

氏 名（本籍） さい 齊 とり 藤 たけ 武 ひさ 久

学 位 の 種 類 医 学 博 士

学 位 記 番 号 医 博 第 6 8 6 号

学位授与年月日 昭和 4 5 年 3 月 2 5 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 1 項該当

研究科専門課程 東北大学大学院医学研究科  
（博士課程）外科学系専攻

学位論文題目 Cryor tinopexy に関する実験的研究：冷凍  
時の眼内温度変化について

（主 査）

論文審査委員 教授 桐 沢 長 徳 教授 田 崎 京 二

教授 鈴 木 泰 三

# 論 文 内 容 要 旨

## I 研究 目 的

網膜剥離に対する手術として近年冷凍手術が実用化されるに至つたが、これに関する実験的研究は少ない。冷凍作用が強固な網脈絡膜の癒着を生じる事は以前より明かであり、冷凍による眼球の組織学的変化については多くの検討がなされているにも拘らず、冷凍による眼内の温度変化についての系統的研究は見られない。私は今回、眼球の一定箇所へ冷凍を作用させた際の眼内温度変化を検討し、冷凍手術に対する至適な条件を見出し、かつ冷凍の眼組織に及ぼす影響の検討を試みた。

## II 実 験 方 法

実験動物は3 Kg前後の成熟白色家兎を用いた。冷凍装置はキーラー社製アモイルス冷凍手術装置を用いた。温度計測には0.25 mm径のシーメンス熱電対(クロメルアルメル、フリツプス社製サーモアツクス2 A B Å C O 25)と松下通信工業製の高感度ペンレコーダー(V P - 6 5 4 A)を用い、記録紙に記録した。実験にあたり室温を21°C~23°Cに保つた。ミドリン散瞳後兎を固定、2%プロカイン球後麻酔を行い上下の眼筋を切断して眼球を脱球させた。12時方向の赤道部や、輪部寄りの所をメスで強膜切開を加え、この開口より熱電対を刺入し、対側の赤道部網膜内面に密着させる。(1)網膜内面に対して強膜側より手術装置の先端を軽くあて、-60°C1分間の冷凍を加え、その温度変化を記録した。(2)次いで網膜内面より2.5 mm, 5 mm, 7.5 mm, 10 mmの距離にある硝子体中の温度変化も測定した。これらの測定中は検眼鏡で眼底を直接見ながら熱電対が正しい位置にある事を確認した。(3)強膜表面でも、手術部位の先端の中心部及これより2 mm, 4 mm, 6 mmの距離で温度を測定した。

## III 実 験 結 果

(1)網膜内面の温度変化:手術装置のスイッチを入れると、約0.5秒(14眼平均)より急激な温度降下が見られ、3~7秒(平均4.9秒)で0°Cに達する。さらに1.5秒で全経過の90%の温度降下が見られ、以後次第に降下速度が緩かとなり、一部のものは平衡状態を示す。最低温度は-9.0°Cより-18.6°Cの間で14眼平均-12.7°Cであつた。冷凍開始時の温度は31.3°Cで、冷凍により4°Cの温度降下が見られた。スイッチを切つた後、0°Cに回復するまでの曲線は、前の経過を逆転した曲線を示し、初め急な上昇で、0°Cに近づくに従い緩かな上昇となつた。この間は平均13.3秒を要した。0°Cより30°Cまでの回復は91.6秒かかり、初期の急な上昇の後次第に緩かとなり、ついには平衡状態を示すものもあつた。以上のごとく、この部位では三つの相が見られる経過を取つた。検眼鏡のには、スイッチを入れると間もなく、黄白色半透明の円形斑が現れ、急速に拡大し一定の大きさになつた。スイッチを切ると数秒後に斑は消失するが、この消退は網膜内

面の温度が0℃に近づいた時に起つた。斑の消失と同時に脈絡膜の血行再開が見られた。この冷凍斑の縁に接して熱電対を置き、最低温度3.4℃、-2.3℃、2.3℃、平均1.1℃を得た。(2)硝子体中の温度変化：硝子体中では緩かな下降と上昇の二つの相を持つた曲線が得られた。下り始めの時間は、2.5mm=2.4秒、5mm=7.5秒、7.5mm=9.8秒、10mm=12.3秒、最低温度に至る時間は、2.5mm=6.6秒、5mm=7.8秒、7.5mm=13.3秒、10mm=16.6秒であつて、この時点でそれぞれ19.6℃、28.2℃、31.4℃、33.5℃であつた(各5眼平均)。(3)強膜表面の変化：中心部は、網膜内面の曲線に類似し、三つの相が見られた。下り始め0.4秒、0℃に至る時間0.9秒、最低温度は-3.5℃である。冷凍開始時の26.5℃から61.5℃の温度降下であつた。3.1秒で90%の降下を示していた。2mmでは水分を除いた場合1.2℃及5℃であつたが、水分が多いと熱電対が氷に包まれ、-1.4℃に降下した。4mm、6mmは硝子体内に類似し、4mmは6.4秒後1.5℃、6mmは7.5.4秒後2.6.3℃と最低温度を記録した。

#### IV 考 按 及 結 論

網膜の脈絡膜への癒着は、網膜が氷結する事により達成されると考えられるが、過度の低温は組織の高度な萎縮や術後の出血を招く事が報告されている。冷凍時間の決定に当り、網膜の氷結点よりやや低目の温度を目標をおくと、-60℃の冷凍の場合は約4~5秒が至適な条件であろう。この場合温度降下が急な時点であるから、わずかな時間延長が過冷却を招く危険がある。11.5秒で-7.3℃に下る事からも、時間だけを得る最少限に止める必要があると思われる。装置の先端の温度が装置の内蔵の温度計にて-60℃を示しているにも拘らず、これに接した強膜面で-3.5℃に留まるのは、先端と強膜の間に水の層が発生するためと考えられる。網膜内面と2.5mm離れた硝子体内で温度が19.6℃にしか下らず、網膜内面とは実に3.2℃以上の差となつた。この事は実際の手術に適用するに当り、一つの限界を示すものと考えられる。網膜内面と硝子体の温度が連続的に変化していると考えれば、グラフ上より0℃の点は、網膜内面より約1mmの所にあたる。これは検眼鏡的に約3Dの距離であり、3D以上の距離は実際にまれではない。強膜穿刺を行えるジアナルミー凝固に比し、強膜穿刺を行わない冷凍手術においては、この点から距離の強度なものに対して、その作用の及ぶ限界を考慮しなければならぬ。強度の距離に対しては、何らかの方法で網膜下液の排除をした後に行うべきであると結論される。

## 審 査 結 果 の 要 旨

網膜剝離に対する手術として近年冷凍手術が実用化されるに至つたが、これに関する実験的研究は少ない。著者は、眼球の一定箇所を冷凍を作用させた際の眼内温度変化を検討し、冷凍手術に対する至適な条件を見出し、かつ冷凍の眼組織に及ぼす影響の検討を試みた。

### 1 実 験 方 法

実験動物は成熟白色家兎、冷凍装置はキラー社製アモイルス冷凍手術装置を用いた。温度計測には0.25mm径のシーチ熱電対(クロメルアルメル、サーモコアックス)と松下通信工業製の高感度ペンレコーダーを用いた。散瞳後兎を固定、球後麻酔を行い、眼球を脱臼させ、輪部寄りに強膜切開を加え、この創口より熱電対を刺入し、対側の赤道部網膜内面に密着させ、強膜側より $-60^{\circ}\text{C}$ 1分間の冷凍を加え、その温度変化を記録した。次いで網膜内面より2.5mm, 5mm, 7.5mm, 10mmの距離にある硝子体中の温度変化も測定した。強膜表面でも冷凍部中心部及びこれより2mm, 4mm, 6mmの距離で温度変化を測定した。

### 2 実 験 結 果

(1)網膜内面の温度変化；冷凍開始後約0.5秒より急激な温度降下が見られ、3~7秒で $0^{\circ}\text{C}$ に達する。さらに1.5秒で全経過の90%の温度降下が見られ、以後次第に降下速度が緩かとなり、一部のものは平衡状態を示す。最低温度は平均 $-1.27^{\circ}\text{C}$ で、冷凍開始時の温度 $3.13^{\circ}\text{C}$ より $4.4^{\circ}\text{C}$ の温度降下が見られた。冷凍中止後、 $0^{\circ}\text{C}$ に回復するまでの曲線は、大体、上記経過を逆転した曲線を示し、初め急な上昇で、 $0^{\circ}\text{C}$ に近づくに従い緩かな上昇となつた。即ち、 $0^{\circ}\text{C}$ までには平均1.33秒、 $0^{\circ}\text{C}$ より $30^{\circ}\text{C}$ までは9.6秒を費し、全経過曲線は三相を示した。検眼鏡的には、スイッチを入れると間もなく、黄白色半透明の円形斑が現われ、急速に拡大し、一定の大きさに達し、冷凍中止後数秒後に斑は消失するが、この消退は網膜内面の温度が $0^{\circ}\text{C}$ に近づいた時に起つた。斑の消失と同時に脈絡膜の血行再開が見られた。この冷凍斑の縁では、最低温度の平均は $1.1^{\circ}\text{C}$ を得た。

(2)硝子体中の温度変化；硝子体中では緩かな下降と上昇の二つの相を持つた曲線が得られた。下り始めの時間は、網膜面より2.5mmの部位では2.4秒、5mmでは7.5秒、7.5mmでは9.8秒、10mmでは12.3秒。最低温度に至る時間は、それぞれ66.5秒、78.2秒、133.5秒、166秒であつて、この時点の温度はそれぞれ $19.6^{\circ}\text{C}$ 、 $28.2^{\circ}\text{C}$ 、 $31.4^{\circ}\text{C}$ 、 $33.5^{\circ}\text{C}$ であつた(4~8眼平均)。

(3)強膜表面の変化；中心部は、網膜内面の曲線に類似し、三相が見られた。下り始め0.4秒、 $0^{\circ}\text{C}$ に至る時間0.9秒、最低温度は $-3.5^{\circ}\text{C}$ である。3.1秒で90%の降下を示した。

以上の成績から著者は網膜剝離手術の新しい方法である冷凍手術の際の局所温度の変化、ならびに冷凍作用点より一定の距離にある網膜、硝子体強膜各部の温度変化を時間的に測定し、本法の実施に対して適正な基礎条件を示した。