

各種ショックにおける血液並びに組織呼吸に関する実験的研究

金沢大学大学院医学研究科第二外科学講座(主任 卜部美代志教授)

渡 辺 進 二

(昭和40年4月1日受付)

本論文の要旨は1958年9月, 第27回十全医学会にて発表した。

第1編 緊縛ショックにおける血液の形態学的観察及び腎組織呼吸

文化の進歩と共に, 外傷の数は逐年増加しその死亡率も依然として高い。外傷性ショック及び手術ショックは我々が臨床上よく遭遇する所であるが, ショック成因に関しては種々の意見があり, 未だ一定した見解に達しない点が多い。ショックは一般に一次性及二次性に大別され, 著者の実験の対象はすべて二次性ショックに限られ, 以下本編でショックと呼ぶものは二次性ショックを意味する。

ショック時における各種臓器の組織呼吸については今迄に沢山の業績が報告されており, 肝, 腎, 脳, 心, 等の各種臓器の組織呼吸について, Beecher (1943), Rassel (1944), Wilhelmi (1945), 渋沢ら幾多の文献が見られるが, なお一致した見解が得られない場合が多い。特に腎組織呼吸に関しては諸家の成績は区々である。Beecher はネコの実験的出血ショックに際しての腎組織呼吸率に変動が見られないという。Rassel はダイコクネズミ, ネコを用いて実験的にショックを起させ, その際の腎酸素消費率は不変であると報告している。しかし渋沢は実験的にラットの末期ショック群では腎の組織呼吸率に軽度の減少を認めることを証明している。

腎は水分電解質代謝産物の排泄の面から見るときは生体内部環境を支配する臓器として最も大切であり, 従つてショック発生進展過程に重要な役割を演じている。Shorr 一派, 中山らはショック初期における代償期には腎アノキシーが起り, 腎皮質により血管刺激物質 V. E. M. (Vasoexcitor Material) が遊離される。そのために末梢血管がアドレナリン過敏状態になり, 循環血流量の減少より重要臓器を保護すると説明している。Lauson (1944), 渋沢 (1950) はショック時には特に腎血流の減少が著しくなることより, その際腎はむしろ他の臓器の犠牲になると述べている。また

Jurta らは動物実験においてショック時に腎血流が近髄部糸球体に転向することを病理学的に証している。

以上の観点から著者は外傷性ショック時における腎組織呼吸, 腎血行動態, 血液ガス等について実験検討を試みた。

実験材料並びに実験方法

1. 実験動物

組織呼吸率, 血液性状の測定には 1.8~2.5 kg の成熟せる家兎を使用す。実験前24時間は水のみを与えて絶食状態とし, 実験条件をできるだけ一定に保持するように留意して実験に供した。

2. ショック惹起方法

家兎を仰臥位に固定台に固定し, 丈夫な紐で一側の大腿中央部を強く緊縛してその血行を阻止し, 頭部を金網で蔽うて, 喰い切られるのを防止した。その後固定台より解く。一定時間(15時間~20時間)放置したる後緊縛を解き, 時間を追うて諸種の検査を行なつた。

家兎は緊縛解除後動作緩慢となり, 元氣衰え, 食欲不振, 不安状態を呈する。その後多呼吸となり, 体温下降し, 床に倒れて反張し, 前肢に激しい痙攣が起る。末期に至つて目は突出し, 数回叫声を發し, 齒をむいたまま死亡する。

この際における血圧, 直腸温度, 白血球, 赤血球, 血色素, 全血比重, ヘマトクリット値, 動脈血中酸素ガス, 循環時間, 腎組織呼吸率, 腎血漿流量を測定した。

実験成績

1. 血圧の変動

測定方法

Experimental Studies on Blood and Tissue Metabolism in Various Shocks. Shinji Watanabe, Department of Surgery (II) (Director: Prof. M. Urabe), School of Medicine, Kanazawa University.

血圧の測定には水銀「マンメーター」を使用す。即ち家兎大腿上部内側で皮膚切開し、股動脈を露出させ、水銀「マンメーター」に連結して血圧を測定した。同一動物につき数回測定を繰返すことは困難にして、数次の操作のみでも動物の血圧に影響するため、大腿部緊縛前に1回測定し、その後緊縛を解除して一定時間後再度測定した。

緊縛解除後家兎は不安状態となり数時間ないし数十時間内に死亡するものが多い。第1表及び第1図に示す如く緊縛解除後1時間では緊縛前正常値と変わりなく105mmHgであるが、その後血圧は時間の経過と共に著明に下降する。緊縛解除後2時間で平均83mmHgに下降し、3時間では平均75mmHgにまで下降して所謂ショックレベルに達する。以下4時間では67mmHg、5時間では平均54mmHgに下降し、解除前に比較して約半分となつた。

2. 直腸温度の変動

直腸温度は家兎の直腸に温度計を挿入して測定した。

直腸温度は第1表、第1図に示す如く血圧の低下と共に漸次降下する。解除前の平均直腸温は38.7°Cであるが、解除後3時間即ち一般にショックレベルとされている、80~70mmHgに血圧が下降したときと直腸温度は平均37.0°Cとなる。解除後5時間に至つて直腸温の平均温度は36.1°Cとなる。即ち解除前と比較して平均2.6°Cの下降が認められる。

3. 白血球、赤血球、血色素、全血比重、ペマトクリット値、循環時間の変動

血球計算はThomas式計算盤を用い、血色素の測定はSahil氏法に、全血比重の測定は硫酸銅法に、ヘマトクリット値測定はWintrobe法に、循環時間の測定はロベリン法による。

イ) 白血球数

第2表、第2図に示す如く緊縛解除後1時間の白血球数は著明に増加しているが、その後次第に減少し、緊縛解除後5時間の白血球数は8700となつた。しかし解除前の8600よりなお高い値を示している。

ロ) 赤血球数

第2表、第2図に示す如く緊縛解除前の赤血球数は 505×10^4 であるが、解除後漸次増加し、解除後3時間には 542×10^4 となる。解除後5時間には 640×10^4 に達した。

ハ) 血色素

第2表における如く緊縛解除前の血色素は77%であるが、第2図の如く解除後漸次増加し、解除後5時間には88%となり、解除前に比べ11%の増加を示し

第1表 血圧、直腸温度の変動

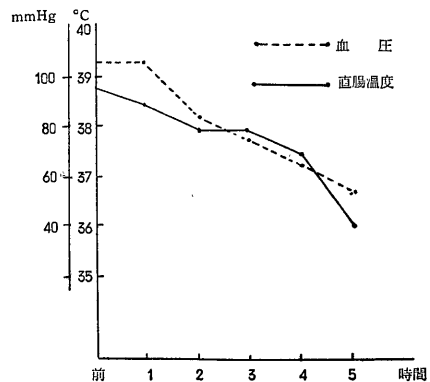
(A)

| | 番号 | 血 圧 mmHg | 直 腸 温 度 °C |
|---------|----|-------------|---------------|
| 解 除 前 | 1 | 110 | 38.9 |
| | 3 | 102 | 38.7 |
| | 5 | 103 | 38.6 |
| 後 一 時 間 | 2 | 105 | 38.4 |
| | 4 | 104 | 38.0 |
| | 7 | 106 | 38.7 |
| 後 二 時 間 | 1 | 88 | 38.0 |
| | 8 | 79 | 37.9 |
| | 9 | 82 | 37.9 |
| 後 三 時 間 | 3 | 80 | 38.3 |
| | 11 | 70 | 37.8 |
| | 15 | 76 | 37.7 |
| 後 四 時 間 | 5 | 71 | 38.3 |
| | 10 | 64 | 37.4 |
| | 14 | 65 | 36.8 |
| 後 五 時 間 | 17 | 58 | 36.7 |
| | 12 | 55 | 35.9 |
| | 13 | 50 | 35.8 |

(B) 平均 値

| | 解除前 | 後 1 時間 | 2 時間 | 3 時間 | 4 時間 | 5 時間 |
|-------------|------|--------|------|------|------|------|
| 血 圧 mmHg | 105 | 105 | 83 | 75 | 67 | 54 |
| 直腸温度 °C | 38.7 | 38.4 | 37.9 | 37.9 | 37.5 | 36.1 |

第 1 図



第2表 白血球, 赤血球, 血色素の変動

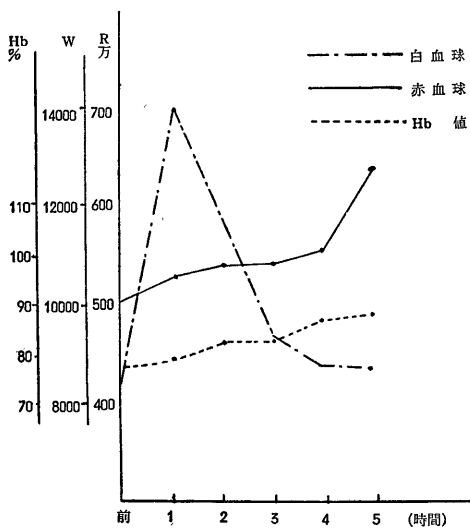
(A)

| | 番号 | 性・体重 | 白血球数 | 赤血球数 | 血色素% |
|------|----|---------|-------|-----------------------|------|
| 解除前 | 1 | ♀ 1.8kg | 8400 | 518 × 10 ⁴ | 77 |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 9200 | 509 × 10 ⁴ | 79 |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 8200 | 487 × 10 ⁴ | 76 |
| 後一時間 | 4 | ♂ 2.5kg | 14600 | 520 × 10 ⁴ | 79 |
| | 5 | ♂ 2.2kg | 14100 | 536 × 10 ⁴ | 80 |
| | 7 | ♂ 1.7kg | 13400 | 532 × 10 ⁴ | 78 |
| 後二時間 | 8 | ♀ 2.3kg | 11200 | 545 × 10 ⁴ | 79 |
| | 9 | ♂ 2.2kg | 11600 | 540 × 10 ⁴ | 86 |
| | 1 | ♀ 1.8kg | 12200 | 544 × 10 ⁴ | 84 |
| 後三時間 | 10 | ♂ 2.0kg | 9800 | 536 × 10 ⁴ | 80 |
| | 11 | ♂ 2.7kg | 9400 | 545 × 10 ⁴ | 84 |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 9000 | 544 × 10 ⁴ | 85 |
| 後四時間 | 12 | ♂ 1.9kg | 8800 | 568 × 10 ⁴ | 92 |
| | 13 | ♀ 1.8kg | 9000 | 555 × 10 ⁴ | 82 |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 8600 | 549 × 10 ⁴ | 86 |
| 後五時間 | 17 | ♀ 1.8kg | 8400 | 662 × 10 ⁴ | 88 |
| | 14 | ♂ 2.0kg | 8800 | 607 × 10 ⁴ | 86 |
| | 15 | ♀ 1.9kg | 8900 | 650 × 10 ⁴ | 89 |

(B) 平均値

| | 解除前 | 後1時間 | 後2時間 | 後3時間 | 後4時間 | 後5時間 |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 白血球数 | 8600 | 14000 | 11700 | 9400 | 8800 | 8700 |
| 赤血球数 | 505 × 10 ⁴ | 529 × 10 ⁴ | 543 × 10 ⁴ | 542 × 10 ⁴ | 557 × 10 ⁴ | 640 × 10 ⁴ |
| 血色素% | 77 | 79 | 83 | 83 | 87 | 88 |

第2図



た。

ニ) 全血比重

第3表における如く緊縛解除前の全血比重は1050であるが、第3図の如く解除後次第に増加し解除後3時間では1053となり、解除後4時間では1058と増加し、解除後5時間には1055となる。

ホ) ヘマトクリット値

第3表における如く緊縛解除前のヘマトクリット値は40%であるが、第3図に示す如く解除後漸次増大し、解除後3時間には45%となり、解除後5時間では53%と増大し、一般に血液濃縮傾向を呈する。

ヘ) 循環時間

第4表における如く緊縛前正常値は10.7秒であるが、第4図に示す如く緊縛解除後は遅延し、解除後5時間では41.2秒となり、緊縛前に較べ約4倍となる。即ち循環時間の著しい遅延が認められる。

第3表 全血比重、ヘマトクリット値の変動

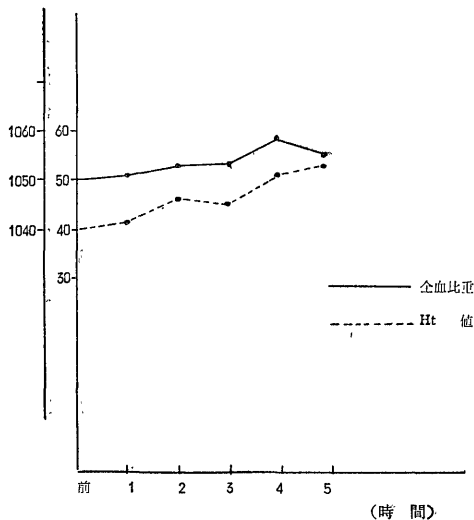
(A)

| | 番号 | 性・体重 | 全血比重 | ヘマトクリット値 % |
|-------|----|---------|------|------------|
| 緊縛前 | 1 | ♀ 1.8kg | 1050 | 38 |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 1050 | 40 |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 1049 | 42 |
| 解除時後間 | 4 | ♂ 2.5kg | 1050 | 42 |
| | 5 | ♂ 2.2kg | 1052 | 41 |
| | 7 | ♂ 1.7kg | 1051 | 41 |
| 後一時間 | 8 | ♀ 2.3kg | 1052 | 46 |
| | 9 | ♂ 2.2kg | 1054 | 47 |
| | 1 | ♀ 1.8kg | 1054 | 46 |
| 後三時間 | 10 | ♂ 2.0kg | 1050 | 44 |
| | 11 | ♂ 2.7kg | 1057 | 50 |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 1053 | 41 |
| 後四時間 | 12 | ♂ 1.9kg | 1056 | 48 |
| | 13 | ♀ 1.8kg | 1059 | 51 |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 1058 | 54 |
| 後五時間 | 14 | ♂ 2.0kg | 1055 | 55 |
| | 15 | ♀ 1.9kg | 1056 | 52 |
| | 17 | ♀ 1.8kg | 1054 | 54 |

(B)

| | 緊縛前 | 解除後1時間 | 2時間 | 3時間 | 4時間 | 5時間 |
|------------|------|--------|------|------|------|------|
| 全血比重 | 1050 | 1051 | 1053 | 1053 | 1058 | 1055 |
| ヘマトクリット値 % | 40 | 41 | 46 | 45 | 51 | 53 |

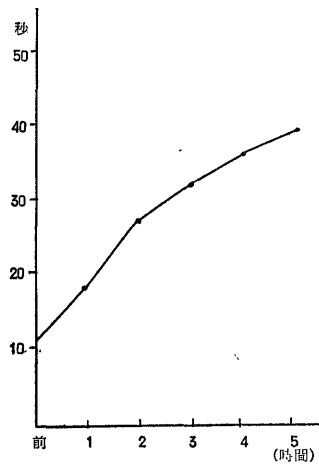
第3図



第4表 循環時間の変動

| | 番号 | 性・体重 | 循環時間秒 | 平均 |
|-------|----|---------|-------|-------|
| 緊縛前 | 1 | ♀ 1.8kg | 9.8 | 10.7秒 |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 9.6 | |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 12.6 | |
| | 4 | ♂ 2.5kg | 10.8 | |
| 解除時後間 | 4 | ♂ 2.5kg | 14.5 | 18.4秒 |
| | 5 | ♂ 2.2kg | 23.6 | |
| | 7 | ♂ 1.7kg | 17.1 | |
| 二時間 | 8 | ♀ 2.3kg | 27.6 | 28.1秒 |
| | 9 | ♂ 2.2kg | 31.9 | |
| | 1 | ♀ 1.8kg | 24.8 | |
| 三時間 | 10 | ♂ 2.0kg | 37.6 | 32.4秒 |
| | 11 | ♂ 2.7kg | 25.6 | |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 34.0 | |
| 四時間 | 12 | ♂ 1.9kg | 44.1 | 38.4秒 |
| | 13 | ♀ 1.8kg | 35.5 | |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 35.7 | |
| 五時間 | 14 | ♂ 2.0kg | 42.2 | 41.2秒 |
| | 15 | ♀ 1.9kg | 38.0 | |
| | 17 | ♀ 1.8kg | 43.5 | |

第4図



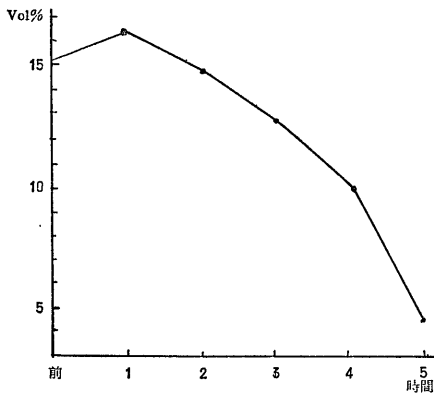
4. 血液ガスの変動

家兔の股動脈より採血し、測定には Van-Slyke 法を用いた。第5表、第5図の如く、緊縛解除前正常値 $15.15 \pm 0.15 \text{Vol}\%$ であつたが、緊縛解除後1時間では $16.4 \pm 0.2 \text{Vol}\%$ となり、緊縛解除前に比し高い値を示す。その後漸次低下し緊縛解除後2時間には $14.85 \pm 0.74 \text{Vol}\%$ となり、ショック末期の解除後5時間には $4.45 \pm 1.05 \text{Vol}\%$ に減少する。

第5表 動脈血中酸素ガスの変動

| | 番号 | 性・体重 | 血中O ₂ ガス | 平均 |
|-------|----|---------|---------------------|---------------------|
| 緊縛前 | 1 | ♀ 1.8kg | 15.0 Vol% | 15.15±0.15 Vol % |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 15.3 " | |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 15.1 " | |
| 解除時後間 | 4 | ♂ 2.5kg | 16.6 " | 16.4 ±0.2 Vol % |
| | 5 | ♂ 2.2kg | 16.2 " | |
| | 7 | ♂ 1.7kg | 16.5 " | |
| 二時間 | 8 | ♀ 2.3kg | 13.8 " | 14.85±0.74 " |
| | 9 | ♂ 2.2kg | 15.9 " | |
| | 1 | ♀ 1.8kg | 14.2 " | |
| 三時間 | 10 | ♂ 2.0kg | 12.7 " | 12.7 ±0.03 " |
| | 11 | ♂ 2.7kg | 12.7 " | |
| | 2 | ♂ 1.9kg | 12.6 " | |
| 四時間 | 12 | ♂ 1.9kg | 12.1 " | 10.2 ±0.65 " |
| | 13 | ♀ 1.8kg | 11.2 " | |
| | 3 | ♂ 2.1kg | 7.4 " | |
| 五時間 | 14 | ♂ 2.0kg | 5.5 " | 4.45±1.05 " |
| | 15 | ♀ 1.9kg | 3.4 " | |
| | 17 | ♀ 1.8kg | 4.5 " | |

第5図



5. 腎血流量の変動

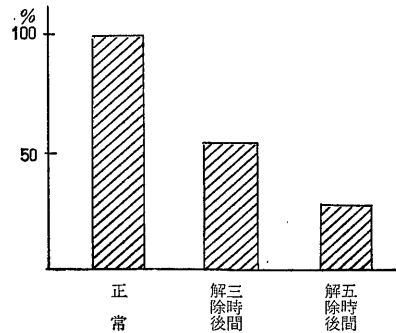
実験方法 上田氏によるパラアミノ馬尿酸クリアランス法によつて腎血流量を測定す。20%パラアミノ馬尿酸2.0ccを耳静脈より約5分を要して静注し、静注後15分~20分を経てから、即ち薬剤が体液中に平衡に達したのち尿採取を開始す。採尿時間は30分とし、採尿の中間時に採血して、各サンプルのパラアミノ馬尿酸濃度を Blatton-Marshall の法によつて測定す。また予めネラトン氏カテーテルを膀胱内に挿入しておき、微温 Ringer 氏液 20cc を以つてよく膀胱内を洗滌した後試験尿を採取す。なおパラアミノ馬尿酸の定量には津田試薬を用い、光電比色計により比色測定した。

第6表における如く正常時における家兎の腎血流量は最高 27.1cc/min, 最低 21.4cc/min, 平均 24.8cc/min である。緊縛解除後3時間の腎血流量は平均 13.1cc/min となり、正常時に比し47.2%の減少を示している。解除後5時間における腎血流量は7.8cc/min~5.1cc/min, 平均 6.5cc/min となり、正常時に較べ73.9%の著明な減少を示している。即ち腎血流量は時間の経過と共に減少している。

6. 腎組織呼吸率の変動

1) 実験方法 Xylocaine による局所麻酔のもとに腹膜外に切除した家兎腎より厚さ 0.2~0.4 mm に

第6図



第6表 腎血流量の変動

| 番 号 / 体 重 性 | 緊 縛 前 | | | 解 除 後 3 時 間 | | | 解 除 後 5 時 間 | | |
|----------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 18 ♀ 1.8kg | 19 ♂ 2.1kg | 20 ♂ 2.0kg | 21 ♂ 2.1kg | 22 ♂ 2.1kg | 23 ♂ 2.0kg | 24 ♀ 2.0kg | 26 ♂ 1.9kg |
| RBF cc/min | 21.4 | 25.8 | 27.1 | 14.3 | 15.8 | 10.1 | 6.7 | 5.1 | 7.8 |
| 平均 | 24.8 cc/min | | | 13.1 cc/min | | | 6.5 cc/min | | |
| 増減率 % | | | | - 47.2% | | | - 73.9% | | |

調製した切片を使用し、Warburg 氏の検圧法による。ブドウ糖を 200mg/dl の割合にリンゲル氏液に溶解したものを浮遊液とす。実験条件は恒温槽温度を 37.5°C、振盪回数を 1 分間 100~200 回、副室に 20% KOH 0.3cc を使用する。O. Warburg により計算し、それぞれ Q_{O_2} 、 $Q_M^{O_2}$ 及び $Q_M^{N_2}$ を以つて 1 時間値をあらわすことにし、測定法は Warburg の新法第 1 法によつて Q_{O_2} 、 $Q_M^{O_2}$ 及び $Q_M^{N_2}$ の 3 者を同時に測定す。

2) 実験成績 第 7 表及び第 7 図に示す如く腎組織呼吸の緊縛前正常値は平均 -13.2 ± 0.3 である。緊縛解除後 1 時間値は平均 -16.6 ± 0.7 で平均 25.7% の上昇を認める。しかし緊縛解除後 2 時間値はやや減少し -13.7 ± 1.5 となり、緊縛解除後 3 時間値は平均 -11.9 ± 3.9 となり正常値よりも低下している。ショックレベルに達する時期即ち緊縛解除後 4 時間の酸素

消費量は 4 例中 3 例が解除前の正常値より低くなつてゐる。解除後 5 時間値は 3 例共いづれも解除前正常値より低下し、平均 -8.1 ± 0.8 となりその減少率は 41.3 % となつてゐる。

また $Q_M^{N_2}$ も大体 Q_{O_2} の如く解除後 4 時間のショックレベルの時期には平均 20% の減少が見られる。

即ち実験的ショックに際して、腎組織呼吸率の著明な低下が認められる。またショック時における動物血中の酸素ガスの変動は第 5 表の実験値の如くショック症状の進行と共に減少している。前記第 5 節のショック時における腎血流量に関する実験成績及び第 4 節のショック時における血中 O_2 の変動並びに本実験の腎組織呼吸に関する実験成績を綜合するに第 8 図に示す如く、ショックの進行に伴い、いづれも低下し互に平行関係にある。

第 7 表 腎組織呼吸率の変動

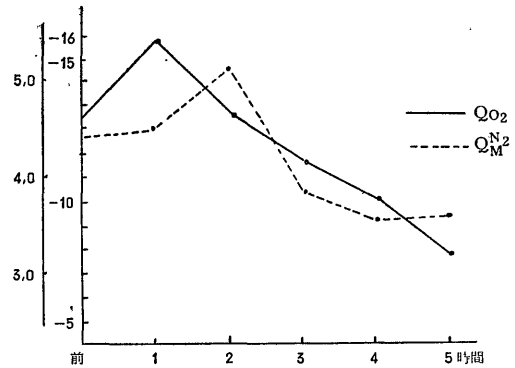
(A)

| | 番号 | 性・体重 | Q_{O_2} | $Q_M^{O_2}$ | $Q_M^{N_2}$ |
|-----------|----|---------|-----------|-------------|-------------|
| 緊縛前 | 28 | ♂ 2.4kg | -12.7 | 0 | 4.7 |
| | 29 | ♂ 2.0kg | -13.4 | 0 | 4.1 |
| | 30 | ♀ 2.0kg | -13.5 | 0 | 4.4 |
| 解除時 後間 | 31 | ♀ 1.8kg | -17.2 | 0 | 4.7 |
| | 32 | ♀ 2.1kg | -15.7 | 0 | 4.3 |
| | 33 | ♂ 2.3kg | -16.8 | 0 | 4.5 |
| 二時間 | 34 | ♂ 2.5kg | -13.0 | 0 | 5.9 |
| | 35 | ♀ 2.1kg | -13.3 | 0 | 4.7 |
| | 36 | ♂ 2.2kg | -14.8 | 0 | 4.7 |
| 三時間 | 37 | ♂ 2.2kg | -13.0 | 0 | 4.0 |
| | 38 | ♀ 2.5kg | -12.7 | 0 | 4.1 |
| | 39 | ♂ 2.1kg | -10.0 | 0 | 4.2 |
| 四時間 | 40 | ♂ 2.3kg | -12.9 | 0 | 3.9 |
| | 41 | ♀ 1.9kg | -10.8 | 0 | 3.7 |
| | 42 | ♂ 2.0kg | -9.2 | 0 | 3.6 |
| 五時間 | 43 | ♂ 2.2kg | -8.4 | 0 | 3.2 |
| | 44 | ♀ 2.2kg | -8.4 | 0 | 3.8 |
| | 45 | ♂ 2.0kg | -8.3 | 0 | 3.3 |
| | 46 | ♂ 1.9kg | -7.7 | 0 | 4.0 |

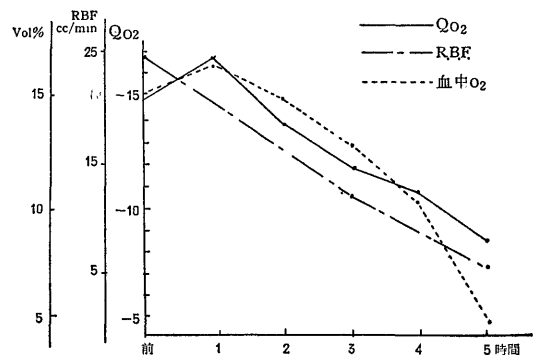
(B) 平均値

| | 緊縛前 | 解除後 1時間 | 2時間 | 3時間 | 4時間 | 5時間 |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Q_{O_2} | -13.2 ± 0.3 | -16.6 ± 0.7 | -13.7 ± 1.5 | -11.9 ± 3.9 | -10.4 ± 0.9 | -8.1 ± 0.8 |
| $Q_M^{O_2}$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $Q_M^{N_2}$ | 4.4 ± 0.3 | 4.5 ± 0.2 | 5.1 ± 0.6 | 3.8 ± 0.2 | 3.6 ± 0.3 | 3.7 ± 0.3 |

第 7 図



第 8 図



考 察

ショック時における血圧変動については今迄幾多研究業績が報告されている。Hein は血圧が 100mmHg ~90mmHg 以下に低下するときは循環障害が起るといい、Cannon は動物実験において最大血圧 80mmHg をショックレベルとしている。Lavis (1949) はまた臨床統計で 80mmHg 以下の血圧が16時間から36時間続く場合は死亡していると報じている。その原因に関しては Cannon, Bayliss らは、崩壊した組織よりの毒素を血圧降下の重要因子なりとして掲げている。Wiggers は心臓機能の不全によると説き、また Selye は副腎機能不全によるといつている。Moon, Laborit, Shorr 一派らのショックに際して静脈系統に血液が鬱滞し、そのため心における血液充盈が不十分となる結果動脈内に送出される血量が不足し、血圧が下降するという説が一般に信じられている。

本実験でも第1表、第1図の如く家兎大腿部緊縛前の正常血圧は平均 105mmHg であるが、緊縛解除後は漸次下降し、解除後3時間においては平均血圧 75mmHg ~80mmHg 以下となり、所謂ショックレベルに達している。以後時間の経過に従つて漸次下降し、緊縛解除後5時間には平均 54mmHg を示している。即ち実験的緊縛ショックにより血圧は正常値に較べ著明な下降が認められる。

ショック時における体温下降については Kinnaman (1923) が、最初に指摘しているが、次いで Cannon (1923) その他によりショックの重要な症候の一つと見なされている。Cannon (1929), Selye (1936) は所謂 Stress 説により次の如く説明している。即ちショックに際しては全般的な細小血管の緊張収縮が起るために循環血液量が減少し、従つて体表の血流が甚だしく減退する。一方熱エネルギー生産が漸次低下して行くために体温の下降が起るといふ。

第3章第2節における実験の如く緊縛前の正常家兎直腸温は平均 38.7°C である。緊縛解除後3時間で直腸温は平均 37.9°C となり、緊縛解除後5時間においては 36.1°C に低下している。即ち Cannon の報告と同様に家兎による本実験において、緊縛ショックにより家兎血圧及び体温が時間の経過と共に下降するのが認められた。

白血球数の変動に関しては第3章第3節の実験における如く緊縛後一時著明に増加し、正常値より多くなるが、その後次第に減少し、解降後5時間、即ちショック末期に至ればほぼ正常値となる。この実験的緊縛ショックに際しての白血球増加に関しては上杉氏は一

に吸収せられる毒素の量に関して左右せられるものであるといつている。即ち緊縛による壊死組織より発生せる毒素は緊縛の解除に先き立つて少し宛血行中に入り、その反応としてかかる白血球の増加が起ると説明している。

第3章第3節の実験において緊縛前の正常動物のヘマトクリット値は平均40%であるが、緊縛解除後3時間においては45%となり、解除後5時間には更に上昇して53%となつている。即ちショック症状の進行につれて、血液濃縮の傾向が認められる。これに関して Eppinger, Moon, Fine らは次のように説明している。即ちショックに際しては血流緩徐となり、特に血流の鬱滞せる部位においては血管が拡張し、且つ血管壁の透過性が増すために血液水分が血管より外に滲透してゆく、即ち血液の水分の損失が起るために全血比重、赤血球、ヘマトクリット値等は大となり血液が濃厚化されると説明している。

次にショック時における腎切片の組織呼吸については前述の如く一定した実験成績が報告されていない。即ち Beecher (1943) はネコにおいては実験的ショックを起した場合の腎切片の組織呼吸は正常腎の場合と変りがないといつている。また Russel 一派 (1944) はダイコクネズミ、及びネコを用いて実験的ショックを起した場合の腎切片の酸素消費量には異常が認められないが、ラッテを用いて実験的出血ショックを起した場合の腎組織呼吸率の低下は僅かであるが認められると報告している。本実験は緊縛ショックの場合であるが第7表、第7図における如くショック時には Russel の報告と同じく腎組織呼吸の著明な低下が認められる。Blalock は動物実験において、ヒスタミン及び外傷ショックの際に腎静脈血の酸素飽和度を測定し、他の部位の静脈血の酸素飽和度に較べ著しい減少が見られない点より腎はショック時においては酸素をとらなくなるものと考えられるといつている。またショック時における腎組織呼吸及び血圧並びに腎血流量に関する本実験成績を見るに第8図における如くショック症状の進行につれて血圧が下降すると共に腎血流量が減少し、動脈血中酸素飽和度もまた著明に減少しているのが認められる。即ちショック末期の緊縛解除後5時間における R. B. F. は緊縛前正常値に比し 73.9%の減少を示し、腎 Q_{O_2} もまた 41.3%減少している。ショック時における腎血流量の低下、腎組織呼吸率の減少、或いは血中酸素飽和度の減少に関しては諸説多く、Raska はかかる腎組織呼吸の低下はショックに際して血圧が下降すると、糸球体の血流供給が悪くなり、血圧調節装置からレニン様物質が遊離し、

このレニン様物質は血管収縮、血圧の昇圧作用があるのみでなく、腎酸素消費を抑制する作用があるといっている。即ちショックに際しレニン様物質により腎血管収縮が起るために腎血流量 (R. B. F.) が減少し、酸素の欠乏を惹起する結果細尿管の呼吸をさまたげるという。なお Trueta (1947) はショックにおける腎機能低下は腎皮質の血管の収縮による機能的貧血に由来すると述べている。またその血管収縮機序についても異論多く、ショック早期の腎アノキシーによりレニン、持続昇圧物質が生ずるためとする Shipley の説、また Shorr 一派による V. E. M. (血管収縮物質) が血中に、遊離するとする説、その外ペプチド性、アミン性、等いろいろの昇圧物質が報告されている。また渋沢はショック侵襲に対する循環系に現われる生体防衛反応としての血管収縮、昇圧機構には神経性、体液性の要因が関与し、これに腎は特に重要な役割を演ずるといつている。

Corcoran (1943) は本実験におけると同様緊縛ショックに際し R. B. F. の低下を認め、なお Wiggers 一派及び Van-Slyke 一派もまた同様に実験的出血ショックに際して R. B. F. が極端に減少するという。本実験においても R. B. F. は第 6 表の如く緊縛前 24.8 cc/min であるが、緊縛解除後 5 時間には 6.5 cc/min となり、緊縛前正常値に較べ 73.9% の減少を認める。本実験におけるショック時の血圧下降と R. B. F. の減少との関係を見るに第 8 図における如く緊縛解除後 3 時間における平均血圧 75mmHg の時期には R. B. F. は 13.1 cc/min となり、正常値に比較して 47.2% の減少率を示している。血圧下降と腎血流量の減少に関しては Van-Slyke も同様な意見を述べている。即ち Van-Slyke は動物実験において急激な出血により血圧を 80mmHg に下降させた場合 R. B. F. が零になることより、斯かるショック時においては腎に対する酸素供給の道は全く閉ざされたことになるといふ。

結 論

家兎に緊縛ショックを起させ血圧、直腸温度及び血液の形態学的観察並びに腎組織呼吸率について検討し次の結果を得た。

1) 緊縛解除後家兎血圧及び直腸温度は次第に下降し、解除後 4 時間における血圧は平均 75mmHg となり、ショック状態となる。以後ショック症状の進行と共に血圧及び直腸温度は下降し、解除後 5 時間には平均 54mmHg 血圧となり、直腸温度は平均 36.1°C となる。

2) 血色素、赤血球数、全血比重、ヘマトクリット

値はいずれも時間の経過につれて上昇する。白血球数は緊縛解除後一時増加するも、その後漸次減少し、緊縛解除後 5 時間では緊縛前の値に近い値となる。血液循環時間は時間の経過と共に遅延し、緊縛解除後 5 時間における血液循環時間は緊縛前正常値の約 4 倍となる。

3) 緊縛解除後 1 時間の動脈血中酸素ガスは平均 16.4 ± 0.2 となり、緊縛前正常値より 1.25 Vol% 多く、その後ショックの進行に従つて減少し、緊縛解除後 3 時間において正常値以下となり、以後漸次減少す。

腎血流量は緊縛解除後正常値よりも増加することなく時間の経過と共に減少し、解除後 5 時間における腎血流量は正常値の約 1/4 となる。

4) 腎組織呼吸率は緊縛解除後一過性に増加するも、緊縛解除後 5 時間では平均 -8.1 ± 0.8 となり、正常値に比較し 41.3% 減少す。無酸素中解糖作用も Q_{O_2} と同様に減少する。

即ち、腎組織呼吸率の変動と、結論 3) における血中酸素ガスの変動とは互に平行関係にある。

文 献

- 1) Beecher, H. K., Simeone, F. A., Burnett, C. H., Shapiro, S. L., Sullivan, E. R. & Mallory, T. B. : Surgery 22, 672 (1947).
- 2) Russel, J. A., Long, C. N. H. & Engel, F. L. : Am. J. Physiol. 46, 533 (1918).
- 3) Wilhelmi, A. E. : Ann. Rev. physiol. 10, 259 (1948).
- 4) 渋沢喜守雄 : 日本外科全書, 5, 224, 南江堂 (1954).
- 5) Shorr, E. : Am. J. physiol. 150, 23 (1947).
- 6) 渋沢喜守雄 : 日外会誌, 50, 224 (1949).
- 7) 上杉直吉 : 社会医学雑誌, 502, 1151 (1928).
- 8) Cannon, W. B. : Arch. Surg. 4, 1 (1922).
- 9) Cannon, W. B. : Ann. Surg. 100, 704 (1934).
- 10) 宮尾直哉 : 日外会誌, 53, 329 (1952).
- 11) Kinnaman, G. C. : Ann. Surg. 38, 843 (1903).
- 12) Cannon, W. B. : Physiol. Rev. 9, 399 (1929).
- 13) 来須正男 : 日外会誌, 50, 171 (1949).
- 14) Lauson, H. D. : J. Clin. Invest. 23, 381 (1944).
- 15) Crabtree, H. B. : Bioch. J. 23, 536 (1929).

16) 上田泰・宮原正：呼吸と微環，3 32(1955).
 17) Blatton, E. A., Marshall, C. K. : J. Bio. Chem. 128, 537 (1939).
 18) Russel, T. A. : J. Exp. Med. 79, 1 (1944).
 19) Raska, S. B. : J. Exp. Med. 82, 227 (1945).
 20) Shipley, R. E., Helmer, O. M. & Kohlstaedt, K. G. : Am. J. Physiol. 149, 708

(1947).
 21) Corcoran, A. C. : Ann. Surg. 118, 871 (1943).
 22) Van Slyke, D. D. : Am. J. Physiol. 145 314 (1946).
 23) 中山 働：日外会誌，54, 899 (1954).
 24) 上野正吉：綜合医学，5, 986 (1948).
 25) 福田 保：治療，32, 852 (1950).

第2編 各種ショック時における各種電解質の変動並びに Cortisone の電解質代謝に及ぼす影響

近年外科手術の進歩発達につれて手術領域がいよいよ拡大され、今迄手術対象とされなかつた器官、臓器を始め殆んどすべての臓器が手術対象となるに至つた。従つて生体に対する外科侵襲もいよいよ大きくなり、生体反応に関する基礎的な問題が色々取り挙げられて来ている。かかる見地から外傷に際し、或いはまた外科手術侵襲に際し生体反応の基礎的な問題の一つとして、水分、電解質代謝が臨床的にも重視されている。

ショック時における水分電解質の代謝異常についてはすでに Davis (1949), Selye (1941), Ashworth (1942) 外多くの研究業績が報告されているが、その変動に関しては、一致しない点が多い。ショック侵襲に対しては近年内分泌の因子もまた重要な因子の一つとして重要視されている。Selye は下垂体-副腎皮質系の活動を中心とする外科侵襲に対する生体反応機構を所謂 Stress の面より説明している。Swingel はまた動物実験において両側副腎を剔除する場合外部刺激に対する感受性が非常に高まり、時にはそれのみでもショック症状が起ると報告している。且つまたこの際症状が臨床上のショックの場合に較べ幾多の類似点を有することを挙げている。前編においては外科的ショックの一つとして実験的緊縛ショックを起し、その際血中酸素ガス、腎血流量及び腎組織呼吸が如何に変動するかを 実験検討した。本編においては緊縛、手術、出血等による実験的ショックの場合に血液並びに水分、電解質が如何に変動するか、且つその際に副腎皮質ホルモンとして Cortisone を投与することにより電解質代謝の変動が如何に影響されるかを観察した。

実験動物並びに実験方法

1. 緊縛ショック

実験動物として体重 2.0 kg 前後の成熟家兎を雌雄の別なく使用する。ショック惹起方法は第1編におけると同様大腿部緊縛による。

2. 手術ショック

実験動物として 10kg 前後の成犬を用い、実験条件を一定にするため開腹前24時間絶食状態におく。ショックを起す手術方法として小腸切除術を施行す。即ち小腸を約 50 cm 切除し、端々吻合を行なう。その際の麻酔は 10% Pentobarbital の筋肉内注射による。なお手術に要した時間は40分~60分である。

3. 出血ショック

実験動物として体重 8.0~14.0 kg の健康な成熟した雑犬を使用し、実験当日は絶食させた。麻酔方法は Pentobarbital 30~50 mg/kg の腎筋肉内注射による。

出血ショック惹起方法

a) 一定の脱血量により低血圧を起した場合(出血量一定性)

最初 20cc/kg の血液を右股動脈より急速に脱血し、60分後に再び 20 cc/kg の脱血を行なう。

b) 出血により血圧を一定度に降下した場合(血圧一定性)

Wigger の方法 (Western, Reaerve Methode の変法) による。Wigger は急速脱血により動脈圧を 50mmHg 迄下降させて、95分維持しその後再び脱血により血圧を 30mmHg に迄下降させ、45分維持しているが、本実験においては図9に示すような装置により、最初急速脱血により犬の股動脈圧を 50mmHg 迄下降して60分維持し、次いで再び脱血により血圧を 30mmHg に低下させ60分維持し、末期ショック症状

として観察測定す。

Cortisone は緊縛、手術、出血などの操作前2日間、毎日1回投与し、更に操作直前1回投与した。家兎の場合は毎回 10 mg/korp, 計 30mg. 犬の場合は操作前1日 25mg/korp 宛2日間、操作直前 50mg/korp, 計 100mg 投与した。

4. 測定方法

血圧、切開により股動脈を露出し、水銀「マンメーター」を連結して測定す。Ht 値、Wintrobe 氏法による。血漿 PH, ガラス電極による。

電解質

Cl Silver-Iodate 法

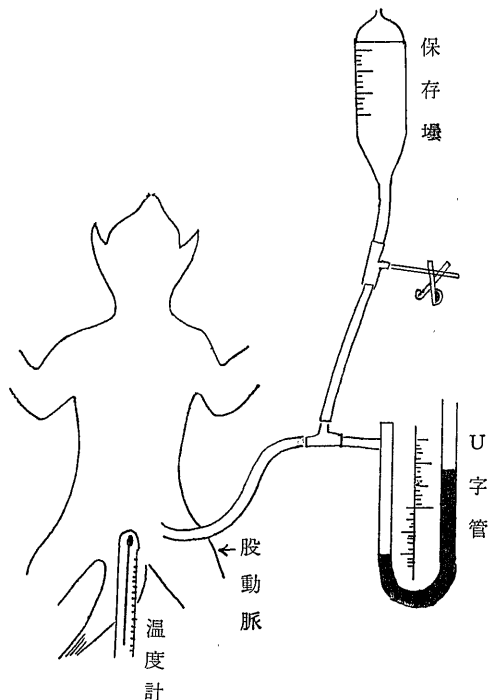
Na } Fleme Photometry

K } (Beckmann Flame Photo.)

P Aminonaphthol Sulfonic Acid 法

Ca 柳沢氏法

第 9 図



実験成績

(I)

ショック時における血圧、ヘマトクリット値、血液酸性度などの変動については Cannon, Roote 等多くの業績が報告されてよりショック症状判定の基準とされている。しかしショックに際して Cortisone を

投与した場合の変動に関する研究は殆んど報告されていない。

1. 血圧の変動

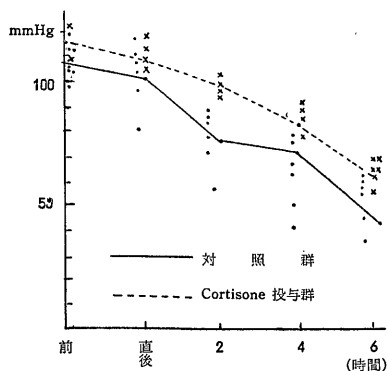
1) 緊縛ショックの場合

第8表に示す如く対照群6例の緊縛前正常血圧の平均値は 108 mmHg (96 mmHg~118 mmHg) であるが、緊縛解除後漸次下降し、解除後4時間の血圧は平均 71 mmHg に降下し、ショック症状となる。解除後6時間には血圧平均値は 45 mmHg となる。Cortisone 投与群3例の血圧は第9表に示す如く緊縛前平均血圧はやや高く、115 mmHg (110 mmHg~121 mmHg) であるが、解除後4時間には平均血圧 82 mmHg で3例中1例のみショックレベルに達し 72 mmHg となる。解除後6時間の血圧は平均 60 mmHg となる。対照群と Cortisone 投与群の血圧を比較するに第10表、第10図における如く緊縛前には対照群の正常血圧は平均 108 mmHg, Cortisone 投与群は平均 115 mmHg で平均 7 mmHg 対照群より高い。解除後4時間には、対照群の平均血圧は 71 mmHg, Cortisone 投与群の平均血圧は 82 mmHg で対照群より平均 11 mmHg 高い。またショック惹起時即ち解除後6時間には、対照群の血圧は平均 45 mmHg で、Cortisone 投与群の血圧は平均 60 mmHg で 15 mmHg 高い値を示している。

2) 手術ショックの場合

第11表に示す如く対照群の血圧は手術前において平均 113 mmHg (106~124) であるが、第12表における如く手術前には Cortisone 投与群はやや高く平均 124 mmHg (122~126) で対照群より平均 11 mmHg 高い。ショック時即ち術後9時間には第13表、第11図における如く血圧は対照群で平均 59 mmHg (56~62)。Cortisone 投与群で平均 67 mmHg (66~68) であり、ショック群においては Cortisone 投与群の方が平均

第 10 図



第8表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | 血 圧 mmHg | | | | |
|-----|---------|----------|------|-------|-------|-------|
| | | 緊 縛 前 | 解除直後 | 2 時 間 | 4 時 間 | 6 時 間 |
| 50 | ♂ 2.0kg | 112 | 78 | 52 | 46 | 45 |
| 51 | ♂ 2.6kg | 105 | 112 | 78 | 66 | 54 |
| 52 | ♂ 1.8kg | 96 | 96 | 84 | 76 | 62 |
| 53 | ♀ 2.0kg | 112 | 111 | 72 | 60 | 52 |
| 54 | ♂ 2.2kg | 106 | 105 | 82 | 38 | 32 |
| 55 | ♀ 2.5kg | 118 | 118 | 88 | 78 | 60 |
| 平 均 | | 108 | 103 | 76 | 71 | 45 |

第9表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | 血 圧 mmHg | | | | |
|-----|---------|----------|------|-------|-------|-------|
| | | 緊 縛 前 | 解除直後 | 2 時 間 | 4 時 間 | 6 時 間 |
| 56 | ♂ 2.0kg | 114 | 112 | 100 | 88 | 65 |
| 57 | ♂ 2.2kg | 121 | 118 | 99 | 86 | 65 |
| 58 | ♀ 1.9kg | 110 | 105 | 95 | 72 | 50 |
| 平 均 | | 115 | 110 | 98 | 82 | 60 |

第10表 平 均 値

| Cortisone | 血 圧 mmHg | | | | |
|-----------|----------|------|-------|-------|-------|
| | 緊 縛 前 | 解除直後 | 2 時 間 | 4 時 間 | 6 時 間 |
| 無 投 与 | 108 | 103 | 76 | 71 | 45 |
| 投 与 | 115 | 110 | 98 | 82 | 60 |

第11表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | 血 圧 mmHg | | | | |
|-----|----------|----------|------|-------|-------|-------|
| | | 手 術 前 | 手術直後 | 3 時 間 | 6 時 間 | 9 時 間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 124 | 132 | 120 | 98 | 62 |
| 60 | ♀ 8.2kg | 108 | 102 | 103 | 92 | 58 |
| 61 | ♀ 9.5kg | 106 | 82 | 82 | 78 | 56 |
| 平 均 | | 113 | 105 | 102 | 89 | 59 |

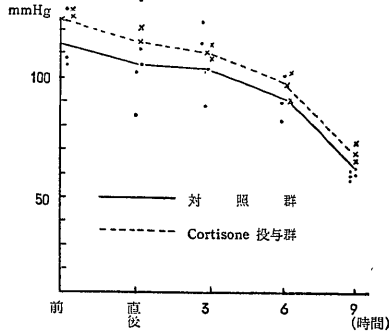
第12表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | 血 圧 mmHg | | | | |
|-----|---------|----------|------|-------|-------|-------|
| | | 手 術 前 | 手術直後 | 3 時 間 | 6 時 間 | 9 時 間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 122 | 113 | 110 | 94 | 68 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 126 | 118 | 112 | 100 | 66 |
| 平 均 | | 124 | 116 | 111 | 97 | 67 |

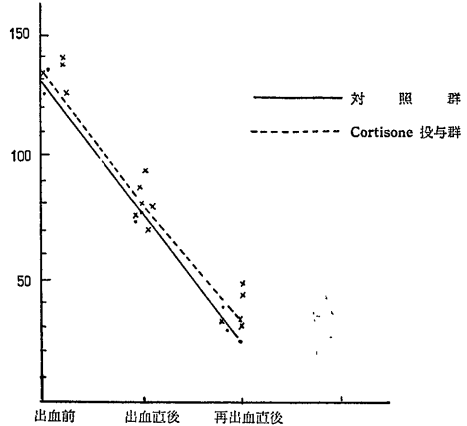
第13表 平均 値

| Cortisone | 血 圧 mmHg | | | | |
|-----------|----------|---------|-------|-------|-------|
| | 手 術 前 | 手 術 直 後 | 3 時 間 | 6 時 間 | 9 時 間 |
| 無 投 与 | 113 | 105 | 102 | 89 | 59 |
| 投 与 | 124 | 116 | 111 | 97 | 67 |

第 11 図



第 12 図



8 mmHg 高い。

3) 出血ショックの場合

a. 出血量一定性の場合

第14表に示す如く脱血前の血圧は対照群は平均 129 mmHg (126~134) で、また第15表における如く Cortisone 投与群は平均 133 mmHg (126~138) で僅少ではあるが、Cortisone 投与群の方が対照群より平均 4 mmHg 高い値を示している。第16表における如く 20 cc/kg の急速脱血後は両群共いずれも急激に低下し、対照群は平均 77mmHg となり、Cortisone 投与群も 79mmHg に低下し、僅かではあるが対照群より平均 2mmHg 高い。再脱血により股動脈圧は更に下降し、対照群は平均 34mmHg となり、Cortisone 投与群は平均 42mmHg に低下し、対照群に比し平均 8 mmHg 高い。即ち第12図に示す如く出血量一定性ショックの際両群共に血圧は低下するが、Cortisone 投与群の方が非投与群に較べて血圧の低下度が少ない。

b. 血圧一定性の場合

対照群の正常血圧は第17表に示す如く脱血前には平均血圧は 130mmHg である。Cortisone 投与群の脱血前平均血圧は第18表における如く 136mmHg である。血圧を 50mmHg に低下させるのに要する脱血量を見るに対照群は第19表に示す如く平均 39.5cc/kg。Cortisone 投与群は平均 47cc/kg である。更にまた血圧を 30mmHg に迄下降させるために要する脱血量は、第1回脱血後対照群では平均 4.5cc/kg、Cortisone 投与群では平均 7.2cc/kg を要している。即ち

第14表 対 照 群

| 番 号 | 性・体重 | 血 圧 mmHg | | |
|-----|----------|----------|---------|-----------|
| | | 出 血 前 | 出 血 直 後 | 再 出 血 直 後 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 134 | 76 | 26 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 126 | 76 | 40 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 128 | 80 | 36 |
| 平 均 | | 129 | 77 | 34 |

第15表 Cortisone 投与群

| 番 号 | 性・体重 | 血 圧 mmHg | | |
|-----|----------|----------|---------|-----------|
| | | 出 血 前 | 出 血 直 後 | 再 出 血 直 後 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 126 | 92 | 28 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 136 | 68 | 46 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 138 | 78 | 52 |
| 平 均 | | 133 | 79 | 42 |

第16表 平 均 値

| Cortisone | 血 圧 mmHg | | |
|-----------|----------|---------|-----------|
| | 出 血 前 | 出 血 直 後 | 再 出 血 直 後 |
| 無 投 与 | 129 | 77 | 34 |
| 投 与 | 133 | 79 | 42 |

第17表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | 脱血前血圧 | 出血量 cc/kg | | |
|-----|----------|-------|-----------|---------|---------|
| | | | 最 大 | 50 mmHg | 30 mmHg |
| 72 | ♂ 8.9kg | 130 | 51 | 45 | 6 |
| 73 | ♂ 10.0kg | 122 | 52 | 41 | 11 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 130 | 40.5 | 34 | -1 |
| 75 | ♂ 13.5kg | 138 | 41.5 | 38 | 2 |
| 平 均 | | 130 | 46.2 | 39.5 | 4.5 |

第18表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | 脱血前血圧 | 出血量 cc/kg | | |
|-----|----------|-------|-----------|---------|---------|
| | | | 最 大 | 50 mmHg | 30 mmHg |
| 76 | ♂ 10.2kg | 145 | 56 | 47 | 9 |
| 77 | ♀ 9.4kg | 136 | 62.5 | 55 | 7 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 131 | 46 | 41 | 5 |
| 80 | ♂ 12.2kg | 132 | 54.5 | 45 | 8 |
| 平 均 | | 136 | 54.7 | 47.0 | 7.2 |

第19表 平 均 値

| Cortisone | 脱血前血圧 | 出血量 cc/kg | | |
|-----------|-------|-----------|---------|---------|
| | | 最 大 | 50 mmHg | 30 mmHg |
| 無 投 与 | 130 | 46.2 | 39.5 | 4.5 |
| 投 与 | 136 | 54.7 | 47.0 | 7.2 |

第20表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Ht 値 % | | | | |
|-----|----------|--------|---------|-------|-------|-------|
| | | 手 術 前 | 手 術 直 後 | 3 時 間 | 6 時 間 | 9 時 間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 56.5 | 54.7 | 55.9 | 58.2 | 60.5 |
| 60 | ♀ 8.2kg | 57.0 | 55.2 | 56.0 | 58.4 | 61.0 |
| 61 | ♀ 9.5kg | 50.5 | 49.2 | 53.0 | 54.2 | 55.0 |
| 平 均 | | 54.7 | 53.0 | 55.0 | 57.2 | 58.8 |

第21表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Ht 値 % | | | | |
|-----|---------|--------|---------|-------|-------|-------|
| | | 手 術 前 | 手 術 直 後 | 3 時 間 | 6 時 間 | 9 時 間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 43.5 | 42.4 | 50.0 | 51.3 | 54.5 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 48.5 | 47.7 | 50.2 | 54.0 | 56.5 |
| 平 均 | | 46.0 | 45.0 | 50.1 | 52.6 | 55.2 |

血圧を 30mmHg に迄に下降させるのに要する脱血量は、Cortisone 投与群は対照群に比し体重 kg 当り約 2 倍となつている。

暫く血圧一定性及び出血量一定性いずれの場合にも Cortisone は血圧維持に対しては非常に有効に作用しているものと認められる。

以上要約するに緊縛、手術、出血等による実験的ショックを起す際に予め Cortisone を投与することにより血圧降下が防止され、Cortisone は血圧維持に有効に働いているものと認められる。

2. ヘマトクリット値

手術ショックの場合

対照群 3 例の術前ヘマトクリット値は第20表における如く平均 54.7% (57.0~50.5) であり、術後 9 時間即ちショック惹起時には平均 58.8% に上昇し、術前に較べ平均 7.5% 高い。Cortisone 投与群の術前ヘマトクリット値は第21表に示す如く平均 46.0% で対照群に比し 4.3% 低い。術後は同様に上昇し、ショック惹起時の術後 9 時間においては 55.2% となり、術前に較べ 20% の上昇を示している。Cortisone 投与群と対照群を比較するに第22表及び第13図に示す如く常に Cortisone 投与群の方が低い値を示している。即ち第13図における如く手術ショックに際してのヘマトクリット値の上昇は Cortisone 投与により防止されているものと認められる。

3. 血液酸性度

1) 緊縛ショックの場合

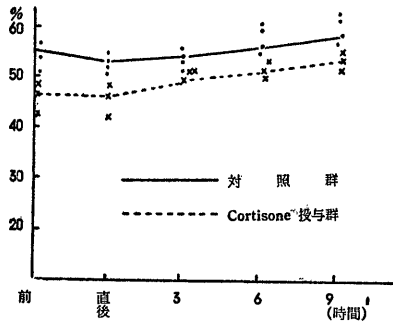
第23表に示す如く緊縛前の血液酸性度は対照群にお

第22表 平均 値

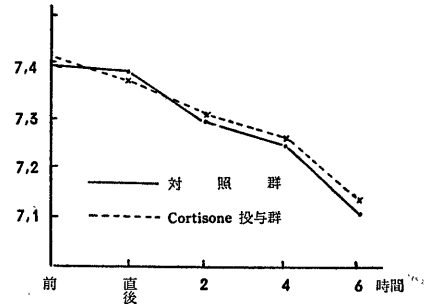
| Cortisone | Ht 値 % | | | | |
|-----------|--------|------|------|------|------|
| | 手術前 | 手術直後 | 3時間 | 6時間 | 9時間 |
| 無投与 | 54.7 | 53.0 | 55.0 | 57.3 | 58.8 |
| 投与 | 46.0 | 45.0 | 50.1 | 52.6 | 55.2 |

いては平均7.401であり、また第24表における如く Cortisone 投与群は平均7.415で対照群より0.014高い。緊縛解除後はいずれも次第に酸性側に傾き、ショック惹起時の緊縛解除後6時間には対照群においては平均7.105であるが、Cortisone 投与群は平均7.134となり、平均0.029対照群より高い。しかし第25表、第14図に示す如く対照群、Cortisone 投与群いずれもショック時には、緊縛前に比し血液pHは低く、酸性側に傾いた。

第 13 図



第 14 図



第23表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | pH | | | | |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 85 | ♂ 1.9kg | 7.395 | 7.366 | 7.281 | 7.230 | 7.100 |
| 86 | ♀ 2.2kg | 7.407 | 7.394 | 7.299 | 7.264 | 7.210 |
| 平均 | | 7.401 | 7.380 | 7.290 | 7.247 | 7.105 |

第24表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | pH | | | | |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 81 | ♂ 2.1kg | 7.426 | 7.384 | 7.314 | 7.300 | 7.250 |
| 82 | ♂ 2.1kg | 7.435 | 7.337 | 7.185 | 7.172 | 7.134 |
| 83 | ♀ 2.0kg | 7.350 | 7.301 | 7.230 | 7.180 | 7.160 |
| 84 | ♂ 2.3kg | 7.468 | 7.465 | 7.465 | 7.360 | 7.128 |
| 平均 | | 7.415 | 7.371 | 7.299 | 7.253 | 7.134 |

第25表 平均 値

| Cortisone | pH | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 無投与 | 7.401 | 7.380 | 7.290 | 7.247 | 7.105 |
| 投与 | 7.415 | 7.371 | 7.299 | 7.253 | 7.134 |

2) 手術ショックの場合

対照群, Cortisone 投与群各 2 例の手術前血液酸性度は第 26 表, 第 27 表に示す如く対照群は平均 7.406 であり, Cortisone 投与群は平均 7.448 で対照群より平均 0.042 高い。手術後は緊縛ショックの場合と同様にいずれも時間の経過に従って酸性側へ傾き, 第 28 表, 第 15 図における如く手術後 9 時間 (ショック惹起時) には対照群は平均 7.233 で手術前に比し平均 2.3% 減少し, Cortisone 投与群は平均 7.328 で手術前に比し平均 1.6% の減少を認める。即ち術後 9 時間では, Cortisone 投与群の方が対照群より平均 0.095 高い。また両群の血液 pH を比較すると第 28 表及び第 15 図の如く Cortisone 投与群の pH は常に正常対照群よりも高い値を示している。

3) 出血ショック (出血量一定性) の場合

第 29 表に示す如く出血前においては対照群は平均 7.41 であり, また第 30 表における如く Cortisone 投与群は平均 7.46 で対照群より 0.05 高い。脱血後 60 分においては第 31 表, 第 16 図に示す如く対照群は平均 6.99 で出血前に比し平均 5.6% 減少し, Cortisone 投与群は平均 7.13 で平均 4.4% 減少している。即ち脱血後 60 分では, Cortisone 投与群は対照群より平均 0.14

高い。

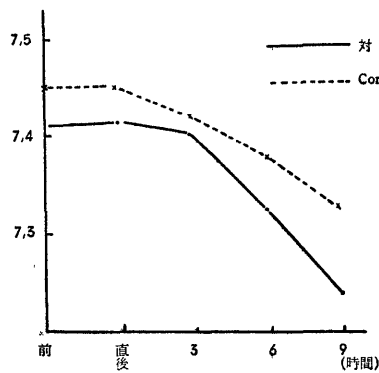
以上要約すれば緊縛手術, 出血等の実験的ショックにおいては対照群, Cortisone 投与群いずれも血液 pH は酸性側へ傾くが, Cortisone 投与群のは対照群に較べ何時も酸性側へ傾く度合は軽度であり, pH 値もまた常に高い。

4. 生存時間

a. 出血量一定性

対照群 3 例, Cortisone 投与群 3 例について検索す

第 15 図



第 26 表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | pH | | | | |
|----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 7.412 | 7.426 | 7.404 | 7.311 | 7.234 |
| 61 | ♂ 9.5kg | 7.400 | 7.398 | 7.399 | 7.331 | 7.232 |
| 平均 | | 7.406 | 7.412 | 7.401 | 7.321 | 7.233 |

第 27 表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | pH | | | | |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 7.453 | 7.448 | 7.441 | 7.398 | 7.332 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 7.443 | 7.451 | 7.400 | 7.379 | 7.325 |
| 平均 | | 7.448 | 7.446 | 7.420 | 7.389 | 7.328 |

第 28 表 平均 値

| Cortisone | pH | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 無 投 与 | 7.406 | 7.412 | 7.401 | 7.321 | 7.233 |
| 投 与 | 7.448 | 7.446 | 7.420 | 7.389 | 7.328 |

るに、第1回に20cc/kgを次いで一定時間(60分)を
おいて第2回に同じく20cc/kgをいずれも急速に股
動脈より脱血を行なったときの生存時間は第32表、第
33表、第17図に示す如く最終脱血後対照群は平均39分
生存し、Cortisone投与群は平均28分生存し、対照群
より平均11分短縮している。

b. 血圧一定性

対照群4例、Cortisone投与群4例について検索した
所、第1回に股動脈圧を50mmHgに60分維持し、
その後更に脱血して血圧を30mmHgに維持したとき

第29表 対 照 群

| 番 号 | 性・体重 | pH | |
|--------|----------|-------|--------|
| | | 出 血 前 | 出血後60分 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 7.38 | 7.02 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 7.44 | 6.82 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 7.42 | 7.12 |

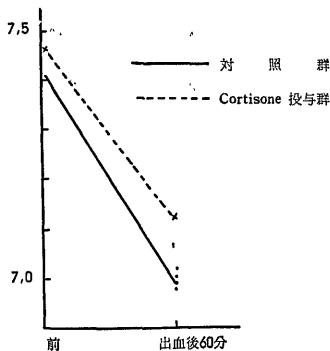
第30表 Cortisone 投与群

| 番 号 | 性・体重 | pH | |
|--------|----------|-------|--------|
| | | 出 血 前 | 出血後60分 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 7.44 | 7.02 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 7.52 | 7.38 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 7.46 | 7.13 |

第31表 平 均 値

| Cortisone | pH | |
|-----------|-------|--------|
| | 出 血 前 | 出血後60分 |
| 無 投 与 | 7.41 | 6.99 |
| 投 与 | 7.46 | 7.13 |

第 16 図



の生存時間は対照群は第34表の如く最終脱血後平均36
分、Cortisone投与群は第35表の如く平均27分で出血
量一定性の場合と同様対照群よりCortisone投与群
の方が平均9分短縮している。

以上生存時間については出血ショックの場合だけに
ついて検討した結果Cortisone投与群が対照群より
生存時間が短縮していることがわかる。

第32表 対 照 群

| 番 号 | 性・体重 | 生存時間(分) |
|--------|----------|---------|
| | | 再 出 血 後 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 45分 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 50分 |
| 87 | ♂ 9.0kg | 22分 |
| 平 均 | | 39分 |

第33表 Cortisone 投与群

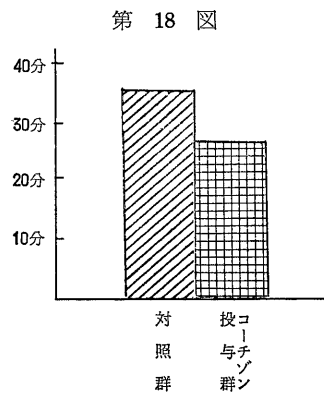
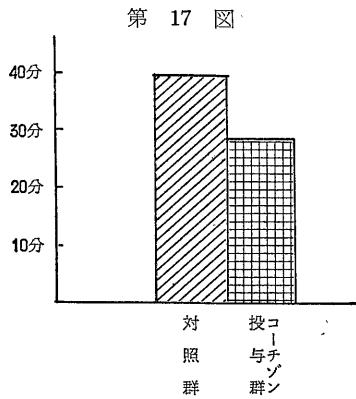
| 番 号 | 性・体重 | 生存時間(分) |
|--------|----------|---------|
| | | 再 出 血 後 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 41分 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 32分 |
| 88 | ♂ 10.2kg | 10分 |
| 平 均 | | 28分 |

第34表 対 照 群

| 番 号 | 性・体重 | 生存時間(分) |
|--------|----------|---------|
| | | 再 出 血 後 |
| 72 | ♂ 8.9kg | 37分 |
| 73 | ♂ 10.0kg | 35分 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 50分 |
| 89 | ♂ 12.4kg | 20分 |
| 平 均 | | 36分 |

第35表 Cortisone 投与群

| 番 号 | 性・体重 | 生存時間(分) |
|--------|----------|---------|
| | | 再 出 血 後 |
| 76 | ♂ 10.2kg | 25分 |
| 77 | ♂ 9.4kg | 25分 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 40分 |
| 90 | ♀ 11.3kg | 18分 |
| 平 均 | | 27分 |



〔II〕

ショック時における血液の無機電解質代謝については前記の如く諸家より幾多の業績が報告されており、特に血中 Na, Cl, K の代謝に関する報告が多い。Steuart, Fox らはショックに際しては、血漿 Cl, 血漿 Na は減少するといひ、Surdder 一派、飯島らは

漿血 K, 血漿無機磷の増加を認めている。本編においてはショック時に Cortisone を投与した場合に血漿電解質代謝の変動が如何に影響されるかを検討す。

1. 血漿ナトリウム

1) 緊縛ショックの場合

正常対照群の緊縛前血漿 Na 値は第36表の如く平均

第36表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | | | |
|----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2 時間 | 4 時間 | 6 時間 |
| 50 | ♂ 2.0kg | 147 | 149 | 149 | 153 | 140 |
| 51 | ♂ 2.6kg | 151 | 153 | 152 | 154 | 142 |
| 52 | ♂ 1.8kg | 155 | 150 | 155 | 151 | 139 |
| 53 | ♀ 2.0kg | 144 | 142 | 147 | 135 | |
| 54 | ♂ 2.2kg | 151 | 148 | 153 | 154 | 143 |
| 55 | ♀ 2.5kg | 145 | 148 | 151 | 151 | 137 |
| 平 | 均 | 149 | 148 | 151 | 150 | 140 |

第37表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | | | |
|----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2 時間 | 4 時間 | 6 時間 |
| 56 | ♂ 2.0kg | 148 | 149 | 148 | 145 | 142 |
| 57 | ♂ 2.2kg | 155 | 152 | 152 | 150 | 148 |
| 58 | ♀ 1.9kg | 150 | 149 | 150 | 148 | 145 |
| 平 | 均 | 151 | 149 | 150 | 148 | 145 |

第38表 平 均 値

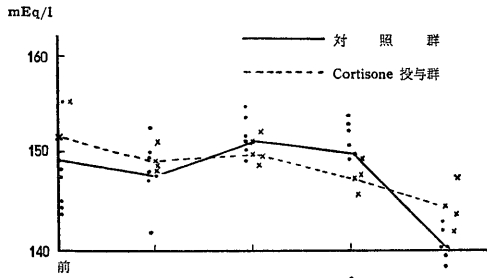
| Cortisone | Na mEq/l | | | | |
|-----------|----------|------|------|------|------|
| | 緊縛前 | 解除直後 | 2 時間 | 4 時間 | 6 時間 |
| 無 投 与 | 149 | 148 | 151 | 150 | 140 |
| 投 与 | 151 | 149 | 150 | 148 | 145 |

149 mEq/l であるが、緊縛解除後 6 時間の血漿 Na は平均 140 mEq/l で、緊縛前に較べ平均 6% の減少を示している。また Cortisone 投与群の緊縛前血漿 Na 値は第 37 表に示す如く、平均 151 mEq/l であるが、緊縛解除後漸次減少し、緊縛解除後 6 時間には平均 145 mEq/l となり、緊縛時に比し平均 4% の減少を認める。即ち第 38 表、第 19 図における対照群及び Cortisone 投与群共にショックに際して血漿 Na は軽度減少する。なお Cortisone 投与群は対照群より 2% 減少度が小さい。

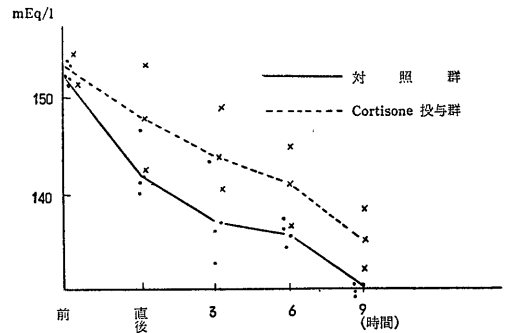
2) 手術ショックの場合

対照群の術前血漿 Na 値は第 39 表の如く平均 152 mEq/l であるが、手術後時間の経過に従って減少し、術後 9 時間では 129 mEq/l となり、術前に較べ平均 15.1% の減少を認める。また第 40 表に示す如く Cortisone 投与群の術前血漿 Na 値は平均 153 mEq/l であり、術後対照群と同じく減少し、術後 9 時間には平均 135 mEq/l となり、術前に比し平均 11.7% の減少を認める。第 41 表、第 20 図における如く血漿 Na の術

第 19 図



第 20 図



第 39 表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | | | |
|-----|----------|----------|------|------|------|------|
| | | 術 前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 152 | 139 | 132 | 134 | 129 |
| 60 | ♀ 8.2kg | 152 | 146 | 144 | 137 | 130 |
| 61 | ♀ 9.5kg | 151 | 141 | 135 | 136 | 128 |
| 平 均 | | 152 | 142 | 137 | 136 | 129 |

第 40 表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | | | |
|-----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 術 前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 154 | 154 | 148 | 146 | 138 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 152 | 141 | 140 | 136 | 132 |
| 平 均 | | 153 | 148 | 144 | 141 | 135 |

第 41 表 平 均 値

| Cortisone | Na mEq/l | | | | |
|-----------|----------|------|------|------|------|
| | 術 前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 無 投 与 | 152 | 142 | 137 | 136 | 129 |
| 投 与 | 153 | 148 | 144 | 141 | 135 |

前値は対照群と Cortisone 投与群の間には差はないが、術後においては Cortisone 投与群の方が非投与群に較べ常に高い値を示しており、術後9時間においては Cortisone 投与群の方が非投与群よりも平均 6 mEq/l 高い。

3) 出血ショックの場合

a. 出血量一定性

対照群の出血前の血漿 Na 値は、第42表の如く平均 147 mEq/l であるが、出血後60分では平均 137 mEq/l となり、再出血後30分には 129 mEq/l に減少する。即ち再出血後30分の血漿 Na は出血前に比し平均12.2%減少している。また第43表に示す如く Cortisone 投与群においては出血前血漿 Na 値は平均 152 mEq/l であるが、出血後60分で平均 140 mEq/l となり、再出血後30分では更に減少して平均 137 mEq/l となる。即ちこの場合の血漿 Na は出血前に較べ平均 9.8% の軽度減少が見られる。また対照群と Cortisone 投与群を比較すれば第44表、及び第28図の如く後者の方が前者より常に高い値を示しており、且つその減少度も小である。

b. 血圧一定性

第45表の如く対照群の出血前血漿 Na 値は平均 145.5 mEq/l であり、血圧 50 mmHg に迄急速に脱血したときの血漿 Na 値は平均 135.5mEq/l であつた。また更に脱血して血圧を 30 mmHg に降下したときの血漿 Na 値は平均 125.3mEq/l に減少し、出血前に比し平均13.8%の減少を示している。また第46表に示す如く Cortisone 投与群では出血前血漿 Na 値は平均 150 mEq/l であり、血圧 50 mmHg に迄急速に脱血したときは平均 142mEq/l となっている。更に脱血して血圧を 30mmHg にすれば平均 133 mEq/l となり、出血前に比し平均11.3%の減少を認める。

また第47表、第22図における如く対照群と Cortisone 投与群を比較すれば出血量一定性の場合と同様 Cortisone 投与群の方が対照群より常に高い値を示すと共に減少度も小さい。

以上要約するに緊縛、手術、出血等の実験的ショックに際して血漿 Na は対照群及び Cortisone 投与群共いづれも減少する。しかし、Cortisone 投与群の方が対照群より常に減少度は小さく、ショックに際して Cortisone は血漿 Na 低下を防止する役割を演じている。

2. 血漿クローラ

1) 緊縛ショックの場合

対照群の緊縛前血漿クローラ値は第48表に示す如く平均 108 mEq/l である。緊縛解除後漸次減少し、解

第42表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | | |
|-----|----------|----------|---------|---------|----------|
| | | 出血前 | 出血後 30分 | 出血後 60分 | 再出血後 30分 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 149 | 140 | 137 | 129 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 146 | 141 | 139 | 129 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 145 | 139 | 136 | 128 |
| 平 均 | | 147 | 140 | 137 | 129 |

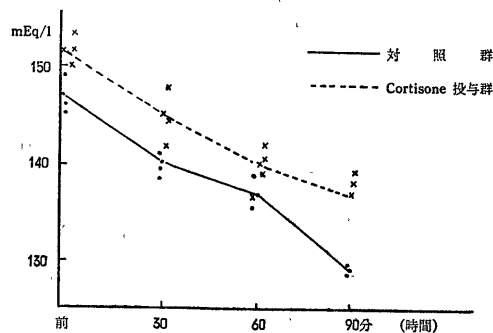
第43表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | | |
|-----|----------|----------|---------|---------|----------|
| | | 出血前 | 出血後 30分 | 出血後 60分 | 再出血後 30分 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 150 | 148 | 142 | 139 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 154 | 145 | 140 | 139 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 152 | 142 | 139 | 134 |
| 平 均 | | 152 | 145 | 140 | 137 |

第44表 平 均 値

| Cortisone | Na mEq/l | | | |
|-----------|----------|---------|---------|----------|
| | 出血前 | 出血後 30分 | 出血後 60分 | 再出血後 30分 |
| 無 投 与 | 147 | 140 | 137 | 129 |
| 投 与 | 152 | 145 | 140 | 137 |

第 21 図



第45表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | |
|----|----------|----------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 72 | ♂ 8.9kg | 151 | 140 | 129 |
| 73 | ♂ 11.0kg | 141 | 134 | 120 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 145 | 135 | 127 |
| 75 | ♂ 13.5kg | 145 | 133 | 125 |

解除後6時間で平均 88mEq/l となる。緊縛前に比し平均18.5%の減少を示している。

Cortisone 投与群の緊縛前の血漿クロールの平均値は第49表の如く 108 mEq/l で対照群と同じく、緊縛

解除後は対照群と同様に減少して解除後6時間で平均 96 mEq/l となり、緊縛前に比し平均 11.1%減少している。

また両群を比較するに Cortisone 投与群のみでは緊縛前血漿 Cl 値の差は認められない。緊縛解除後は第50表、第23図の如く血漿 Cl は両群とも漸次減少する。解除後6時間では対照群の平均値は、88 mEq/l Cortisone 投与群の平均値は 96 mEq/l である。即ち

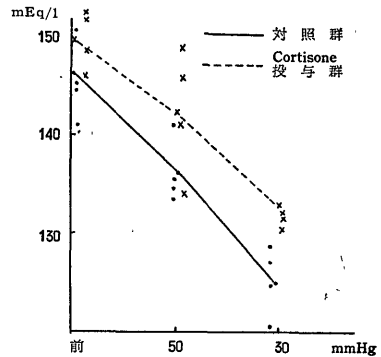
第46表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Na mEq/l | | |
|----|----------|----------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 76 | ♂ 10.2kg | 153 | 145 | 139 |
| 77 | ♀ 9.4kg | 154 | 149 | 132 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 148 | 140 | 130 |
| 80 | ♂ 12.2kg | 145 | 133 | 132 |

第47表 平均値

| Cortisone | Na mEq/l | | |
|-----------|----------|--------|--------|
| | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 無投与 | 146 | 136 | 125 |
| 投与 | 150 | 142 | 133 |

第22図



第48表 対照群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | | | |
|----|---------|----------|------|-----|-----|-----|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 50 | ♂ 2.0kg | 111 | 111 | 109 | 104 | 100 |
| 52 | ♂ 1.8kg | 104 | 103 | 91 | 87 | 83 |
| 55 | ♀ 2.5kg | 104 | 90 | 89 | 86 | 83 |
| 平均 | | 106 | 101 | 96 | 92 | 88 |

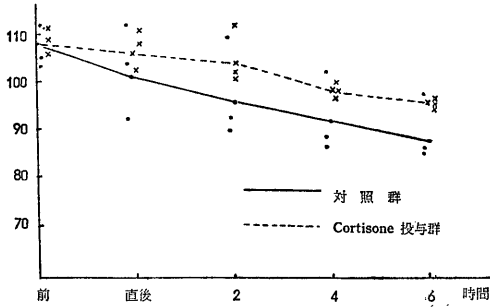
第49表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | | | |
|----|---------|----------|------|-----|-----|-----|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 56 | ♂ 2.0kg | 106 | 102 | 101 | 98 | 96 |
| 57 | ♂ 2.2kg | 110 | 110 | 107 | 99 | 96 |
| 58 | ♀ 1.9kg | 109 | 106 | 103 | 98 | 97 |
| 平均 | | 108 | 106 | 104 | 98 | 96 |

第50表 平均値

| Cortisone | Cl mEq/l | | | | |
|-----------|----------|------|-----|-----|-----|
| | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 無投与 | 106 | 101 | 96 | 92 | 88 |
| 投与 | 108 | 106 | 104 | 98 | 96 |

第 23 図



Cortisone 投与群よりも非投与対照群の方の血漿クロール値は常に低下している。

2) 手術ショックの場合

対照群においては第51表の如く手術前の血漿クロール値は平均 108 mEq/l であるが、術後次第に減少し、術時 9 時間では平均 90 mEq/l となり、術前に比し平均 8.3% の減少を示している。一方 Cortisone 投与群に第53表の如く手術前の血漿クロール値は平均 105 mEq/l で対照群より平均 4 mEq/l 低い。術後対照群と同様漸次減少して、術後 9 時間では平均 98 mEq/l となり、術前より平均 6.6% 減少している。しかし対

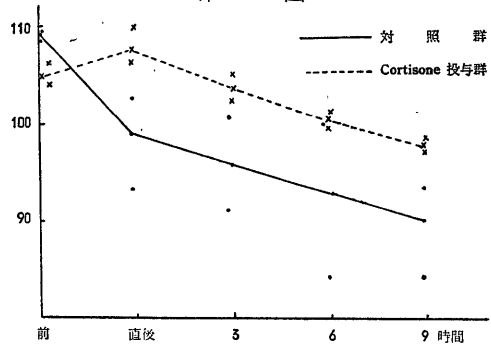
照群より 8 mEq/l 高い値を示している。また両群を比較すれば第53表、第24図の如く対照群及び Cortisone 投与群共に時間の経過に従って血漿 Cl 値は減少するが、Cortisone 投与群の方が減少度が小さく、且つ常に高い値を示している。

3) 出血性ショックの場合

a. 出血量一定性

対照群の正常血漿クロール値は第54表の如く平均 104mEq/l である。脱血につれ漸次減少して再出血後 30分の血漿クロールの平均値は 91mEq/l となり、出

第 24 図



第51表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | | | |
|----|----------|----------|------|------|------|------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 108 | 103 | 102 | 102 | 96 |
| 60 | ♀ 9.5kg | 108 | 93 | 90 | 83 | 83 |
| 平均 | | 108 | 98 | 96 | 93 | 90 |

第52表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | | | |
|----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 104 | 106 | 105 | 101 | 98 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 106 | 110 | 102 | 100 | 97 |
| 平均 | | 105 | 108 | 104 | 101 | 98 |

第53表 平均 値

| Cortisone | Cl mEq/l | | | | |
|-----------|----------|------|------|------|------|
| | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 無 投 与 | 108 | 98 | 96 | 93 | 90 |
| 投 与 | 105 | 108 | 104 | 101 | 98 |

第54表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | | |
|-----|----------|----------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 104 | 101 | 100 | 93 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 102 | 90 | 88 | 85 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 105 | 103 | 98 | 94 |
| 平 均 | | 104 | 98 | 95 | 91 |

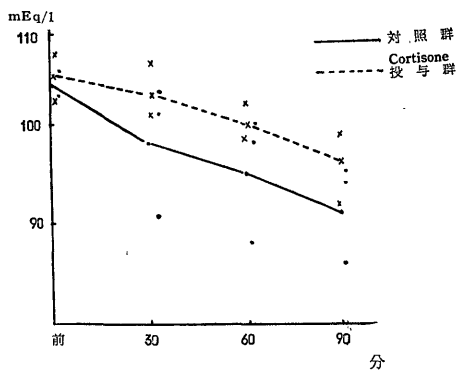
第55表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | | |
|-----|----------|----------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 102 | 100 | 98 | 92 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 108 | 106 | 102 | 100 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 105 | 103 | 100 | 97 |
| 平 均 | | 105 | 103 | 100 | 96 |

第56表 平 均 値

| Cortisone | Cl mEq/l | | | |
|-----------|----------|--------|--------|---------|
| | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 無 投 与 | 104 | 98 | 95 | 91 |
| 投 与 | 105 | 103 | 100 | 96 |

第 25 図



血前に比し12.5%減少している。Cortisone 投与群の出血前の血漿クロール値は第55表の如く平均 105mEq/l で対照群の出血前の値と殆んど変りない。出血後時間の経過につれて血漿クロール量は対照群と同様減少し、再出血後30分では平均 96 mEq/l となり、出血前に比し8.6%の減少を示している。

即ち第56表、第25図に示す如く対照群及び Cortisone 投与群における出血前の血漿クロール値には殆

んど差はない。再出血後30分では対照群及び Cortisone 投与群共に減少している。しかし Cortisone 投与群の血漿クロール量は対照群に比べ常に高い値を示している。

b. 血圧一定性

対照群の出血前の血漿クロールの値は、第57表の如く平均 104mEq/l であるが、脱血を繰返して血圧を 30mmHg に降下させた場合平均 97 mEq/l となり、出血前に比し 6.7% の減少を示している。Cortisone 投与群の出血前の血漿クロールの値は第58表の如く平均 105 mEq/l で対照群の出血前の値と殆んど変りない。脱血を更に進めて血圧を 30mmHg に降下させた場合平均 100mEq/l となり、出血前に比し4.8%減少している。また第59表、第26図の如く血漿クロールの値は Cortisone 投与のみでは両群の間に差は認められない。しかし脱血することにより血圧を 30mmHg に下げた場合対照群及び Cortisone 投与群とも血漿 Na 値は減少するけれども後者の方が減少度は小さい。

以上要約するに緊縛、手術、出血等の実験的ショッ

第57表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | |
|----|----------|----------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 72 | ♂ 8.9kg | 105 | 104 | 96 |
| 73 | ♂ 10.0kg | 109 | 105 | 100 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 105 | 102 | 95 |
| 75 | ♂ 13.5kg | 96 | 91 | |
| 平 | 均 | 104 | 100 | 97 |

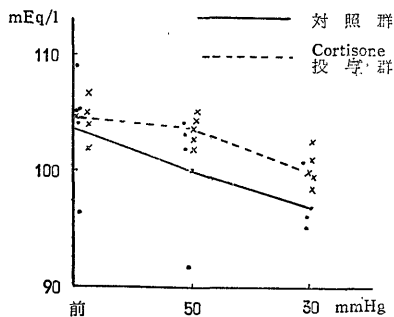
第58表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Cl mEq/l | | |
|----|----------|----------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 76 | ♂ 10.2kg | 105 | 104 | 99 |
| 77 | ♀ 9.4kg | 105 | 105 | 100 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 107 | 106 | 103 |
| 80 | ♂ 12.2kg | 103 | 103 | 98 |
| 平 | 均 | 105 | 104 | 100 |

第59表 平均 値

| Cortisone | Cl mEq/l | | |
|-----------|----------|--------|--------|
| | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 無 投 与 | 104 | 100 | 97 |
| 投 与 | 105 | 104 | 100 |

第 26 図



クを行なった結果、血漿クロールの値は Cortisone 投与のみにては殆んど変動が見られない。しかし処置後漸次減少し、ショックに際して Cortisone 投与群は対照群より常に高い。即ち Cortisone 投与により血漿クロールの減少が阻止されている。

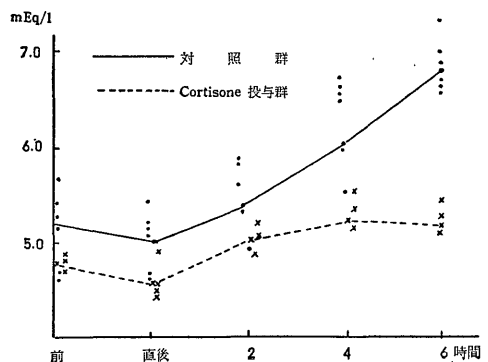
3. 血漿カリウム

1) 緊縛ショックの場合

対照群では第60表の如く緊縛前血漿カリウムは平均 5.2mEq/l であるが、緊縛解除直後は減少し、5.0mEq/l となるがその後漸次増加し緊縛解除後 6 時間には平均 6.7mEq/l となり、緊縛前に比し 28.8% の上昇を認める。また第61表の如く Cortisone 投与群では緊縛前の血漿カリウムは平均 4.8mEq/l であり、緊縛解除直後対照群と同様減少し、4.6mEq/l となるもその後漸次増加し、緊縛解除後 6 時間では平均 5.1mEq/l となり、緊縛前に較べ平均 6.2% の増加を示している。

対照群と Cortisone 投与群を比較するに第62表、第27図の如く緊縛前値は Cortisone 投与群の方が平均 0.4mEq/l 低く、また増加率は 22.6% も低くなっている。即ち予め Cortisone を投与することにより

第 27 図



第60表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | | | |
|----|---------|---------|------|-----|-----|-----|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 50 | ♂ 2.0kg | 4.6 | 4.6 | 4.8 | 5.2 | 6.6 |
| 51 | ♂ 2.6kg | 5.3 | 5.3 | 5.2 | 5.8 | 6.4 |
| 52 | ♂ 1.8kg | 4.7 | 4.6 | 5.2 | 6.4 | 7.1 |
| 53 | ♀ 2.0kg | 5.2 | 5.1 | 5.5 | 6.5 | 6.7 |
| 54 | ♂ 2.2kg | 5.8 | 5.2 | 5.8 | 6.3 | 6.5 |
| 55 | ♀ 2.5kg | 5.6 | 5.3 | 5.8 | 6.7 | 6.8 |
| 平均 | | 5.2 | 5.0 | 5.4 | 6.0 | 6.7 |

第61表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | | | |
|----|---------|---------|------|-----|-----|-----|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 56 | ♂ 2.0kg | 4.8 | 4.4 | 4.7 | 5.1 | 5.0 |
| 57 | ♂ 2.2kg | 4.7 | 4.6 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 58 | ♀ 1.9kg | 4.8 | 4.9 | 5.3 | 5.4 | 5.3 |
| 平均 | | 4.8 | 4.6 | 5.0 | 5.2 | 5.1 |

第62表 平均 値

| Cortisone | K mEq/l | | | | |
|-----------|---------|------|-----|-----|-----|
| | 緊縛前 | 解除直後 | 2時間 | 4時間 | 6時間 |
| 無投与 | 5.2 | 5.0 | 5.4 | 6.0 | 6.7 |
| 投与 | 4.8 | 4.6 | 5.0 | 5.2 | 5.1 |

ショック時には血漿カリウムの上昇は抑制されている。

2) 手術ショックの場合

対照群では第63表の如く手術前の血漿カリウム値は平均 4.9 mEq/l であるが、術後漸次増加し術後9時間では平均 6.1 mEq/l となり、術前に比し平均 26.7%の増加を示している。Cortisone 投与群では第64表の如く手術前の血漿カリウム値は平均 4.8 mEq/l で対

照群のそれと殆んど差はなく、術後対照群と同様漸次増加し、術後9時間では平均 5.8 mEq/l となり、術前に比し 22.8%の増加を認め、対照群に比べ平均 0.3 mEq/l 低い。即ち両群を比較するに第65表、第28図の如く対照群及び Cortisone 投与群とも血漿 Cl 値は術後次第に増加するが、Cortisone 投与群は対照群より平均3.9%低い増加率を示している。

第63表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | | | |
|----|---------|---------|------|-----|-----|-----|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3時間 | 6時間 | 9時間 |
| 60 | ♀ 8.2kg | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 5.5 | 5.7 |
| 61 | ♀ 9.5kg | 4.8 | 4.9 | 5.1 | 5.4 | 6.6 |
| 平均 | | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 5.4 | 6.1 |

第64表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | | | |
|----|---------|---------|------|-----|-----|-----|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3時間 | 6時間 | 9時間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 4.7 | 4.9 | 5.0 | 5.4 | 5.5 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 4.9 | 4.4 | 5.0 | 5.2 | 6.1 |
| 平均 | | 4.8 | 4.7 | 5.0 | 5.3 | 5.8 |

第65表 平均値

| Cortisone | K mEq/l | | | | |
|-----------|---------|------|-----|-----|-----|
| | 手術前 | 手術直後 | 3時間 | 6時間 | 9時間 |
| 無投与 | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 5.4 | 6.1 |
| 投与 | 4.8 | 4.7 | 5.0 | 5.3 | 5.8 |

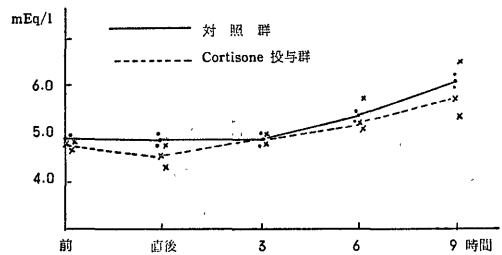
3) 出血ショックの場合

a. 出血量一定性

対照群の脱血前の血漿Kの値は第66表の如く平均5.3mEq/l であるが脱血につれ漸次増加し、再脱血後30分では平均 6.2mEq/l となり、脱血前に比し平均 16.9%増加している。また Cortisone 投与群の脱血前の血漿カリウムの値は第67表の如く平均 4.5mEq/l で対照群の脱血前の値より 0.8mEq/l 低い。脱血を更に進めると次第に増加し、再脱血後30分では平均 5.2mEq/l となり、脱血前に比し 15.5% 増加している。

第68表、第29図における如く、Cortisone 投与群の

第 28 図



脱血前における血漿カリウムの値は対照群に比較し 0.8mEq/l 低く、再脱血後30分においても Cortisone

第66表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | | |
|----|----------|---------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 5.1 | 5.7 | 6.0 | 6.2 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 5.4 | 5.8 | 6.0 | 6.4 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 5.3 | 5.5 | 5.8 | 6.0 |
| 平均 | | 5.3 | 5.7 | 5.9 | 6.2 |

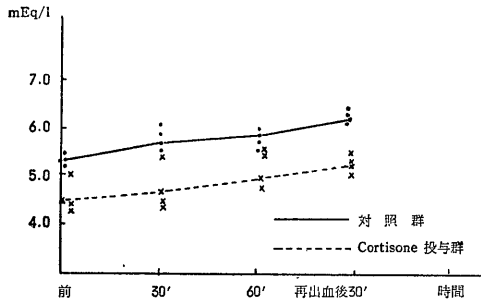
第67表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | | |
|----|----------|---------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 5.0 | 5.2 | 5.2 | 5.3 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 4.2 | 4.4 | 4.5 | 4.7 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 4.3 | 4.6 | 5.2 | 5.5 |
| 平均 | | 4.5 | 4.7 | 5.0 | 5.2 |

第68表 平均 値

| Cortisone | K mEq/l | | | |
|-----------|---------|--------|--------|---------|
| | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 無 投 与 | 5.3 | 5.7 | 5.9 | 6.2 |
| 投 与 | 4.5 | 4.7 | 5.0 | 5.2 |

第 29 図



第69表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | |
|-----|----------|---------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 72 | ♂ 8.9kg | 4.9 | 5.7 | 6.0 |
| 73 | ♂ 10.0kg | 5.1 | 6.1 | 6.3 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 4.9 | 5.6 | 6.2 |
| 75 | ♂ 13.5kg | 4.7 | 6.1 | 7.2 |
| 平 均 | | 4.9 | 5.9 | 6.4 |

第70表 Cortisone- 投与群

| 番号 | 性・体重 | K mEq/l | | |
|-----|----------|---------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 76 | ♂ 10.2kg | 5.0 | 5.4 | 5.7 |
| 77 | ♀ 9.4kg | 4.6 | 4.9 | 5.4 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 4.8 | 5.8 | 6.0 |
| 80 | ♂ 12.0kg | 4.8 | 5.1 | 5.7 |
| 平 均 | | 4.8 | 5.3 | 5.7 |

第71表 平 均 値

| Cortisone | K mEq/l | | |
|-----------|---------|--------|--------|
| | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 無 投 与 | 4.9 | 5.9 | 6.4 |
| 投 与 | 4.8 | 5.3 | 5.7 |

投与群の方が対照群より 1.0mEq/l 低い、即ち血漿カリウムの値は Cortisone 投与群の方が対照群より常に低い。しかし増加率は Cortisone 投与群の方が対照群より1.4%小であつた。

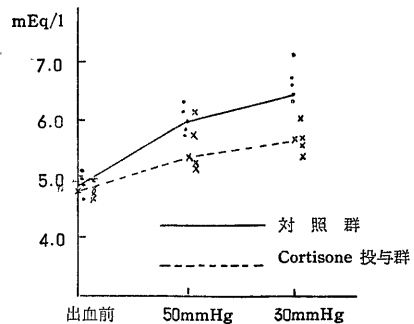
b. 血圧一定性

対照群では出血前の血漿カリウムの値は第69表の如く平均 4.9mEq/l であるが、脱血後血圧を 50mmHg に保つた場合平均 5.9mEq/l となり、脱血前に比し 24.7%増加している。また更に脱血して血圧を 30mmHg にした場合平均 6.4mEq/l となり、脱血前に比し 26.5%増加している。Cortisone 投与群では出血前の血漿カリウムの値は第70表の如く平均 4.8mEq/l で、対照群より平均 0.1mEq/l 低い。血圧を 50mmHg に保つた場合平均 5.3mEq/l で、脱血前に比し 10.4%増加している。更に血圧を 30mmHg に降下した場合平均 5.7mEq/l となり、対照群の値より 0.7mEq/l 低く、出血前に比し18.7%の増加を示している。

第71表、第30図における如く Cortisone 投与群の脱血前血漿カリウム値は、対照群より 0.1 mEq/l 低く、血圧を 30mmHg に保つた場合も同様 Cortisone 投与群の方が平均 0.7mEq/l 低い。

以上緊縛、手術、出血等の実験的ショックにおいては血漿カリウムの値は緊縛、手術、出血等の処置前では Cortisone 投与群が対照群よりやや低く 0.8~0.1 mEq/l の差が認められる。処置後次第に増加し、ショック時には緊縛、手術、出血3者の平均増加率は対照群では平均24.7%であるが、Cortisone 投与群では

第 30 図



第72表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | | | |
|-----|---------|---------|------|-------|-------|-------|
| | | 緊 縛 前 | 解除直後 | 2 時 間 | 4 時 間 | 6 時 間 |
| 53 | ♀ 2.0kg | 5.8 | 6.9 | 7.3 | 7.7 | 9.1 |
| 54 | ♂ 2.2kg | 5.6 | 5.8 | 6.3 | 7.0 | 8.7 |
| 55 | ♀ 2.5kg | 5.7 | 5.6 | 5.8 | 6.3 | 8.4 |
| 平 均 | | 5.7 | 6.1 | 6.5 | 7.0 | 8.7 |

第73表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | | | |
|-----|---------|---------|------|-------|-------|-------|
| | | 緊 縛 前 | 解除直後 | 2 時 間 | 4 時 間 | 6 時 間 |
| 56 | ♂ 2.0kg | 3.8 | 4.0 | 4.4 | 5.6 | 6.3 |
| 57 | ♂ 2.2kg | 4.2 | 4.7 | 5.0 | 5.8 | 6.3 |
| 58 | ♀ 1.9kg | 3.7 | 4.2 | 4.1 | 5.4 | 6.0 |
| 平 均 | | 3.9 | 4.3 | 4.5 | 5.6 | 6.2 |

第74表 平 均 値

| Cortisone | P mg/dl | | | | |
|-----------|---------|------|-------|-------|-------|
| | 緊 縛 前 | 解除直後 | 2 時 間 | 4 時 間 | 6 時 間 |
| 無 投 与 | 5.7 | 6.1 | 6.5 | 7.0 | 8.7 |
| 投 与 | 3.9 | 4.3 | 4.5 | 5.6 | 6.2 |

平均13.2%の増加が認められ、対照群の約1/2の増加率を示している。即ち Cortisone 投与によりこれらショックに際して血漿カリウムの増加が阻止されていることを知る。

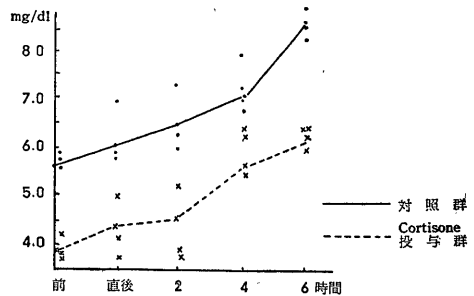
4. 血漿無機燐

1) 緊縛ショックの場合

対照群では緊縛前の血漿無機燐の値は第72表の如く平均 5.7 mg/dl であるが、緊縛解除後時間の経過に従い上昇し、緊縛解除後4時間から6時間にかけて急激に増加し、緊縛解除後6時間では平均 8.7 mg/dl となり、緊縛前に比し 52.6% の増加を認める。Cortisone 投与群では緊縛前の血漿無機燐値は、第73表の如く平均 3.9 mg/dl で対照群に較べ 1.8 mg/dl 低い。緊縛解除後6時間では平均 6.2mg/dl で緊縛前に比し 58.9% 増加しているが対照群と比較するに 2.5mg/dl 低い。

対照群と Cortisone 投与群を比較するに第74表、第31図の如く、血漿無機燐の値は緊縛前には後者が対照群に較べ平均 1.8mg/dl 低下している。緊縛解除後は Cortisone 投与群も対照群もいずれも血漿無機

第 31 図



燐は漸次増加して行くが、Cortisone 投与群の方の値は常に非投与群の値より低い。

2) 手術ショックの場合

対照群では第75表に示す如く手術前の値は平均 5.1 mg/dl であるが、術後時間の経過に従って増加し、術後9時間では平均 8.3mg/dl となり、術前に比し 62.7%の増加を示している。Cortisone 投与群では第76表に示す如く手術前血漿無機燐の値は平均 3.4mg/dl で、対照群より平均 1.7mg/dl 低い値を示しているが、術後漸次増加し、術後9時間では平均 6.4mg/

第75表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | | | |
|----|----------|---------|------|------|------|------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 4.3 | 6.0 | 5.7 | 8.3 | 8.5 |
| 60 | ♀ 8.2kg | 5.8 | 6.9 | 7.4 | 7.7 | 8.1 |
| 平均 | | 5.1 | 6.5 | 6.6 | 8.0 | 8.3 |

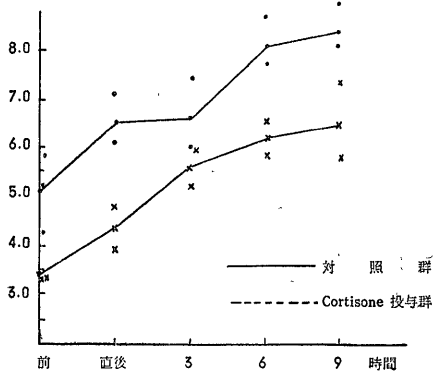
第76表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | | | |
|----|---------|---------|------|------|------|------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 3.4 | 3.7 | 5.1 | 5.8 | 6.0 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 3.4 | 4.8 | 5.9 | 6.4 | 6.8 |
| 平均 | | 3.4 | 4.3 | 5.5 | 6.1 | 6.4 |

第77表 平均 値

| Cortisone | P mg/dl | | | | |
|-----------|---------|------|------|------|------|
| | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 無 投 与 | 5.1 | 6.5 | 6.6 | 8.0 | 8.3 |
| 投 与 | 3.4 | 4.3 | 5.5 | 6.1 | 6.4 |

第 32 図



dl となり、術前に比し平均 88.2% の増加を示している。しかし対照群に較べ平均 1.9mg/dl 低い。

即ち第77表、第32図における如く対照群と Cortisone 投与群を比較するに術後は血漿無機燐値はいずれも増加するが、Cortisone 投与群の方が常に非投与対照群よりも低い値を示している。

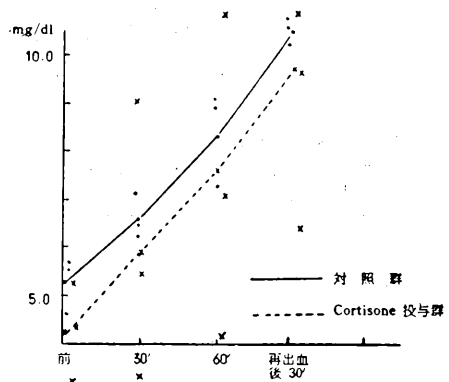
3) 出血ショックの場合

a. 出血量一定性

対照群では第78表に示す如く脱血前の血漿無機燐の

値は平均 5.2mg/dl であるが、脱血につれて次第に増加し、再脱血後30分では平均 10.4mg/dl となり、脱血前に比し平均100%増加している。Cortisone 投与群では第79表に示す如く脱血前の血漿無機燐の値は平均 4.2mg/dl で対照群の脱血前の値より 1.0mg/dl 低い。脱血後は対照群と同様増加し、再脱血後30分値は平均 9.6mg/dl となり、脱血前に比し128%増加している。しかし対照群と較べると平均 0.8mg/dl 低い。

第 33 図



第78表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | | |
|----|----------|---------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 5.4 | 6.9 | 8.7 | 10.4 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 5.6 | 6.2 | 7.0 | 10.1 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 4.6 | 6.6 | 8.9 | 10.6 |
| 平 | 均 | 5.2 | 6.6 | 8.2 | 10.4 |

第79表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | | |
|----|----------|---------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 5.2 | 9.1 | 12.7 | 13.1 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 3.1 | 3.2 | 4.1 | 6.1 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 4.3 | 5.3 | 6.8 | 9.6 |
| 平 | 均 | 4.2 | 5.9 | 7.5 | 9.6 |

第80表 平 均 値

| Cortisone | P mg/dl | | | |
|-----------|---------|--------|--------|---------|
| | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 無投与 | 5.2 | 6.6 | 8.2 | 10.4 |
| 投与 | 4.2 | 5.9 | 7.5 | 9.6 |

第80表、第33図における如く対照群と Cortisone 投与群を比較するに脱血について両群とも次第に血漿無機磷の値は増加するが Cortisone 投与群の方が常に対照群よりも低い。

b. 血圧一定性

対照群では第81表に示す如く血漿無機磷の値は平均 5.4mg/dl である。脱血後血圧を 50mmHg に低下させた場合の血漿無機磷は平均 7.0mg/dl となり、脱血前に比し64.8%増加している。また更に脱血して血圧を 30mmHg に低下した場合平均 9.6mg/dl となり、脱血前正常値に比し77.7%増加している。Cortisone 投与群では第82表の如く脱血前の血漿無機磷の値は平均 4.0mg/dl で対照群より平均 1.4mg/dl 低い。血圧を 50mmHg に低下させた場合平均 5.3mg/dl で脱血前に比べ 27.5%増加しているが対照群に較べると平均 1.7mg/dl 低い。更に血圧を 30mmHg に低下させた場合平均 6.3mg/dl となり脱血前に比し平均57.5%の増加を示している。しかし対照群に較べると 3.3mg/dl 低い。

第83表、第34図に示す如く対照群と、Cortisone 投

第81表 対 照 群

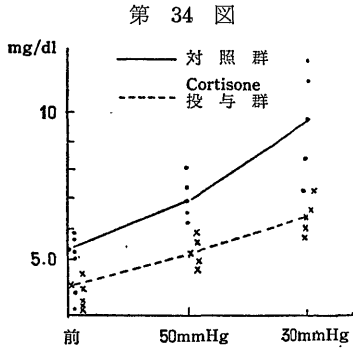
| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | |
|----|----------|---------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 72 | ♂ 8.9kg | 5.1 | 6.5 | 8.7 |
| 73 | ♂ 10.0kg | 5.2 | 8.1 | 11.7 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 5.8 | 6.1 | 6.9 |
| 75 | ♂ 13.5kg | 5.6 | 7.2 | 11.2 |
| 平 | 均 | 5.4 | 7.0 | 9.6 |

第82表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | P mg/dl | | |
|----|----------|---------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 76 | ♂ 10.2kg | 4.0 | 5.4 | 6.2 |
| 77 | ♀ 9.4kg | 3.4 | 5.0 | 5.7 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 4.5 | 5.0 | 7.1 |
| 80 | ♂ 12.2kg | 3.4 | 5.9 | 6.3 |
| 平 | 均 | 4.0 | 5.3 | 6.3 |

第83表 平均 値

| Cortisone | P mg/dl | | |
|-----------|---------|--------|--------|
| | 出 血 前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 無 投 与 | 5.4 | 7.0 | 9.6 |
| 投 与 | 4.0 | 5.3 | 6.3 |



与群を比較するに出血量一定性の場合と同様脱血につれて血漿無機磷値は両群とも次第に増加するが, Cortisone 投与群の方が常に対照群より低い。

以上要約するに, 血漿無機磷の値は Cortisone 投与により処置前においては平均 1.0~1.8mg/dl 低下する。緊縛, 手術, 出血等の実験的ショックを起すときは時間の経過につれ漸次増加する。

しかしいずれの場合にも Cortisone を前投与してある方の血漿無機磷の値は非投与群より低い値を示している。

即ちショックに際し Cortisone は血漿無機磷の増加するのを抑制するように作用することを知る。

5. 血漿カルシウム

1) 緊縛ショックの場合

正常対照群の血漿カルシウムの値は第84表の如く平均 10.8mg/dl である。緊縛解除直後一時上昇して平均 11.3mg/dl となる。しかしその後漸次下降し, 緊縛解除後6時間では平均 9.9mg/dl となり緊縛前に

第84表 対 照 群

| 番号 | 性・体量 | Ca mg/dl | | | | |
|-----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2 時間 | 4 時間 | 6 時間 |
| 50 | ♂ 2.0kg | 10.2 | 10.2 | 10.6 | 10.0 | 9.8 |
| 51 | ♂ 2.6kg | 12.2 | 12.4 | 13.0 | 11.2 | 10.5 |
| 52 | ♂ 1.8kg | 10.2 | 10.4 | 12.0 | 10.1 | 9.6 |
| 53 | ♀ 2.0kg | 11.4 | 11.5 | 13.2 | 10.5 | 9.9 |
| 54 | ♂ 2.2kg | 12.0 | 12.8 | 12.8 | 11.1 | 10.0 |
| 55 | ♀ 2.5kg | 10.8 | 10.6 | 11.1 | 9.8 | 9.5 |
| 平 均 | | 11.1 | 11.3 | 12.1 | 10.5 | 9.9 |

第85表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体量 | Ca mg/dl | | | | |
|-----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 緊縛前 | 解除直後 | 2 時間 | 4 時間 | 6 時間 |
| 56 | ♂ 2.0kg | 11.3 | 12.2 | 11.0 | 10.2 | 8.7 |
| 57 | ♂ 2.2kg | 10.4 | 11.0 | 10.5 | 9.0 | 8.8 |
| 58 | ♀ 1.9kg | 11.0 | 11.3 | 10.9 | 9.6 | 8.9 |
| 平 均 | | 10.9 | 11.5 | 10.8 | 9.6 | 8.8 |

第86表 平 均 値

| Cortisone | Ca mg/dl | | | | |
|-----------|----------|------|------|------|------|
| | 緊縛前 | 解除直後 | 2 時間 | 4 時間 | 6 時間 |
| 無 投 与 | 11.1 | 11.3 | 12.1 | 10.5 | 9.9 |
| 投 与 | 10.9 | 11.5 | 10.8 | 9.6 | 8.8 |

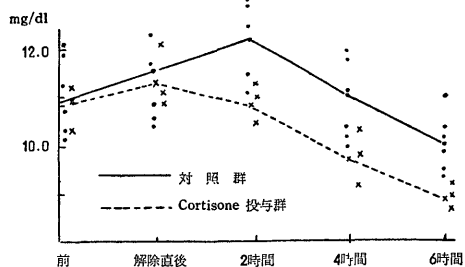
比し平均 8.3% の減少を認める。Cortisone 投与群の血漿カルシウムの値は第85表の如く緊縛前10.9mg/dl で正常対照群と殆んど差がない、緊縛解除直後には対照群と同様一時上昇し、平均 11.5mg/dl となる。しかし緊縛解除後対照群と同様漸次減少し、解除後 6 時間で平均 8.8mg/dl となり、緊縛前に比し 19.2% の減少を示している。

即ち第86表、第35図に示す如く対照群及び Cortisone 投与群とも緊縛解除後血漿カルシウム値は一時上昇し、その後漸次減少する。しかし Cortisone 投与群の方は対照群に較べショック時には減少の度合いが平均10.9%大である。

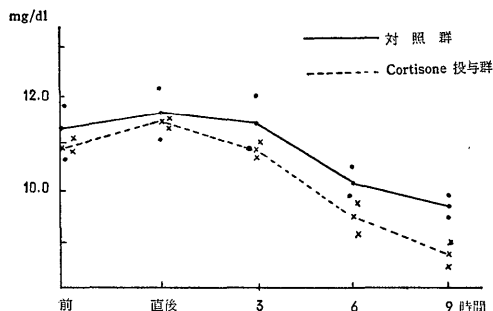
2) 手術ショックの場合

正常対照群の血漿カルシウムの値は平均 11.3mg/dl であるが、手術直後の値は平均 11.6mg/dl となり、術前に較べ増加している。しかし手術後時間の経過と共に減少し、手術後 9 時間では平均 9.7mg/dl となり、術前に比し平均14.1%の減少を認める。Cortisone 投与群の血漿カルシウムの値は第87表の如く術前においては平均 10.9mg/dl で対照群より 0.4mg/dl 低い、手術直後の値は平均 11.5mg/dl となり術

第 35 図



第 36 図



第87表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Ca mg/dl | | | | |
|----|----------|----------|------|------|------|------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 59 | ♂ 11.5kg | 10.7 | 11.0 | 10.8 | 10.3 | 9.8 |
| 61 | ♀ 9.5kg | 11.8 | 12.2 | 11.9 | 10.0 | 9.5 |
| 平均 | | 11.3 | 11.6 | 11.4 | 10.2 | 9.7 |

第88表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Ca mg/dl | | | | |
|----|---------|----------|------|------|------|------|
| | | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 62 | ♂ 9.0kg | 11.0 | 11.5 | 10.9 | 9.2 | 8.9 |
| 63 | ♂ 9.4kg | 10.8 | 11.4 | 10.8 | 9.7 | 8.5 |
| 平均 | | 10.9 | 11.5 | 10.9 | 9.5 | 8.7 |

第89表 平均 値

| Cortisone | Ca mg/dl | | | | |
|-----------|----------|------|------|------|------|
| | 手術前 | 手術直後 | 3 時間 | 6 時間 | 9 時間 |
| 無 投 与 | 11.3 | 11.6 | 11.4 | 10.2 | 9.7 |
| 投 与 | 10.9 | 11.5 | 10.9 | 9.5 | 8.7 |

第90表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Ca mg/dl | | | |
|----|----------|----------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 65 | ♂ 8.8kg | 12.0 | 12.8 | 11.8 | 11.0 |
| 66 | ♀ 9.5kg | 10.4 | 11.0 | 10.0 | 9.7 |
| 67 | ♂ 11.3kg | 11.2 | 13.1 | 11.8 | 11.0 |
| 平均 | | 11.2 | 12.3 | 11.2 | 10.6 |

第91表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Ca mg/dl | | | |
|----|----------|----------|--------|--------|---------|
| | | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 68 | ♂ 9.0kg | 10.5 | 11.2 | 10.3 | 10.0 |
| 69 | ♂ 13.4kg | 11.2 | 12.9 | 11.2 | 9.7 |
| 70 | ♂ 10.5kg | 10.8 | 12.1 | 11.1 | 10.5 |
| 平均 | | 10.8 | 12.1 | 10.9 | 10.1 |

第92表 平均 値

| Cortisone | Ca mg/dl | | | |
|-----------|----------|--------|--------|---------|
| | 出血前 | 出血後30分 | 出血後60分 | 再出血後30分 |
| 無投与 | 11.2 | 12.3 | 11.2 | 10.6 |
| 投与 | 10.8 | 12.1 | 10.9 | 10.1 |

前よりも上昇しているが、その後漸次減少し平均 8.7 mg/dl となり術前値に比して20.1%減少している。

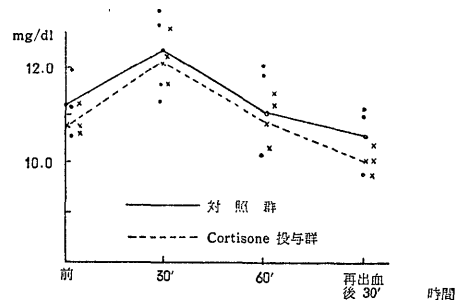
即ち手術ショックの場合の血漿カルシウム量は、Cortisone 投与群も非投与群もいずれも手術直後の値は術前値に較べ増加しているがその後漸次減少し、第89表の如く術後9時間値を見るに Cortisone 投与群の方は術前値に較べ平均20.1%の減少をまた非投与対照群の方は14.1%の減少が見られる。且その減少の度合は第36図の如く Cortisone 投与群の方が常に低い値を示している。

3) 出血ショックの場合

a. 出血量一定性

正常対照群の脱血前血漿カルシウムの値は第90表に示す如く平均 11.2mg/dl である。脱血後30分の血漿カルシウムの値は平均 12.3mg/dl で出血前に較べ増加している。しかし60分後には減少して術前値に復している。再脱血後30分では平均 10.6mg/dl となり、出血前に比し5.3%の減少を認める。Cortisone 投与群では第91表の如く脱血前の血漿カルシウムの値は平均 10.8mg/dl で対照群より 0.4mg/dl 低い。第1

第 37 図



回脱血後30分の血漿カルシウム値は平均 12.1mg/dl となり、脱血前に比し 1.3mg/dl 増加している。再出血後30分の血漿カルシウム値は平均 10.1mg/dl となり、脱血前値に比し6.5%の減少である。即ち第92表、第37図に示す如く脱血量一定性の場合血漿カルシウム量は第1回の脱血後30分においては Cortisone 投与群も非投与群もいずれも脱血前に較べ増加している。しかし60分後には両群とも減少してほぼ出血前の値に復している。再脱血後30分の血漿カルシウム量は

第93表 対 照 群

| 番号 | 性・体重 | Ca mg/dl | | |
|----|----------|----------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 72 | ♂ 8.9kg | 12.6 | 11.5 | 10.1 |
| 73 | ♂ 10.0kg | 11.8 | 10.4 | 10.2 |
| 74 | ♀ 10.0kg | 12.0 | 11.6 | 10.3 |
| 75 | ♂ 13.5kg | 11.7 | 11.1 | 9.4 |
| 平均 | | 12.0 | 11.2 | 10.0 |

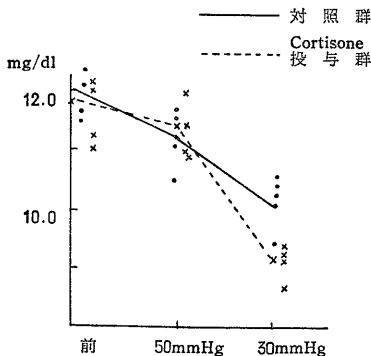
第94表 Cortisone 投与群

| 番号 | 性・体重 | Ca mg/dl | | |
|----|----------|----------|--------|--------|
| | | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 76 | ♂ 10.2kg | 12.3 | 11.8 | 9.2 |
| 77 | ♀ 9.4kg | 12.1 | 11.2 | 9.3 |
| 78 | ♂ 13.0kg | 11.3 | 11.0 | 9.0 |
| 80 | ♂ 12.2kg | 11.0 | 11.0 | 8.7 |
| 平均 | | 11.9 | 11.3 | 9.1 |

第95表 平均 値

| Cortisone | Ca mg/dl | | |
|-----------|----------|--------|--------|
| | 出血前 | 50mmHg | 30mmHg |
| 無 投 与 | 12.0 | 11.2 | 10.0 |
| 投 与 | 11.9 | 11.3 | 9.1 |

第 38 図



更に減少し、いずれも脱血前の値に較べると低いが、Cortisone 投与群の方が非投与対照群に較べ 1.2% 減少度が大である。

b. 血圧一定性正常対照群の脱血前血漿カルシウムの値は第93表の如く平均 12.0mg/dl で、血圧を 50 mmHg に低下させた場合の血漿カルシウムは、平均

11.2mg/dl となり、脱血前よりも低下している。更に脱血して血圧を 30mmHg に低下させた場合の血漿カルシウム量は更に低下して平均 10.0mg/dl となり、脱血前に較べ平均16.6%減少している。Cortisone 投与群の出血前の血漿カルシウムの値は第94表の如く平均 11.9mg/dl となる。血圧を 50mmHg に低下させた場合の血漿カルシウムの値は平均 11.3 mg/dl となり、脱血前より低下している。更に血圧を 30mmHg に低下させた場合の血漿カルシウム量は平均 9.1mg/dl となり脱血前に較べ平均23.5%減少している。

即ち血圧一定性の場合、血漿カルシウムは第95表、第38図における如く対照群も Cortisone 投与群もいずれも血圧 50mmHg に低下させると出血前に較べ減少している。更に脱血して血圧を 30mmHg に低下させた場合、両群とも更に減少しいずれも出血前の値に較べると低いが、Cortisone 投与群は常に対照群より低い値を示している。

以上要約するに血漿カルシウム量は出血前においては対照群と Cortisone 投与群との差は僅か 0.4~0.1 mg/dl で殆んど変動が見られない。緊縛手術、出血等の実験的ショックを起した場合の血漿カルシウム量はこれら操作直後に一時上昇するもショックに陥るに従い、漸次減少する。

しかして Cortisone 投与群の方が非投与群に較べ常に低い値を示しており、その平均減少度は 6.2% である。

考 察

ショック時における血漿電解質に関する報告文献は近年特に多く、Rabboni (1934), Scudder (1940), Aschworth (1942), Selye (1941), Davis (1949), Beecher (1947), Grant (1951), 重傷研究班 (1952), 飯島, 新井ら動物実験においてまた臨床例において幾多の業績が報告されている。

Baumann and Kurland が動物実験において副腎皮質機能不全の際に水分・電解質代謝の影響されることに着目して以来、Laeb and Atchley (1933), Harrop (1933), Swingle らは副腎皮質ホルモンに関する沢山の研究を報告している。Harrop 及び Swingle は実験的に副腎摘出動物においては血中 Na, Cl は低下、血中Kは増加する。一方 Na, Cl の尿中排泄量が増加すると共に尿素量の排泄も増加すると報告している。更にまた Swingle 一派は副腎摘出後の臨床症状が30余りの点でショックに似ていることを主張している。また Selye (1950) は生体における副腎皮質機能が外来侵襲に対し著明に反応することを Stress

説を以て説明している。

朝倉は犬を用いて実験的にイレウスを起させショック状態とした際の Na, Cl, K の変動につき調べ、次のように報告している。即ちショック時には血清 Na 量は平均 -15.5%, 血清 Cl 量は平均 -15.8% 減少し、血清 K 量は、平均 37.8% 増加するといっている。

第 2 編の実験において緊縛、手術、脱血等の実験的ショックの際の血中電解質の変動につき検討せる結果前記朝倉の報告と同様ショック時には、いずれも血漿 Na 値の減少を認む。即ち緊縛ショック時には平均 6%, 手術ショック時には平均 15.1%, 出血ショック時には出血量一定性のとき平均 12.2%, 血圧一定性のとき平均 13.8%, いずれも正常時の血漿 Na 量に比し減少している。

しかし Aschworth and Kregel は臨床例においてはショック時に血漿 Na 値は ± 1% 以内の変動が認められるのみでこの程度では生理的変動内にあり、従つてショックに際しては臨床的には Na の変動は余り著明ならずとしている。

血漿 Cl の変動に関する第 3 章の実験の結果もまた前記朝倉の報告と同様ショックの場合にいずれも減少せるを認む。即ち緊縛ショックのときは平均 18.5%, 手術ショックのときは平均 12.5%, 出血ショックのときは平均 6.7% 減少す。更に Stewart and Rourke はショック時には血中 Cl の減少が認められることを報告し、次のように説明している。即ちショックの際に赤血球内へヘモグロビンの解離度の減少により Cl が赤血球内より細胞内へ移行するために Cl は減少するという。次に血漿 K については Scudder, Fhaler, Fox, Aschworth, 飯島等はいずれもショックに際しては血漿 K 量の増加が認められるといっている。第 2 編の血漿 K の変動に関する実験結果を見るに飯島らの報告せる如く本実験においてもまたショック時にいずれも血漿 K の増加が認められる。即ち緊縛ショック時平均 28.8%, 手術ショック時平均 26.7%, 出血ショックのときは平均 26.5% 増加している。Thaler, Fox はショック時における血中 Na, Cl, K の変動に関して次のように説明している。即ちショック時に血漿 Na, 血漿 Cl はよく血中より細胞内へ再吸収される。また血漿 K, 血漿無機燐の細胞外への排泄が促進される。なお血漿 K は傷害部から遊離するばかりでなく全身の細胞内から遊離してくるといっている。また Winkler は血漿 K が増加すると心電図は伝導時間の延長, T 波の増高が認められ、遂には心停止を来すとし、かかる心停止は血漿中の K 量が 10mEq/l 以上になると起るが 5~7mEq/l 程度でも心障害が現われるといつて

いる。

ショックに際しては副腎機能が低下して、副腎皮質障害が起り、同時にまた水分・電解質代謝障害が起るとして Fine はこの際副腎皮質ホルモン抽出液 (A. C.E.) を投与すると水分・電解質代謝が正常に復帰すると述べている。しかしかかる際の副腎皮質ホルモンの作用機構の本態に関しては説明多く未だ定説がない。Latopeick は副腎摘出動物においては腎の濾過作用は侵されず、尿細管の再吸収機能にのみ変化を認めている。また Sartorius, Silvett らは副腎皮質ホルモンと水分・電解質代謝との関係について次のように述べている。即ち副腎皮質ホルモンと脳下垂体後葉の抗利尿ホルモンは互に拮抗的に作用する。即ち前者は Na, Cl 排泄を抑制し、後者は Na, Cl の排泄を促進す。且つまた両者共に K に対してはその排泄を促進するといっている。

本編第 3 章の実験において副腎皮質ホルモンとして Cortisone を投与することにより血漿電解質代謝が如何に影響されるかを検討した結果 Cortisone 非投与群ではショックに際し血中 Na は平均 11.8%, 血中 Cl は平均 11.5% 減少し、Cortisone 投与群では血中 Na は平均 9.2%, 血中 Cl は平均 7.8% 減少している。即ち予め Cortisone を投与することによりショックに際しての血中 Na, Cl の減少が抑制されている。次にショック時における血漿 K に関する本実験結果、対照群は平均 24.7%, 一方 Cortisone 投与群は平均 13.2% 増加している。即ち前述のように Cortisone 投与により血漿 K の増加が著明に防止されていることが認められる。

松田は正常動物に Cortisone を投与し血漿無機燐の減少を認めている。本編第 3 章, II, 第 4 節の実験結果を見るに Cortisone 投与により血漿無機燐の減少は第 74 表において平均 1.8mg/dl, 第 77 表において平均 1.7mg/dl, 第 80 表において平均 1.0mg/dl, 第 83 表において平均 1.4mg/dl である。即ち前記の松田の報告せる如く本編においても Cortisone 投与により血中無機燐の減少が認められる。

ショック時における血漿無機燐の変動に関して、Duncan, Mylone, Beecher, 須田, 渋谷らはいずれも動物実験においてショックに際して血中無機燐が著明に上昇することを認めている。本編第 3 章の実験においてショック時における血中無機燐を測定した結果もまた上記報告と同様著明な増加を認める。即ち第 3 章, II, 第 4 節において述べた如く緊縛ショック時は 52.6%, 手術ショック時は 62.7%, 出血ショックにおいて出血量一定性のとき 100%, 血圧一定性のとき 77

%とそれぞれ血漿無機燐の上昇せるを認む。飯島は動物実験において、血中無機燐及び組織無機燐を測定し、外傷ショックにおいては局所のみならず肝その他の組織からも燐が遊離することを認めている。更にまた依田は局所無機燐の上昇機序についてはショックに際し組織より放出された血中無機燐は局所循環障碍のため再び血中へ吸収されるのが障碍される結果であると説明している。

次にショックに際し予め Cortisone を与えることによる血中無機燐の変動につき本編第3章の実験結果を見るに Cortisone 投与群は対照群に較べ常に低い値を示している。即ち前述の如く Cortisone はショックに際しての血中無機燐の増加に対して抑制的に作用している。しかしてショック時における Na, Cl, K, P 等の電解質の変動に対する Cortisone の作用を要約するに、ショック時においては Cortisone 投与群の Na, Cl 低下及び K, P の増加は対照群のそれよりもいずれも軽度である。Fine は前述の如くショックに際して副腎皮質ホルモン抽出液を与えることにより水分電解質は正常値に復するといっているが、本編の実験における実験的ショックの場合には Cortisone を予め与えることにより正常値に較べ電解質代謝の変動は認められるが抑制的に作用していることを知る。

柳沢は動物実験において両側副腎を摘出した場合血清 Ca は著しく減少するといひ、なお無処置の雌家兎に DOCA 2.5mg 及び 10mg を筋肉内注射した場合血清 Ca は漸次低下するといっている。血中 Ca に関する本編第3章の実験成績においては緊縛ショック時平均 8.3%、手術ショック時平均 14.1%、出血ショックにおいて出血量一定性のとき平均 5.3%、血圧一定性の時平均 16.6% の減少を認める。即ち柳沢の報告例と同様実験においてもショックに際して血清 Ca 量は著明に減少せるを認む。

Roote はショックに際して血液酸性度が減少するといひ、渋沢はまたアチドージスに際しては腎よりの酸の排泄に伴い多量の陽イオンが失われるという。本編第3章の実験の結果血液酸性度は前記 Roote, 渋沢らのいえる如く酸性側への移行を示している。即ち緊縛ショックのとき平均 4.0%、手術ショックのとき平均 2.3%、出血ショックのとき平均 5.6% 減少している。

ショック時の血圧については第3章I第1節において Cortisone は血圧下降の防止に役立つことを知つたが、これは血管壁の水分電解質透過性が変化するためだろうと一般にいわれている。なお生存時間については、Cortisone 投与群と対照群とはむしろ

Cortisone 投与群の方が短縮している。これは単に電解質の消長のみでは説明が困難で他の色々の因子により作用されるものと思われる。

結 論

家兎及び犬について緊縛、手術、出血等による実験的ショックの際予め Cortisone を投与することにより血圧、Ht 値、血液 pH、血漿 Na、血漿 Cl、血漿 K、血漿無機燐、血漿 Ca 等の変動が如何に影響されるかを検討し、次の結果を得た。

1) 実験ショックに際していずれも時間の経過に従つて血圧は低下する。しかし予め Cortisone を投与することによりショック群における血圧低下が著しく防止される。

2) ショックに際し Ht 値は対照群、Cortisone 投与群とも時間の経過につれて上昇する。ショック時における Ht 値の増加は対照群で平均 7.5%、Cortisone 投与群で平均 20% である。

3) 対照群、Cortisone 投与群共にショック時において血漿 pH は酸性側に傾くが、Cortisone 投与群の方が対照群よりその程度は軽い。

4) 生存時間は対照群よりむしろ Cortisone 投与群の方が短い。

5) ショック時における血漿 Na 値は対照群及び Cortisone 投与群いずれも正常値よりも減少し、対照群で平均 11.8%、Cortisone 投与群で平均 9.2% 減少している。即ちショック時に Cortisone を投与することにより血漿 Na 値を防止するのに役立つ。

6) Cortisone 投与のみによる血漿 Cl の変動は殆んど認められない。ショック時にはいずれの場合にも正常値に較べ減少し、対照群で平均 -11.5%、Cortisone 投与群で平均 -7.8% である。即ち Cortisone を投与することによりショック時の血漿 Cl の減少が抑制される。

7) 血漿 K の値は Cortisone 投与のみにより軽度に低下する。ショックに際してはいずれも時間の経過と共に次第に増加しその平均増加率は対照群では、24.7%、Cortisone 投与群では 13.2% である。即ちショックに際して Cortisone を投与することにより血漿 K の増加もまた抑制される。

8) 血漿無機燐の値は Cortisone 投与により 1.0~1.8mg/dl 低下する。ショックに際しては時間の経過と共に次第に増加し、Cortisone 投与群は対照群より 0.8~1.9mg/dl 低い値を示している。即ちショックに際して Cortisone を投与することにより血漿無機燐の増加に対してもまた抑制的に働いている。

9) Cortisone 投与のみの血漿 Ca の変動は軽度である。ショックに際してはいずれも処置後一時上昇しショック時においては常に減少し、処置前に比し対照群は 11.1%, Cortisone 投与群は 17.3%減少している。即ち Cortisone はショックに際しての血漿の減少に対して非抑制的である。

文 献

- 1) Stewart, J. D. & Bourke, G. M. : J. Clin. Invest. 19, 413 (1938).
- 2) 飯島 登 : 日外会誌, 51, 715 (1951).
- 3) Swingle, W. W. : Am. J. Physiol. 116, 438 (1936).
- 4) 渋沢喜守雄 : ショックの臨床, 医学書院 (1950).
- 5) 渋沢喜守雄 : 日外会誌, 50, 227 (1949).
- 6) Rosenthal, O. : Am. J. Physiol. 114, 334 (1945).
- 7) Severinghaus, J. W. & Ferrebee, J. W. : J. B. C., 187, 621 (1950).
- 8) 斎藤正行 : 光電比色計による臨床化学検査, 3版 (1950).
- 9) 柳沢文正 : Ca 及び Mg 新定量法と代謝, 文光堂 (1928).
- 10) 吉川春寿 : 臨床医科学, I, 4 版, 協同医書出版社 (1955).
- 11) 吉村寿人 : pH の理論と測定法, 丸善 (1950).
- 12) 渋沢喜守雄 : 日本外科全書, 5 卷, 224, 南江堂 (1954).
- 13) Ashworth, C. J. : Arch. Surg. 44, 829 (1942).
- 14) Beecher, H. K. : Surg. 22, 672 (1947).
- 15) 新井内次 : 日外会誌, 54, 417 (1953).
- 16) Baumann, E. J. & Kurland : J. Biol. Chim. 71, 281 (1927).
- 17) Loeb, R. F., Atchley, D. W., Benedict, E. M., Leland, J. : J. Exp. Med. 57, 775 (1933).
- 18) Harrop, G. A., Soffer, L. J., Ellsworth, Trescher J. H. : J. Exp. Med. 58, 17 (1933).
- 19) Harrop, G. A. : Bulls Tohns Hopkins Hosp., 59, 11 (1936).
- 20) Swingle, W. W. : Am. J. Physiol. 79, 666 (1926).
- 21) Swingle, W. W., Parkins, W. M., Taylor, A. R., Hays, H. W. : Am. J. Physiol. 116, 438 (1936).
- 22) Latspeick, W. D. : Endocrinol., 44, 314 (1949).
- 23) Sartorius, O. W. : Endocrinol., 45, 273 (1949).
- 24) Silvett, H. : Am. J. Physiol. 123, 630 (1938).
- 25) 松田 登 : 内分泌, 3, 156 (1956).
- 26) 石井暢・貴般トミ子・柳沢文正 : 生化学, 27, 357 (1955).
- 27) Aschworth, C. T. & Kregel, L. A. : Arch. Surg. 44, 829 (1942).
- 28) 三宅寿郎 : 日外会誌, 53, 978 (1953).
- 29) 渋沢喜守雄・大野 乾・李 徳義 : 内分泌のつどい, 第 1 集, 110 (1952).
- 30) 朝倉善男 : 日外会誌, 58, 90 (1957).
- 31) 中尾 健 : 副腎皮質ホルモン, 医学書院, (1952).

第 3 編 緊縛ショックにおける脳組織呼吸及びそれに及ぼす Cortisone の影響

ショックに際しての脳組織呼吸に関しては未だ定説なく、Beecher (1913) はネコの出血ショックの重篤な場合でも大脳皮質の好気性代謝には変化がないといひ、或いはまた Schmidt (1945) はショック時脳の流血量の減少により脳酸素消費量は低下するといっている。一方 Rosenthal (1945) は実験的に犬、及び猫に出血ショックを起させ、脳に形態学的変化を招くほど血流を停止せしめても脳酸素消費はよく維持されるといっている。橋本はマウスを用い脳酸素消費を調べその際 Cortisone の影響につき次のように報告している。即ち正常マウスに ACTH, Cortisone, DOCA を 5mg/kg 皮下注射せる結果、間脳の酸素消費量は増加するが、小脳の酸素消費量はむしろ抑制されるという。本編では実験的緊縛ショックに際し脳組織呼吸が如何に影響されるか、またその際における Cortisone

の影響につき以下実験検討す。

実 験 方 法

1. 実験動物

実験条件を一定にするため 24 時間絶食状態とした健康ラットを使用した。なお体重は 100~200g で雌雄の別なく使用した。

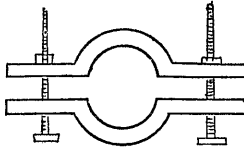
2. ショック惹起方法

ラットの両下肢大腿の根部に金属性の輪 (第 39 図) をはめ、ネチをしめて緊縛し、13~15 時間の後に解除する。緊縛解除後 4~5 時間でラットは動作緩慢、不安状態を呈し、多呼吸、頓死状態となり、ショックに陥る。

3. 測定方法

緊縛解除後 4~5 時間でラットを殺し、直ちに脳

第 39 図



を取り出し、その新鮮な脳組織 0.5~1.0g を速かに Jorsions balance で測り、これに約 2.0cc の 0.89% KCl 液を加えて、Homogenizer(Potter型) 中で肉眼的に乳糜様になるまで磨滅し、これに丁度 9 倍になるように KCl 液を添加した。かく調製された 10% Homogenate の 1.0cc (組織 100mg) をとり Warburg 氏検圧計を用いて、酸素消費量を測定する。恒温槽温度を 37.5°C とし、ガス腔には純酸素を用い、振盪を 1 分間 100 回前後、中央室に 10% KOH 0.3cc を使用し実験条件を一定とする。琥珀酸ソーダは 0.2M, グルタミンソーダは 0.5M 濃度のものを各 0.2cc 使用した。

Warburg 氏旧法により 5 分おきに 30 分値まで測定し、呼吸作用の強さは脳組織重量 100mg の 10 分及び 30 分間に消費した酸素の cmm で表現した。

なお Cortisone は緊縛前毎日 1 回 2 日間及び緊縛直前 1 回それぞれ 5 mg 宛計 15 mg 注射した。

実験成績

1. 固有呼吸の変化

酸素消費量を見るに第96表第40図に示す如く10分値の平均は正常対照群は 7.29 cmm で、ショック群は 6.44cmm である。即ちショック群の酸素消費量は 11.6%低下している。Cortisone 投与群の酸素消費量は 7.13cmm で、対照群に比し僅少であるが 2.1%減少している。

30分値は第97表、第41図に示す如く対照群の平均酸素消費量は 20.45 cmm, ショック群は 18.25 cmm, Cortisone 投与群は 20.05 cmm を示している。即ちショック群の固有呼吸は正常対照群に較べて低下している。しかし Cortisone 投与群の酸素消費量は、Cortisone 非投与群よりも低下軽度にして対照群に近い値を示している。即ち Cortisone は脳の固有呼吸低下を防止するのに役立つものと認められる。

2. 基質添加による酸素消費量

1) 琥珀酸を添加した場合

0.2M琥珀酸ソーダ 0.2cc を加えたときは第98表、第42図に示す如く10分値の平均は正常対照群は 52.01 cmm で、ショック群は 51.49cmm である。即ち対照群とショック群の酸素消費量には有意の差は認めら

れない。Cortisone 投与群の酸素消費量は 48.49cmm で対照群に比し 6.8%の減少を示している。

30分値は第99表、第43図に示す如く対照群の平均酸素消費量は 131.07cmm, ショック群は 129.55cmm, Cortisone 投与群は 126.36cmm を示している。即ち Cortisone 投与群の酸素消費量は対照群及びショック群より低下しているのが認められる。

2) グルタミン酸を添加した場合

0.5M グルタミン酸ソーダ 0.2cc を附加したとき、脳酸素消費量は第100表、第44図に示す如く10分値の平均は正常対照群は 10.39cmm で無添加に較べ 42.7% 増加し、ショック群は 11.84cmm で無添加に較べ 84.6% 増加し、Cortisone 投与群は 10.71cmm で無添加に較べ 50.0% の増加を認める。

即ちショック群は対照群に比し高い値を示し、Cortisone 投与群の酸素消費量は対照群の酸素消費量に近い値を示す。

30分値は、第100表、第101表、第45図に示す如く、対照群の平均酸素消費量は 27.85cmm で無添加に較べ 33.5% 増加し、ショック群は 27.86cmm で無添加に較べ 52.2% 増加し、Cortisone 投与群は 27.45cmm で無添加に較べ 37.4% の増加を認める。

即ち、対照群、ショック群、Cortisone 投与群いずれも酸素消費量に差は認めないが、無添加の酸素消費に比しては、3 者中ショック群が最も増加率が大き、対照群と、Cortisone 投与群は大体同程度の増加率を示している。

考 察

ショック時における各種臓器の組織呼吸については、Rotta and Stannard, Rassel, Wilhelmi, 渋沢, Beecher and Oreig, Schmidt, Hety and Penner ら多数の報告がある。しかしショック時における組織呼吸については、臓器の種類によつてはその業績が一致せず、Rotta, Rassel, Wilhelmi, 渋沢らはショック時においては肝、腎の組織呼吸が低下するという点では大体一致した意見を述べているが、大脳皮質、心筋、腎皮質等の組織呼吸については一致した成績が見られない。

ショック時における脳組織呼吸に関して、Rassel, Schmidt らはラットの実験的出血ショックの際脳切片の組織呼吸は低下するといっている。しかしこれに対して Beecher はネコの実験的出血ショックの際には脳の組織呼吸の低下は認められず、好氣的代謝に変化がないといっている。本編では実験的緊縛ショック時におけるラットの脳を10%ホモチネートとしてその

固有呼吸を測定した結果第96表における如く10分値ではショック群の酸素消費量は対照群に比し平均11.6%低い値を示している。即ち **Rassel, Schmidt** らのラットにおける実験的ショックの場合脳の組織呼吸は低下するという意見と同様本編においては実験的緊縛ショック時に脳固有呼吸の低下が認められる。

ショック時における肝、腎の組織呼吸の低下することについて渋沢はその重要な一因として無酸素症を挙

げている。第1編の実験において実験的緊縛ショックに際して動脈血中酸素ガスが著明に減少し、正常時に比べ約1/4になることが認められた。しかして同様条件下における本編実験的ショック時において上記脳組織の固有呼吸の低下することは上記渋沢の無酸素症を固有呼吸低下の重要な一因なりとせる意見と同様の結果を示しているものと認められる。

焦性ブドウ酸の酸化コースとして **TCA Cycle** を

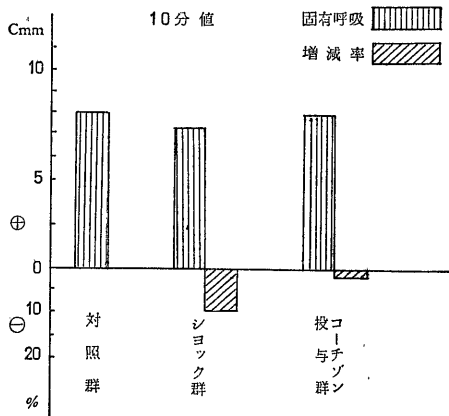
第96表 固有呼吸

| 対 照 群 | | | シ ョ ッ ク 群 | | | Cortisone 投与群 | | |
|-------|------------|-------|-----------|------------|--------|---------------|------------|-------|
| 症 例 | 酸素消費量(cmm) | | 症 例 | 酸素消費量(cmm) | | 症 例 | 酸素消費量(cmm) | |
| | 10分 | 30分 | | 10分 | 30分 | | 10分 | 30分 |
| 91 | 8.13 | 24.76 | 99 | 5.92 | 17.76 | 103 | 7.17 | 21.01 |
| 92 | 8.15 | 24.77 | 100 | 5.92 | 15.53 | 104 | 7.39 | 19.98 |
| 93 | 7.47 | 20.97 | 101 | 7.41 | 20.84 | 105 | 7.39 | 20.70 |
| 94 | 8.01 | 24.35 | 102 | 6.42 | 18.96 | 106 | 6.67 | 18.51 |
| 95 | 6.64 | 19.59 | | | | | | |
| 96 | 6.67 | 19.41 | | | | | | |
| 97 | 6.66 | 18.76 | | | | | | |
| 98 | 6.62 | 18.72 | 平均 | 6.44 | 18.25 | 平均 | 7.13 | 20.05 |
| 平均 | 7.29 | 20.45 | 増減率 % | - 11.6 | - 10.8 | 増減率 % | - 2.1 | - 2.4 |

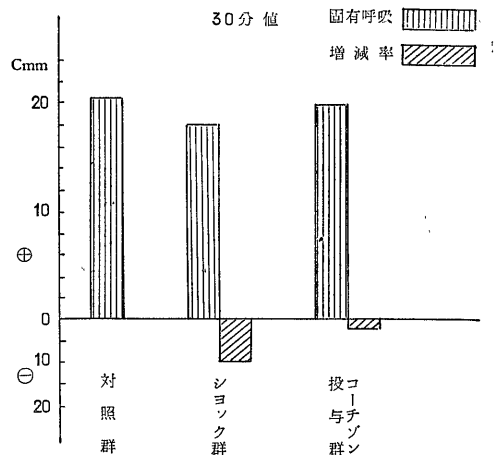
第97表 固有呼吸

| | 例 数 | 10 分 値 | | | 30 分 値 | | |
|--------------|-----|--------|------|------|--------|-------|-------|
| | | 最大値 | 最小値 | 平均値 | 最大値 | 最小値 | 平均値 |
| 対 照 群 | 8 | 8.30 | 6.62 | 7.29 | 24.77 | 18.72 | 20.45 |
| シ ョ ッ ク 群 | 4 | 7.41 | 5.92 | 6.44 | 20.84 | 15.53 | 18.25 |
| Cortisone投与群 | 4 | 7.39 | 6.67 | 7.13 | 21.01 | 18.51 | 20.05 |

第 40 図



第 41 図



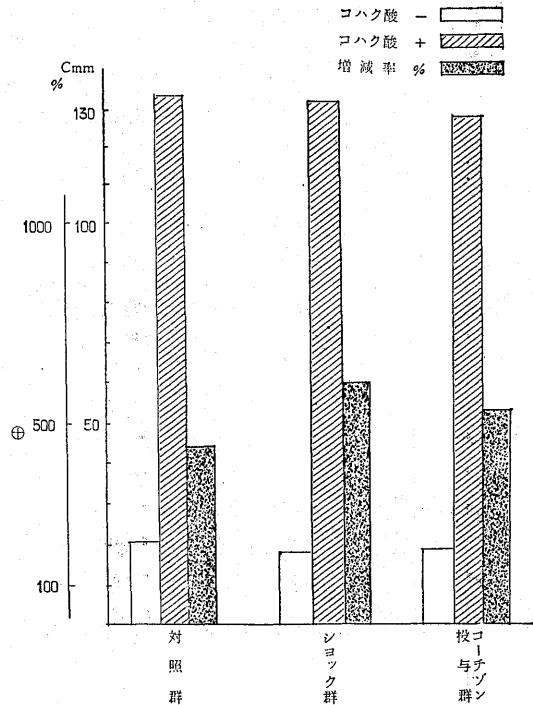
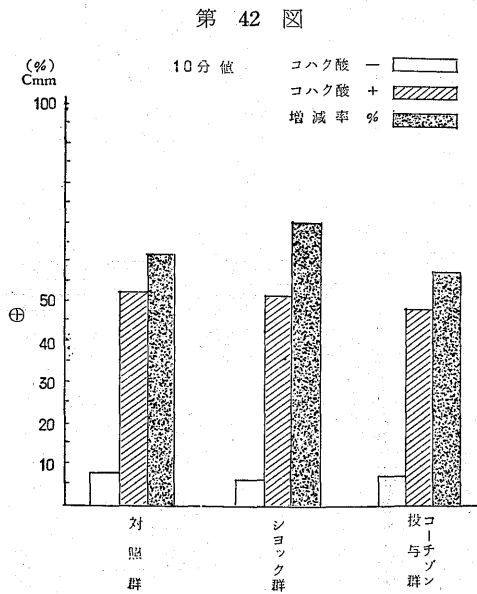
第98表 琥珀酸添加の場合

| 対 照 群 | | | シ ョ ッ ク 群 | | | Cortisone 投与群 | | |
|----------------|-------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------|-------------|--------|
| 症 例 | 酸素消費量 (cmm) | | 症 例 | 酸素消費量 (cmm) | | 症 例 | 酸素消費量 (cmm) | |
| | 10 分 | 30 分 | | 10 分 | 30 分 | | 10 分 | 30 分 |
| 91 | 51.62 | 132.23 | 99 | 42.80 | 120.02 | 103 | 50.40 | 126.95 |
| 93 | 46.45 | 128.82 | 100 | 54.23 | 130.43 | 104 | 50.40 | 123.32 |
| 94 | 58.06 | 133.96 | 101 | 57.90 | 133.18 | 105 | 45.02 | 127.47 |
| 96 | 54.23 | 128.84 | 102 | 55.40 | 138.61 | 106 | 45.02 | 119.82 |
| 98 | 51.65 | 132.50 | 109 | 47.12 | 125.49 | 110 | 51.62 | 134.25 |
| 平均 | 52.01 | 131.07 | 平均 | 51.49 | 129.55 | 平均 | 48.49 | 126.36 |
| 無添加に対する増減率 (%) | + 613 | + 539 | 増減率 (%) | + 700 | + 611 | 増減率 (%) | + 581 | + 542 |

第99表 琥珀酸添加の場合

| | 例 数 | 10 分 値 | | | 30 分 値 | | |
|--------------|-----|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | 最大値 | 最小値 | 平均値 | 最大値 | 最小値 | 平均値 |
| 対 照 群 | 5 | 58.06 | 46.45 | 52.01 | 133.96 | 128.82 | 131.07 |
| シ ョ ッ ク 群 | 5 | 57.90 | 42.80 | 51.49 | 138.61 | 120.02 | 129.55 |
| Cortisone投与群 | 5 | 51.62 | 45.02 | 48.49 | 134.25 | 119.82 | 126.36 |

第 43 図



經由するという説が Coxon, Liebeck and Peters, Buffa and Peters, Krebs, Weil-Malherbe らにより唱えられている。これに対し杉田は TCA Cycle の存在には否定的な意見を述べているが、一般的には現在 TCA Cycle の酸化過程コースの存在が是認されている。杉田は正常モルモットの脳のホモジネートに琥珀酸を添加した場合酸素消費量が著しく増加する

と報告している。杉田の実験結果と同じく本編の実験でも琥珀酸を添加した場合の正常対照群の酸素消費の10分値は無添加に較べて平均613%の増加が認められる。またショック時に琥珀酸を添加した場合の酸素消費量も著しく増加し、添加対照群の酸素消費量の平均値52.01cmm(10分値)に近い値即ち平均51.49cmm(10分値)となり、両者ほぼ等しい呼吸上昇効果を示

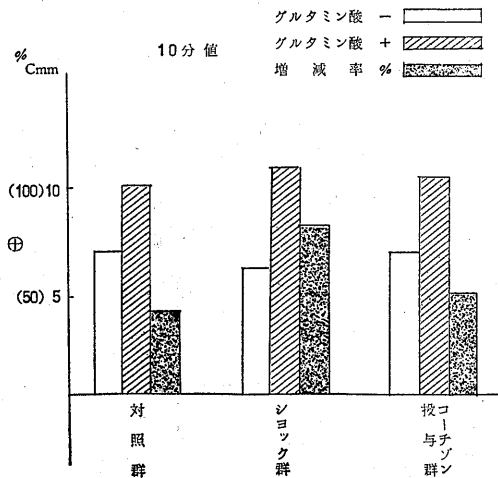
第100表 グルタミン酸添加の場合

| 対 照 群 | | | シ ョ ッ ク 群 | | | Cortisone 投与群 | | |
|---------------|------------|--------|-----------|------------|--------|---------------|------------|--------|
| 症 例 | 酸素消費量(cmm) | | 症 例 | 酸素消費量(cmm) | | 症 例 | 酸素消費量(cmm) | |
| | 10 分 | 30 分 | | 10 分 | 30 分 | | 10 分 | 30 分 |
| 93 | 10.58 | 28.04 | 99 | 12.50 | 27.99 | | 9.62 | 27.12 |
| 94 | 9.03 | 25.08 | 100 | 15.29 | 29.83 | | 10.49 | 26.88 |
| 95 | 10.32 | 29.02 | 101 | 9.57 | 25.93 | | 11.36 | 28.32 |
| 96 | 11.65 | 29.15 | 102 | 9.83 | 26.46 | | 11.36 | 27.49 |
| | | | 109 | 12.24 | 29.09 | | | |
| 平均 | 10.39 | 27.85 | 平均 | 11.84 | 27.86 | 平均 | 10.71 | 27.45 |
| 無添加に対する増減率(%) | + 42.7 | + 33.5 | 増減率(%) | + 84.6 | + 52.2 | 増減率(%) | + 50.0 | + 37.4 |

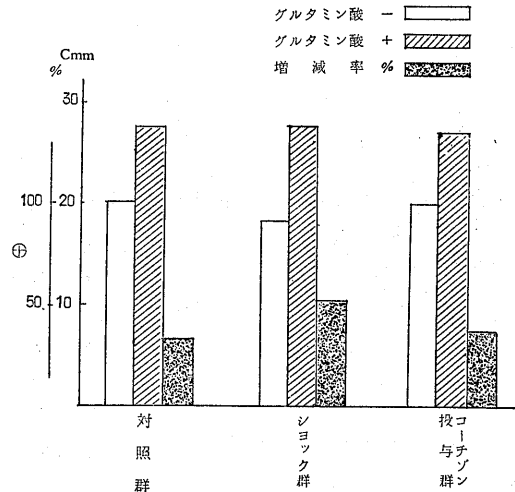
第101表 グルタミン酸添加の場合

| | 例 数 | 10 分 値 | | | 30 分 値 | | |
|--------------|-----|--------|------|-------|--------|-------|-------|
| | | 最大値 | 最小値 | 平均値 | 最大値 | 最小値 | 平均値 |
| 対 照 対 | 4 | 11.65 | 9.03 | 10.39 | 29.15 | 25.08 | 27.85 |
| シ ョ ッ ク 群 | 5 | 15.29 | 9.57 | 11.84 | 29.63 | 25.93 | 27.86 |
| Cortisone投与群 | 4 | 11.36 | 9.62 | 10.71 | 28.32 | 26.88 | 27.45 |

第 44 図



第 45 図



している。

実験的ショック時における肝固有呼吸の低下する場合、琥珀酸添加により肝組織呼吸の増加することについて鈴木は次のように説明している。即ちショック時には焦性ブドウ酸は酸化されるよりも乳酸へ還元される傾向が強くなるために C₄-dicarbon 酸の生成もまた行なわれ難くなる。一方ショック時における肝固有呼吸低下の一因として肝における琥珀酸の如き C₄-dicarbon 酸の欠乏を挙げている。また琥珀酸の添加により酸素消費量の増加するということは Succinoxidase 系が健全であるということを示していると説明している。

以上鈴木の場合は肝組織呼吸に関しての実験であり、本編においては脳組織呼吸について行なつた実験である。しかして本編における脳組織呼吸は鈴木の場合の肝固有呼吸と同様ショック時には脳固有呼吸は低下する。またこの際琥珀酸添加により組織呼吸の増加が認められる。

Weil-Malherbe はグルタミン酸添加により正常動物の脳切片の酸素消費量は100~150%増加すると報告している。杉田もまた脳のホモジネートにグルタミン酸を添加した場合22.2%の上昇を認めている。本編の実験においても正常ラットの脳ホモジネートの酸素消費量はグルタミン酸添加により増加し、10分値で平均42.7%、30分値で平均33.5%の上昇を認める。またショック時には本編の実験で平均 11.84cmm (10分値)であり、対照群で平均 10.39cmm と両者の間に余り差異はない。これはショック時においてもグルタミン酸がよく利用されることを意味する。

ショック時における脳の組織呼吸に及ぼす Cortisone の影響についての報告は殆んど見ない。本編の実験では固有呼吸においてはショック群は対照群に比し平均11.6%減少し、Cortisone 投与群は対照群に比し僅か2.1%低く、対照群に近い値を示している。橋本は正常マウスに皮下注射 5 mg/kg では大脳皮質において最も組織呼吸が増加し、更にまた副腎剥出マウスに Cortisone 5 mg/kg 投与した場合大脳皮質、大脳髄質いずれも有意の差なく、脳幹において著明な減少を見たとき報告している。

以上この実験においてショック時における Cortisone 投与は脳の固有呼吸低下を防止して正常値に近い酸素消費量を示している。一方第2編の実験結果を見るに血漿ナトリウム、血漿クロールの減少及び血漿カリウム、血漿無機磷の上昇は Cortisone を予め投与することによりショックの際これらの変動は改善されている。

以上の実験成績を総合するにショック時に Cortisone を予め与えるることによつて血液所見及び血液電解質が改善されている一方、本編の組織呼吸の成績を見るとショック時には脳の固有呼吸は低下するが、Cortisone を予め投与することによりその固有呼吸の低下が防止されているのが認められる。

結 論

ラットの緊縛ショックにおいて Warburg の検圧計を使用し、10%脳ホモジネートの10分間及び30分間の酸素消費量を測定し、次の結果を得た。

1) ショック群の脳固有呼吸は対照群の酸素消費量より低下する。ショックの際に Cortisone を投与した場合には、対照群との間に有意の差が認められない。即ち Cortisone は固有呼吸低下を阻止するように作用している。

2) 琥珀酸添加により、ショック群及び Cortisone 投与群の呼吸上昇効果は著明である。これら両群と琥珀酸添加の対照群との間に酸素消費量の有意の差は認められない。

3) グルタミン酸ソーダを添加した場合、ショック群及び Cortisone 投与群共に呼吸上昇効果は認められ、特にショック群において著明である。また Cortisone 投与群と正常対照群との間には酸素消費量において有意の差が認められない。

稿を終るに当り、御懇篤な御指導、御校閲を賜つた 熊登御堂 進名譽教授、村義雄助教授、逸見稔博士、並びに 第一外科学教室 卜部美代志教授に深謝する。

文 献

- 1) Beecher, H. K., Simeone, F. A. : Surgery, 22, 672 (1947).
- 2) 渋沢喜守雄 : 日本外科全書, 5巻, 232, 南江堂 (1954).
- 3) 橋本芳郎・山本博信 : 日本薬理学雑誌, 49, 98 (1953).
- 4) 上杉直吉 : 社会医学雑誌, 1151 (1928).
- 5) 八木国夫 : ワールブルグ検圧器, (化学の領域増刊) 13, 160 (1954).
- 6) Warburg, O. : Über den stoffwechsel der Tumorem, Springer-Berlin. (1926).
- 7) 藤田秋治 : 検圧法と其の応用, 東京, 岩波書店, (1949).
- 8) Rosenthal, O., Shenkin, H. & Drabkin, D. L. : Am. J. Physiol. 144, 334 (1945).
- 9) 渋沢喜守雄 : ショックの臨床, 東京, 医学書院, (1956).
- 10) 鈴木忠彦 : 日本外科学会雑誌, 51, 558 (1950).
- 11) Coxon, R. V. & Peters, R. A. : Biochem. J 45, 320 (1949).

- 12) **Coxon, R. V. & Peters, R. A.** : *Biochem. J.* 46, 300 (1950). 13) **Abood, L. G. & Gerard, R. W.** : *Am. J. Physiol.* 168, 739 (1922). 14) **Abood, L. G., Gerard, R. W. & Ochoa, S.** : *Am. J. Physiol.* 171, 134 (1925). 15) **Banga, I., Ochoa, S. & Peters, R. A.** : *Biochem. J.* 33 (1939).
- 16) **Buffa, P. & Peters, R. A.** : *Am. J. Physiol.* 110, 488 (1949). 17) **Weilmalherbe, H.** : *Biochem. J.* 31, 299 (1937). 18) **Ochoa, S.** : *J. Biol. Chem.* 118, 751 (1941). 19) 杉田幸男 : 日本外科学会雑誌, 58, 248 (1957). 20) 中脩三 : 中脩三編, 神経化学, 221 (1954).

Abstract

I. Morphological Changes of Blood and Renal Tissue Metabolism in Tightly Binding Shock

Blood pressure, rectal temperature, morphological change of blood and renal tissue metabolism were studied in rabbits of shock produced by tight binding. After the release of tight binding, blood pressure and rectal temperature gradually decreased to 54mmHg and 36.1°C 5 hours later, respectively. Hemoglobin content, red blood cells, specific gravity of whole blood and Ht ratio increased gradually, while white blood cells temporarily increased but it decreased thereafter. Blood circulating time markedly retarded. Oxygen content in arterial blood showed a transient increase being followed by decrease thereafter restoring to normal. Renal blood flow decreased gradually, and renal tissue respiration returned to normal after a temporary increase.

II. Changes in Electrolytes and Influence of Cortisone on Electrolytes Metabolism in Various Shocks

Shock state was produced experimentally in rabbits and dogs by tight binding, operation and massive bleeding, and blood pressure, Ht ratio, blood pH and influence of cortisone on plasma electrolytes were studied. In all types of shocks, blood pressure decreased, Ht ratio increased, blood pH moved on the acid side, plasma Na, Cl and Ca markedly decreased and plasma K and non-organic phosphorus markedly increased. When cortisone was administered previously, decrease in blood pressure and change in blood pH were prevented, Ht ratio being markedly increased. Changes in plasma Na, Cl, K and non-organic phosphorus were also prevented by cortisone, whereas decrease in plasma Ca could not be prevented.

III. Tissue Metabolism of the Brain and Influence of Cortisone on It in Shock Produced by Tight Binding

The tissue metabolism of the brain of rats with the shock produced by tight binding was determined by the use of Warburg's manometer, and the influence of cortisone on the tissue metabolism was studied. In shock state, the proper tissue metabolism of the brain showed a decrease of 11.6 per cent compared with the control animals. When cortisone was, however, administered previously, the decrease was as small as 2.1 per cent of the control, showing almost similar oxygen consumption as in normal animals. It is assumed that cortisone is very effective in preventing changes in blood findings, in blood electrolytes and proper tissue metabolism of the brain.