



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	脳脂肪栓塞の実験的研究
Author(s)	村形, 友治; MURAKATA, Tomoji; 小島, 澄 他
Citation	低温科学, 8, 169-176
Issue Date	1951-12-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/17515">https://hdl.handle.net/2115/17515</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	8_p169-176.pdf



## 脳脂肪栓塞の實驗的研究\*

村形友治 小島澄

(低温科学研究所 醫學部門)

(昭和25年12月受理)

### I. 前 言

著者の1人である村形は前に静脈注射による脂肪栓塞の實驗的研究で、腦波、心電図及呼吸の変化を同時に詳細に追究して、その死因に対して腦、心臟及肺が演ずる相互の役割に就いて興味ある知見を發表したが、就中腦中樞の変化が特に注目すべき所見を示している。今回更に我々は脳脂肪栓塞の實驗を行つて、脂肪栓塞死に於ける腦機能の変化に特に重要な意義のあることを一層明らかにしたのでここに報告する。

實驗方法は、動物、實驗操作の大部分又は腦波、心電図及呼吸曲線の誘導並に Oscillograph 撮影方法は静脈注射による脂肪栓塞の場合と同様である。いらか油の注入は、静脈注射による場合の1/7即ち1ccを動物の右総頸動脈を露出して、末梢方向に向い約10秒で注射した。注入操作時の注意及實驗成績の検討方法は前の實驗の場合と同様である。

### II. 實 驗 成 績

No. 1 黒, ♂, 2.3kg

注射を始めると腦波は鈍化した尖塔形のものが多く、不規則ながら4~5Hzの徐波となり、速波は全くみられない。振幅は平均68.4 $\mu$ Vであつて實驗前の略々1/2に減少する。注射が終ると腦波は早くもその性格を全く失つて、略々消失したものと認められ、その後は再び現われない。注射中著変のなかつた心電図では腦波の消失した頃より洞性不整脈と同時に著しい徐脈となりRR時間(心搏休止期)が約10秒に及ぶのがみられる。この場合動物は激しく暴れ跳き、全身痙攣を起して呼吸が吸氣性に停止する。心搏数は注射後20秒頃より増加し始めて1分間20となり、Pが消失して陰性となつたTがみられる。呼吸はその頃1時恢復したかにみえたが続かず、30秒頃からCheyne-Stokes呼吸となり、その後2分位続く。心搏数はPが不明の儘増加を続け、3分後には250に達したが、その後減少に向い、5分後100、棘波の変化が著しくなり15分後房室不完全杜塞が現われ、心搏数28分には22、36分には全く停止す

\* 北海道大学低温科学研究所業績 第136号

る。

No. 3 黒, ♀, 3.2kg

注射を始めると脳波には速波は現われず, 6Hz 前後の徐波が大部分を占め, 振幅も著しく減少して平均49.5 $\mu$ Vで実験前の約 1/3 になる。心電図には呼吸性の不整脈を認める他に著変はない。注射直後脳波には一時振幅平均170 $\mu$ V, 周波数 4Hz の徐波が一寸出現したが, 忽ち激しい痙攣波となり 5 秒後には急に消失して再び現われない。心電図では著しい ST の下降, 不整脈が認められ, 心搏数は25に減少する。脳波消失に僅に遅れ呼吸は停止し, 注射後1分より3分迄続く Cheyne-Stokes 呼吸が始まる迄動物は全く動かない。心電図では不整脈, ST の下降をつまげながら35秒後徐脈の極, 1分間12となり, この頃 P は消失している。その後心搏数は増加の傾向をみせ, 1分35秒には100, 不整脈はなく, 棘波の形状も略々正常に復する。2分後心搏数 150 となりその儘 7分に至る。その後再び ST は下降し始め, 10分後100, 15分後33と心搏数を減じ, 80分後全く停止する。

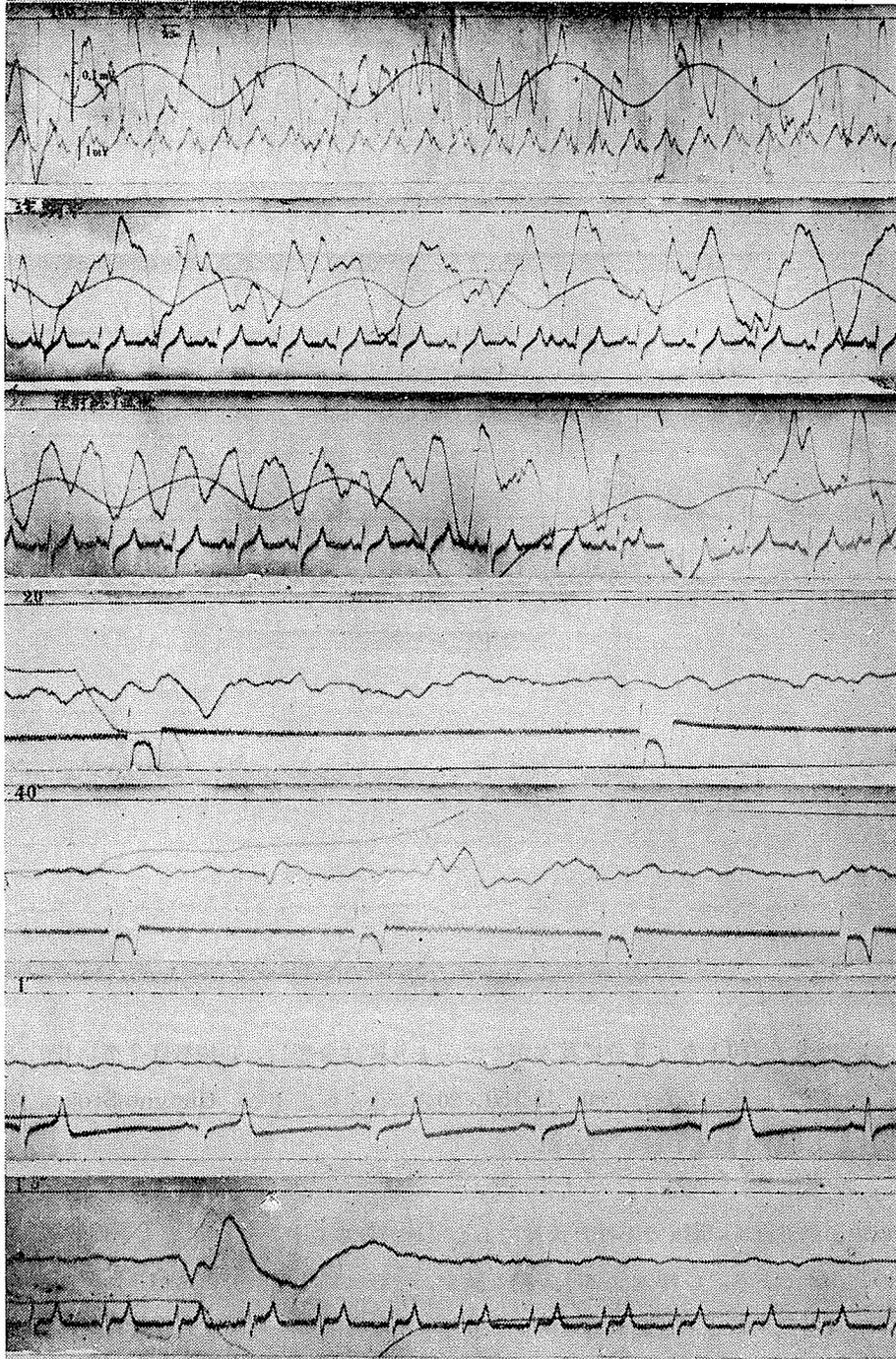
No. 4 白, ♂, 2.2kg

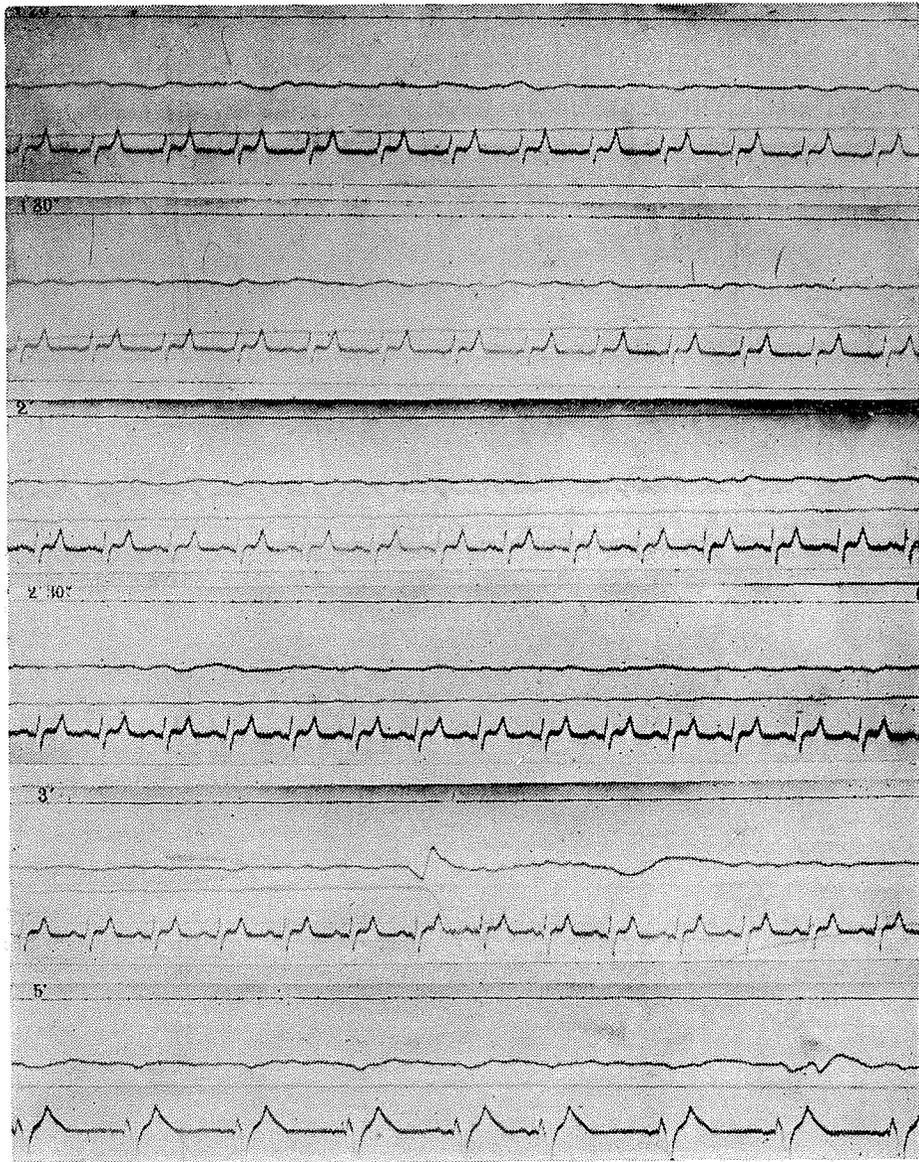
注射中脳波は 5Hz 前後の尖塔形の徐波となるが, 時々動物が暴れると同時に大きな所謂痙攣波を混入するのがみられ, 徐波の振幅は平均100 $\mu$ Vで実験前の約1/2に減少している。心電図では筋振頭が軽度で, ST が上昇しているが心搏数は著変がない。注射終了直後, 動物は呼吸困難のため激しく暴れ, 次いで突然呼吸は停止する。この際脳波は測定不能な痙攣が約 5 秒続いている。心電図も筋振頭が著しいが, 不整脈と共に QRS の逆転, ST の上昇が明らかにみられる。この後脳波は3~4Hzの所謂円蓋型  $\delta$  波が不安定に出現し, その平均振幅は42.2  $\mu$ Vである。注射後10秒には脳波は益々その振幅を減少し周波数も明らかでない不規則な波となり, その間に 4Hz の  $\delta$  波に類似した波が出没し 20 秒後も同様に略々脳波の性格は失われているものと考えられる。注射後30秒頃より軽い痙攣性の呼吸が断続し次第に明らかな Cheyne-Stokes 呼吸となり 3分24秒迄続く。心電図では10秒後棘波所見が稍々正常に近く回復するが著しい徐脈となり 1分間60である。その後脳波が益々減衰するのが明らかになるが, 心搏数は増加し始め, 35秒には13, 50秒には180となり, 軽い不整脈, ST の下降がみられる。ST 下降は漸次増強しつつ心搏増加も3分後280に達したがその後減少に向い, 5分には200, 7分よりは著しい房室不全杜塞をみせ心搏数は120となり, その後益々減少し10分には90, 15分には全く停止する。

No. 6 黒, ♂, 2.3kg

注射と共に脳波は略々5Hz に固定連続し, 振幅も平均104.8 $\mu$ V で実験前の約 1/2 となり, 速波は現われない。心電図には著変はない。注射直後には脳波は 6~7Hz の尖塔形に回復の傾向をみせるが, 暴れがひどく, 苦悶し, 10秒頃より脳波の振幅が著しく低下して平均 27.2  $\mu$ Vとなり, 周波数 5Hz に固定し次第に消失に近づく, 心搏数は 1分間12に過ぎず, ST の下降, T の陰性がみられる。呼吸は著しく不整不安, 浅表である。20秒後には脳波は 5Hz 前

後に固定し、振幅は一時恢復の傾向をみせて、平均 $30\mu V$ になるが直ぐに殆ど測定し得ぬ位に減少する。呼吸はこの頃停止し、30秒には腦波は全く測定不能、消失したものと認められる。この時心搏数15以上に僅に恢復増加の傾向をみせ、2分後に88、棘波の形狀も略々正常





となる。3分には180となり5分に及ぶがこの頃よりRは分裂し、心搏数は7分に120、ST上昇し、10分には杜塞がみられて80、15分50、20分で全く停止する。Cheyne-Stokes呼吸は2分10秒より3分4秒まで続いている。

No. 7 褐, ♂, 2.6kg

注射中の脳波は3~6Hzで不揃な徐波であつて速波はみられない。振幅も平均82.4 $\mu$ Vで実験前の約1/2である。心搏数は200で少々減少、呼吸は軽く不整であるが、僅に頻数であるのみである。注射終了直後脳波は4Hzで平均64.6 $\mu$ Vの振幅で一時安定をみせるが、呼吸不整不安、著しい呼吸困難となり、動物は暴れて痙攣波となる。心搏数は著変がない。注射後17

秒突然呼氣性に無呼吸に入る。この頃には所謂座學波の様な大きな動揺がみられた脳波も20秒には振幅、周波数共に測定に適しないものとなり間もなく消失する。心電図では心搏数僅に28、不整脈と共にPの消失、STの陰性がみられる。35秒には心搏数稍々増加の傾向を示すが、依然P消失、ST陰性又Tの二相性がみられる。42秒より Cheyne-Stokes 呼吸となり3分30秒迄続く。1分になるとPが現われ、心搏数76、ST、Tは上昇を示すに至る。1分30秒心搏数200となり5分に及ぶ。5分後120に減少ST、Tの著しい上昇を認め、漸次心搏数を減少し、48分で全く停止する。

### III. 總 括

#### 1) 脳波の変化に就いて

実験成績を通覽して直ぐに氣がつくことは、脳波が非常に早期に著しい変化を示して、速かに消失することである。即ちどの例も注射中から波形の不規則不完全な徐波となつて速波は全然認められない。周波数は4~6Hzが大多数(No. 1, 3, 4, 6)に認められ、特にNo. 4, 6では注射中5Hz、注射直後No. 7では4Hzに夫々稍々固定連続しているのは注目される。振幅は全例が注射中に実験前の1/2~1/3に減少し、注射直後乃至は20秒頃から著しく低下して周波数も測定し難い波となる。波形は既に述べた様に所謂座學時の不安定な大きな動揺をみせるが一般には注射中は鈍化した尖塔形が多く、引き続き定型的な所謂 $\delta$ 波を一時示すものもあるが、通常連続性がなく出沒する。脳波消失時間は早いものは注射終了直後10秒以内(No. 1, 3)、遅いものでも注射後20秒頃から著しく波形が崩れて脳波の性格が殆んど失われ50秒には略々直線となり、平均25秒には全く消失している。この事は前に行つた静脈注射による脂肪栓塞の場合、連続性ある定型的 $\delta$ 波がみられたのと、全く消失する迄45秒乃至1分45秒を要したのに比し、その経過が極めて急劇、迅速なことを示しているのであつて、この場合注射された脂肪が心臓、肺を通過することなく直接脳を侵襲し、著しく脳の生理機能を刺戟障碍していることを物語るものと考えられる。

総頸動脈に栓塞物質を注入して脳波の変化を追究したのは菅嶋、只埜である。彼等は木炭末を使用し、注射後周波数の増加することを報告して居り、又中根等と共に行つた空氣栓塞の実験ではむしろ振幅、周波数の変化が一時的には私共の場合と同様であるが、後には実験前に恢復する傾向が明らかで、一旦消失した速波も出現して来るのが認められることは、本実験とは著しく異なる所であつて、之は実験方法特に栓塞物質の相違によるものと考えられるのである。その他一般の腦血液循環障碍又は低酸素血の場合の脳波の変化については多数の報告があるが、かゝる急激な変化を示すことを認められていない。

#### 2) 心電図の変化に就いて

先ず心搏数の変動を一般的に述べれば、脳波が消失する時期に略々一致して著しい徐脈となり、脳波はその後再現しないが心搏数は逆に増加恢復に向うのである。然し実験前に復す

るには至らず或る時期になつて再び減少し、遂に全く停止するのであつて、かゝる特徴のある変化の経過は静脈性脂肪栓塞の場合と全くその軌を一にしている。然るに心電図に現われる棘波箇々の変化は静脈注射の場合に比し寧ろ明らかに軽微であつて全体としての経過は通常著しく単調であることがみとめられる。

即ち脳波が消失する時期に全く一致して徐脈が最も著しいのは No. 1 及 7 であつて、脳波の消失するよりも 20~30 秒以前に早くも徐脈の極に達したのは No. 4, 6 であるがこの時期には何れも脳波は波形も不明瞭で周波数及振幅も測定し得ない程度に崩れて居り、略々脳波の性格は既に失われているものと解されるのである。又 No. 3 の様に脳波消失後も心搏数が減少を続けるものもあつて、之等徐脈の程度は最も著しいものは 1 分間僅に 6 (No. 1) に過ぎず、最も軽度のものでも 1 分間 60 (No. 4) であつて、通常 12 (No. 3, 6) 28 (No. 7) を数えるに過ぎない。この徐脈を来す理由に就いては既に静脈注射による脂肪栓塞の場合に詳細に述べてある様に、明らかに中樞性のものであり、爾後再び心搏数の増加を来すのは中樞の支配を離れた心臓の自働性を示すものと考えられるのであつて、かゝる変化の過程は栓塞病理の特徴とも言い得るであろう。

次に心電図棘波に現われる所見としては、不整脈、P波の消失、QRS の逆転、ST、T の下降又は上昇、杜塞等種々であるが、心室期外収縮は明らかなものはみられない。之等の変化は言う迄もなく中樞性のものではなく、栓塞物質が肺を通過して心臓血管に到着して栓塞を起し、冠不全又は種々の刺戟生成及傳導等の障碍を惹起するものであることを示すものであるが、その発現頻度及程度は何れも静脈注射による脂肪栓塞の場合に比して軽微であつて、通常一過性である。之等の変化が現われる時期には既に脳波には重大な変化を発生して居り、又は全く消失しているのであり、同時に心搏数の変動が著しく全体の経過に大きな影響を与えていることは静脈注射による脂肪栓塞の場合と同様であつて、一過性に出没する心電図の棘波箇々の変化は栓塞死そのものに対しては、心搏数の変化の意義に及ばぬものと考えられる。しかも前述の様にこの心搏数の変動は中樞支配に基くものと考えられ、本実験に於ける成績では一層この点が明らかにされたものであり、直接脳に栓塞を起さしめて二次的に起る心電図の変化を追究せんとした実験の目的に概ね一致する興味ある所見である。その理由としては同様脳空気栓塞で述べている様に栓塞物質の静脈注射の場合との量の差によるのみでなく、心臓血管に到達する迄の経路の相違に寧ろ重要性があるものと考えられるのである。

### 3) 呼吸の変化に就いて

呼吸は全例を通じて観るに、静脈性の場合に比しその変化が一層劇甚であつて、注射中に不安不整浅表となり注射終了時より呼吸困難が著しく、暴れ跳き苦悶状を呈し、通常脳波消失に僅に先立ち、又は殆んど同時に突然無呼吸に入るのであつて、実験例によつては一時痙攣性呼吸を示すものであるが、早いものは注射直後、遅くも 20 秒頃には停止する。即ち No. 1 の様に脳波は注射直後消失し、略々同時に呼吸も吸氣性に消失し、一時恢復したかにみられたが、

淺表に断続し30秒頃 Cheyne-Stokes 型呼吸になるのを認めるのがあるが、No. 3 では注射後11秒腦波の消失に僅に遅れ、No. 4, 6, 7 は夫々腦波の消失より5~30秒先に無呼吸に入り、その後30秒 (No. 1, 7) 1分 (No. 3), 2分 (No. 4, 6) 後に所謂 Cheyne-Stokes 型呼吸を痙攣性に営み、略1~2分間持続するのが認められる。之を空氣栓塞の場合に比べると一層經過が劇甚で、腦波と共に恢復する傾向を全く示さず一方的に消失停止して生存例も認めないのは著しい相違であつて、單に栓塞物質の相違又は注射技術の差異によるものか否かは明かではない。然し乍ら心電図所見上心機能が停止する可成以前に以上の様に腦波と共に呼吸に劇しい変化を表すことは、注射された脂肪の量が僅少なこと及局所に到達する経路等の相違から靜脈性脂肪栓塞の場合の様な肺栓塞による窒息とは考え難く、当然中枢性の呼吸障碍と認められるのであつて、腦波消失と時間的に一致することは、呼吸中枢の解剖学的部位よりして直接腦波の変化がその儘呼吸中枢機能の消長を示すものとは考えられないが、血管栓塞に於ては腦機能が極めて密接な關係を有することを物語るものと謂うべきであらう。この場合呼吸中枢の支配動脈は腦のそれとは異なることから同時に栓塞を起すか否かは自ら問題は別である。

#### IV. 結 言

我々は家兎の右總頸動脈に油 1cc を注射して脂肪栓塞死を來した場合の腦波、心電図、呼吸の変化に就いて稍々詳細に考察したが、之によつて明らかにされた事實を要約すれば次の通である。

1) 腦波は注射を始めると同時に速波は消失し、一般に不規則な3~6Hzの徐波となり、振幅も速かに著しく減少して所謂円蓋型  $\delta$  波が不安定ながら僅かに認められ、早いものは注射終了直後、遅いものでも注射後50秒 (平均25秒) には全く消失して再現しない。

2) 心電図では腦波消失と略々同時に又はその前後20~30秒に著しい徐脈となり、心搏数の最も少いものは1分間6、最も多いものでも60 (平均23) に過ぎず、その後腦波は消失した儘であるが心搏数は之に関係なくやゝ増加恢復して3~7分 (平均4分) に及ぶがやがて再び減少して遂に15~80分 (平均40分) に全く心搏動は停止する。棘波の変化としては不整脈、Pの消失、ST. Tの下降又は上昇等の刺戟生成及傳導或は冠不全の所見がみられるが何れも比較的軽度で一過性に出沒しているに過ぎない。

3) 呼吸は注射中より不安淺表不規則となり、注射後著しい呼吸困難を呈して後に痙攣性呼吸も混じ、腦波消失より通常僅に先に、一部は同時又は僅に遅れて突然無呼吸に入り、その後30秒乃至2分で Cheyne-Stokes 呼吸型となり、略々1~2分間持続する。

以上の成績は靜脈注射による脂肪栓塞の場合に比し、腦波及呼吸の変化の經過が著しく急劇であるが、心電図のそれはむしろ輕微であつて、この事實は注射された脂肪が肺、心臟に

到る前に脳中枢機能に劇烈な障害を起して速かに呼吸を停止せしめ、次いで心機能を衰退せしめることを明らかに示したものであつて、脂肪栓塞の実験では脳中枢機能の障害が最も重要な死因であると考えられるのである。(以上)

本論文の要旨は昭和23年第37回日本病理学会総会で発表された。

稿を終るに際し本研究途中で臥床遂に逝去された故中村弘教授の靈に黙禱を捧げ、生前の御薫陶、御指導に深く感謝の意を表すと共に、その後当研究部門顧問として御校閲を賜つた今裕名誉教授の御懇情と終始渝らぬ御援助を惜しまれなかつた根井、吉本両助教授の御厚情に対し重ねて謝意を述べたい。

#### 文 献

- 1) 村形友治 1951 静脈注射による脂肪栓塞の実験的研究. 低温科学, 7, 77.
- 2) 中根英夫 1951 静脈性空気栓塞の実験的研究. 低温科学, 7, 101.
- 3) 中根英夫, 村形友治, 多田典正 1951 動脈性空気栓塞(特に總頸動脈)の実験的研究. 低温科学, 8, 163.

#### R é s u m é

In order to carry out the research attempting to get a more intensified classification on the secrets of the pathology of the death caused by fat embolism, the relationships among the brain waves, electrocardiogram and respiratory curves were observed by injecting 1 cc of dolphin-oil in the A. carotis communis of rabbit.

In comparison with them in the experiment of venous injection, the results were as follows: While the injected oil volume was only 1/7 of it in the other experiment, changes of the brain waves and respiratory curves were extremely quick and severe, and changes were not serious in the electrocardiogram. But after the brain waves and respiratory curves disappeared, the puls rate showed the sign of recovery and then became weak and stopped the cardiac function as in the other experiment.

In conclusion, it has been clearly detected that the obstructions of the cerebral function are the first and most important cause of the death due to fat embolism.