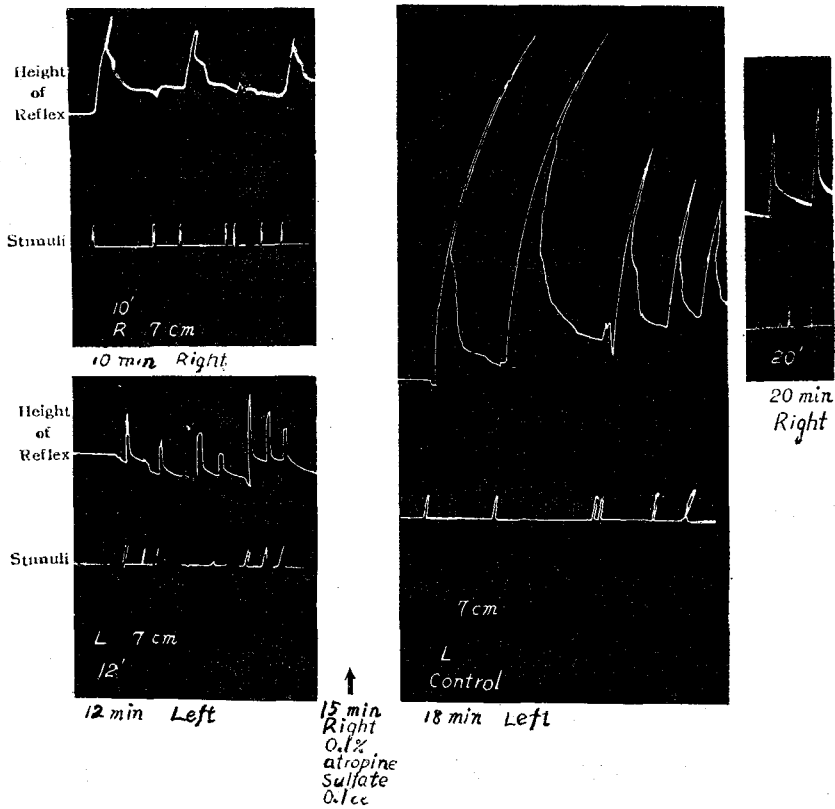
実験種目	適用量	適用局所	動物例数	捲軸距離	成績
硫酸アトロピン注射	0.05% 0.1 ml (50 $\gamma$ )	足皮下 淋巴腔内	12	7 cm	全例において注射後約2分より屈曲反射が低下した。第11例においては速かに屈曲高の減少が記録された。又この例においては対照側が注射前に比して反射が著しく亢進した。(第9図)
	0.1% 0.1 ml (100 $\gamma$ )	"	6	7~10 cm	3例において反射低下。その中1例は対照側反射が亢進した。他例においては注射側の反射が低下しない代わりに対照側の反射が甚だ亢進した。※左右両側の反射の変化の程度が非対称的であるのが特徴で全例において認められた。(第10図)
	0.02% 0.1 ml (20 $\gamma$ )	"	2	7 10 cm	両側が殆んど同じく反射が亢進した。1例においては自発的全身痙攣が起つた。
対照実験	0.1% 0.3 ml (300 $\gamma$ )	背部皮下 淋巴腔内	6	7~10 cm	2例において左右両側の反射が亢進した。4例は不明
	0.02% 0.1 ml (20 $\gamma$ )	腹部皮下 淋巴腔内	1	7~10 cm	不明。 ※対照実験においては常に両側の変化が対称的で同程度であるのが特徴であつた。

第5表 対照実験

実験種目	方法	動物例数	捲軸距離	成績
プロカイン注射	2%溶液0.3 mlを足皮下淋巴腔内に注射	4	7 cm	全例において注射後約5分より屈曲反射が顕著に低下した。
神経切断	1)腓骨神経切断 2)坐骨神経切断 3)腰神経叢切断	10	3~9 cm	神経を多く切断するほど屈曲反射が低下した。腰神経切断の際は反射が完全に消失した。
アキレス腱切断	-	2	7 cm	屈曲反射の曲線の高さが極く僅か減少するだけである。故に本実験の屈曲曲線では刺激電流の電流滑走の影響を除去することができると共に主に腰膝関節の屈曲を表現すると言える。



第9図 屈曲反射に対する硫酸アトロピンの抑制作用、左：注射前、中：左足皮下淋巴腔内に硫酸アトロピン50 $\gamma$ 注射後3分20秒。右足対照側は変化が認められない。右：注射後5分、注射せる左足側屈曲反射の低下が認められる。下方は刺激標識、時間は断頭後の経過時間である。



第10図 屈曲反射に対する硫酸アトロピンの抑制作用、左：注射前の左右、中：注射後3分、注射しない対照側左側の屈曲反射が顕著に充進する。右：注射後5分、注射せる右側の反射が余り変化を示さない。中はアトロピンの脊髄機能充進の中樞作用を、右はこれと局所知覚鈍麻作用の相殺を示唆する。上方は屈曲曲線、下方は刺激標識、時間は断頭後の経過時間を表わす。

振動数識別閾値が増加することを報告した。Stokes<sup>27)</sup>は局所酸素欠乏により痛覚受容器の感受性が障害されたと言う。Boman<sup>17)</sup>等はCO<sub>2</sub>を猫の舌の冷受容器に作用すれば、求心性衝撃の頻度が、CO<sub>2</sub>濃度増加につれて減少することを観察した。Brack<sup>28)</sup>とMelton<sup>29)</sup>によればアドレナリンの局所注射により細小血管が収縮している皮膚領域においては瘙痒感を惹起し得ないと言う。Mathews<sup>9)</sup>は蛙の中趾にある筋紡錘において標本の温度の下降につれて、刺激により得られる求心性衝撃の最大頻度が減少することを観察した。Weitz<sup>11)</sup>は皮膚表面温度の下降につれて痛覚閾値が減少することを報告した。

2. 腰薦部交感神経節を焼灼して交感神経を麻痺させれば同側の屈曲反射が亢進するのをみた。これは局所の皮膚が鋭敏になつたためだと思われる。

附近にある脊髄神経を焼灼すれば同側の屈曲反射が消失するのをみる。焼灼操作が交感神経節を十分に麻痺させることは、上記の反射機能に対する点と他方、交感神経節の鏡検によつて認めることができた。腰部交感神経節切除術の効果として同側下肢に血管拡張、血流増加、温度上昇、乾燥等の現象が現れることは周知の事実である<sup>30-19)</sup>。鄭<sup>21)</sup>は人における実験において、これらの徴候と同時に触覚、痛覚、温覚、冷覚等の皮膚知覚が鋭敏になることを観察し報告した。TrayとCockett<sup>31)</sup>は臨床例に知覚鋭敏が招来され得る事を観察したが、彼等は交感神経切除後に併発する疼痛だけを主として観察し報告した。1, 2の実験結果により交感神経の興奮或は麻痺が局所の皮膚知覚を鈍麻或は鋭敏にさせる作用のあることが推定される。

3. 塩化アセチルコリン2γを注射した時は、約30秒後に比較的速かに効果が現われ、同側の屈曲反射が顕著に亢進した。石田<sup>32)</sup>は白鼠の大脳アセチルコリン含有量を測定した成績をみれば、平均全量4γ/g、遊離量1.4γ/gであり本実験の投与量2γは生理的に適当な用量でないかと思う。屈曲反射を低下或は消失させる10~30γ Ach量は非生理的な過量であり、中毒作用として知覚神経末端を却つて麻痺させたとと言える。Lorente de No<sup>33)</sup>によれば末梢神経に対しては等張塩化アセチルコリンは等張リンガー液に代用される程度に無効だと言う。本実験で使用した0.002% 0.1 mlの用量は極微量であり、局所の末梢神経繊維に対しては無作用であつて知覚神経末端、知覚受容器に直接作用すると見得べく又一面、血管拡張性副交感神経繊維を興奮させ、同時に血管を拡張させ、結局は局所の皮膚知覚を鋭敏にさせる。その為同側の屈曲反射を亢進させたと著者等は考える。Landgren<sup>15)</sup>は知覚神経末端と知覚受容器が運動神経と同じくアセチルコリンに反応し Wiersma, Furschpan<sup>14)</sup>等は筋知

覚受容器が Ach に鋭敏だと言う。Brown<sup>13)</sup>によれば Ach が末梢受容器の活動を加減すると言う。Skouby<sup>34)</sup>はアセチルコリンとヒスタミンを各々別途に投与する時は、何等の感覚を起さない用量を使用して、同時に両者を注射すれば、明かな痛覚を惹起する事をみて、アセチルコリンに対して痛覚を鋭敏にする作用の可能性を論じた。

4. 硫酸アトロピンを局所皮下腹腔内に注射した実験に於て、50γ投与時は、同側の屈曲反射が全例低下した。100γ投与時は一般的に、同側の屈曲反射が低下したが、低下しない例もあつた。然し低下しない例では必ず対照側の屈曲反射が注射前に較べて甚だ亢進した。これはアトロピンが脊髄機能を亢進させる中枢作用を現わした為だと説明し得ると思う。即ち、注射側はアトロピンの局所知覚鈍麻作用によつて求心性衝撃が減弱される為脊髄の反射中枢の機能亢進が(アトロピンの中枢作用による)相殺されて屈曲反射に別に変化を伴はないが如く現われるのではないかと推測される。足刺激部以外の背部皮下腹腔内に注射した対照実験においては、必ず両側の屈曲反射が同様に亢進するか、低下した。然らざる時は共に不明で、常に両側対称性の効果が現われた。足刺激部に注射した例においては、必ず両側非対称性に屈曲反射が変化するのを観察した。これらの結果からアトロピンに局所知覚鈍麻作用と脊髄中枢機能亢進作用があることを推定し得る。従来アトロピンの延髄とその上位脳、大脳に対する中枢作用は知られているが<sup>35)</sup>、脊髄機能に対する中枢作用に関しては、あまり報告されていない。アトロピンが微弱な局所麻酔作用を有し知覚神経末端を鈍麻させる作用のあることは認められている<sup>35)</sup>。3, 4の実験結果から副交感神経の興奮或は麻痺が局所の皮膚知覚を鋭敏又は鈍麻させる作用のあることを知り得る。

## V 結 論

112匹の脊髄蛙において、屈曲反射に及ぼす自律神経末梢作用剤並びに交感神経節焼灼の影響を観察して、次の如き結果を得た。

1) 塩化アドレナリンは局所皮膚知覚を鈍麻し、従つて同側の屈曲反射を低下させる作用を有する。

2) 交感神経節焼灼は、支配する同側の局所皮膚知覚を鋭敏にする。従つて同側の屈曲反射を亢進させる。

3) 塩化アセチルコリンは生理的に適当な、用量を投与すれば、当局所の皮膚知覚を鋭敏にし、従つて、同側の屈曲反射を亢進させる作用を有する。

4) 硫酸アトロピンは局所の皮膚知覚を鈍麻し、従つて、同側の屈曲反射を低下させる作用を有する。

5) 硫酸アトロピンは適当な量において脊髄機能を亢進させる中枢作用を有する。



## 文 献

- 1) **Fulton, J.F.** : Physiology of the Nervous System. 坂本・冲中・時実共訳：フルトン神経系の生理学 (第3版) 金芳堂, 東京 p.195-224 (1955)
- 2) 呉 健 : 自律神経系克誠堂, 東京 (1941)
- 3) **巴陵宣祐** : 交感神経研究の歴史とその最近の動向, 日本医事新報 No. 1697 49 (1956)
- 4) **de Ribet, R.M.** : Le system nerveux de la végétative. (1955) 3) より引用
- 5) **Rothschuh, K.E.** : Geschichte der Physiologie. (1953) 3) より引用
- 6) **Mücke, R.** : Über den Einfluss der Ischämie auf den Gildemeister-Effekt, untersucht an sensiblen Hautnerven des Menschen. Pflügers Archiv. f. ges. Physiol. 264 61-63 (1957)
- 7) **Köppen, H.** : Die Wirkung der Ischämie auf die Frequenz-Unterschiedsschwellen bei Reizung sensibler Nerven des Menschen mit nieder frequenten Wechselströmen. Pflügers Arch. f. ges. physiol., 264 64-68 (1957).
- 8) **Adrian, E.D.** : The mechanism of sense organ. (1930)  
The mechanism of nervous action. (1932)
- 9) **Matthews, B.H.C.** : The response of a single end organ. J. Physiol., 71 64 (1931)
- 10) **Hardy, J.D. et al.** : Response of the rat to thermal radiation. Amer. J. Physiol. 189 1 (1957)
- 11) **Weitz, J.** : Further study of the relation between skin temperature and cutaneous sensibility. J. Exper. Psychol., 30 426 (1942)
- 12) 中修三編 : 神経化学医学書院, 東京 P. 333-365. (1954)
- 13) **Brown, G.L. and Gray, J.A.B.** : J. Physiol., 107 306 (1948)
- 14) **Wiersma, C.A.G., Furshpan, E.J. and Florey, E.** : Physiological and Pharmacological observation on muscle receptor. Amer. J. Physiol., 187 461 (1956)
- 15) **Landgren, S., et al.** : Acta Physiol. Scand. 25 264 (1952)
- 16) **Gessler, U.** : Aktionspotentiale in affrenten Hautnerven nach osmotischer Reizung des verletzten Haut. Pflügers Archiv. f. ges. physiol., 264 484 (1957)
- 17) **Boman, K. et al.** : Die Entladung der Kal-treceptoren bei äusserer Einwirkung von Kohlensäures. Pflügers Arch. f. ges. physiol. 264 (1957)
- 18) 緒方維弘 : 寒冷と体温調節南条書店東京 P. 42 (1949)
- 19) **鄭 照爰** : Causalgia 保健および医学 第6号 p. 1-12 (1952)
- 20) **竹内 鈕** : Causalgia. 軍陣外科学 前編 p. 638-655 (1944)
- 21) **鄭 聖璋** : 腰薦部交感神経節切除術の皮膚知覚に及ぼす影響に関する臨床的視察, 航究医学 1 46 (1953)
- 22) **Holmstedt and Skogland** : Acta Physiol. Scand. 29 (supp. 106) 410-427 (1953)
- 23) **Bernhard and Skogland** : Acta Physiol. Scand. 29 (Supp. 106) 435-454 (1953)
- 24) **Wilson, V.J.** : Effect of intra-arterial injections of adrenalin on spinal extensor and flexor reflexes, Amer. J. Physiol., 186 491 (1956)
- 25) **Schweitzer, A. and Wright, S.** : J. Physiol., 88 476 (1937)
- 26) **Rothman, S.** : Physiology and Biochemistry of the Skin. The University of Chicago Press. P. 135. 138 (1955)
- 27) **Stokes, J. et al.** : Effects of hypoxia and hypercapnia on perception of thermal cutaneous pain. J. Clin. Invest. 27 299 (1948)
- 28) **Brack, W.** : Die Bedeutung des vegetativen Systems für die Entstehung des Juckens. Pothman. S., Physiology and Biochemistry of the skin, university of Chicago Press p. 135-138 (1955)
- 29) **Melton, F.M. et al.** : The effect of topical antipruritic therapy on experimentally induced pruritis in man. J. Invest. Dermat., 15 325 (1950)
- 30) **Ederstrom, H.E. et al.** : Quantitative changes in foot blood flow in the dog following sympatgectomy and motor denervation. Am. J. Physiol., 187 461 (1956)
- 31) **Tracy, G.D. and Cockett, F.B.** : Pain in the lower limb after sympathectomy. Lancet, 1 12 (1957)
- 32) **石田俊雄** : 天竺鼠の大腦アチールコリンの動的平衡に関する実験, 日本生理誌 19 272 (1957)
- 33) **Lorente de No, R.** : J. cell. comp. Physiol. 35 41 (1950)  
中修三編 : 神経化学 1954 p. 355 より引用.
- 34) **Skoudy, A.P.** : Sensitization of pain receptors by cholinergic substances. Acta physiol. Scand. 24 174 (1951)
- 35) **Goodman, L. and Gilman, A.** : The Pharmacological Basis of Therapeutics. 2nd Edition, MacMillan, New York p. 541 (1955)