



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	凍死に関する実験的研究：特にアルコール投與の場合の心臓機能に就いて
Author(s)	森田, 貞美; MORITA, Sadami; 多田, 典正 他
Citation	低温科学, 4, 117-132
Issue Date	1948-10-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17466
Type	departmental bulletin paper
File Information	4_p117-132.pdf



Sadami MORITA and Norimasa TADA 1948 Experimental Studies on the Death from Cold. Especially on the Electrocardiogram under Alcoholic Condition. *Low Temperature Science* 4. (With English résumé p. 132).

凍死に関する実験的研究*

特にアルコール投與の場合の心臓機能に就いて

森田 貞美 多田 典正

(低温科學研究所 醫學部門)

I 前 お き

古來酒客酩酊と凍死との間にはかなり密接な關係があるといはれている。これは多分次の二つの理由によると思ふ。

その一は 實際凍死體に多數のアルコール飲用者が見出されたことである。例へば Krjukoff¹⁾ は 66 例の凍死體中 46 名即ち 72.7% に, Sonnenburg²⁾ は 402 例の凍死體中その 40% がアルコール飲用者であつたと報告してゐる。

その二は 理論的の理由である。アルコールの大量攝取即ち酒客酩酊の状態に於ては、大脳の機能は著しく減退し、意識、反射等の機能は衰へ、又溫熱調節中樞は明にその機能不全をきたす、そして同時に熱の產生に重要な役割をする筋機能も減退する。殊に皮膚血管は擴張して熱の放散をたかめ、體温を低下させるなど。即ち理論的にも明に酒客酩酊は凍死の危険を思はせるものである。³⁾

近時齋藤⁴⁾ は白鼠に毎 kg 3 g のアルコールの皮下注射を行ひ、體温の低下と共に明に凍死時間の短縮を認めたと云ふ。以上の事柄は、凍死とアルコールとの間に密接な關係のあることを常識的に一應納得させる理由になると思はれる。

しかし他方、虚脱などの場合に僅か茶匙一杯の赤酒が忽ち蒼白な顔色に赤味をもたらし、觸れ難い脈搏がよく觸れるようになり、呼吸も深く且つ規則的になることは臨床家の屢々經驗する處である。⁵⁾

又 Binz⁶⁾ や Dixon⁷⁾ によると 10% アルコール 60~80 c.c の投與は明に血壓の上昇を來すと云ふ。又少量のアルコールは摘出猫心⁸⁾、蛙心⁹⁾、龜心¹⁰⁾ 等に於て脈搏數並にその收縮の高さを増加し、心臓への所謂興奮作用を有することが多數の實驗により明にされてゐる。

かつて Dixon,⁷⁾ Hamill¹¹⁾ 等はアルコールは榮養素として、その一部は他の含水炭素と何等

* 北海道大學低温科學研究所業績 第 89 號。中村弘教授指導。

區別なしに細胞に働き或は燃焼に役立つものと考えられたが、近來は所謂非特異働的の物質でエネルギー代謝には關與しないものといはれてゐる。¹²⁾

こゝに於て上記のようにまだ推論的域にある凍死とアルコールとの關係を明にすることに私は大に興味を覺えたのである、そしてこれが現在まだ明確でない凍死の病理に對しても亦何等かの寄與があることゝ信じて本實驗を行つた。都合上本論文に於ては特に心電圖即ち心臟機能を中心とした問題のみを取扱ふことにした。

II 豫 備 實 験

實驗に當つて先づ問題になるのは家兎に何程の「アルコール」をどんな方法で與えればよいかと云ふことである。文献によると Ch. Lesieur¹³⁾ や Gréchant¹⁴⁾ は經口的には 10 g/kg が致死量であると云ひ、靜脈内注入では 6.2 g/kg であると Joffroi¹⁵⁾ は報告してゐる、又完全麻酔のためには經口的に 6~8 g/kg が必要であると Straus¹⁶⁾ が云つてゐる。之らはいづれも古い成績で其の他に適當な文献が見出せなかつたのでやむを得ず實驗によつてきめることにした。先づ 3 g/kg のアルコールを生理的食鹽水で 4 倍にうすめ、耳靜脈内に 1 分位の速さで注入してみた。家兎は 2 例とも注射終了直後に死亡した。次に 2 g/kg としてみたが長期の實驗に不安があつたので、遂に 1.5 g/kg としかつ 1 分 30 秒の緩かな速度で注射することにした、注射後は 3 時間に亘つて種々觀察したが、その成績は第一表に示してある。

第 1 表 豫 備 實 験 其の 1

アルコール對照 25% アルコール 6 cc/kg 靜注 家兎番號 No. 4 實驗室溫度 10°C~22°C
體重 3.3 kg 性 ♀ 實驗月日 15/VII

撮時 影間	呼吸數 (毎分)	直 溫 (°C)	脈 數 (毎分)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)
對照	66	37.0	278	21.6	6.5	3.3	13.0	0.91	0.21	0.42	0.24
3'	80	36.8	"	"	"	"	13.2	"	0.19	"	"
5'	72	"	280	21.4	"	3.5	13.3	0.94	"	0.40	"
10'	"	"	272	22.0	6.6	"	13.4	0.97	"	0.47	0.26
20'	56	"	275	21.8	"	3.4	13.3	0.90	0.18	0.42	0.24
30'	"	36.9	278	21.6	"	"	"	"	"	0.41	"
45'	"	"	279	21.5	6.5	"	"	"	"	0.42	0.21
1h	52	"	282	21.3	6.6	"	"	"	"	0.38	0.24
1h15'	"	"	"	"	"	"	"	0.94	0.21	0.42	"
1h30'	56	37.0	"	"	6.5	"	"	0.91	0.18	0.38	"
1h45'	52	37.6	293	20.5	6.0	3.3	13.0	"	"	0.33	"
2h	56	37.7	290	20.66	"	"	13.1	0.94	"	"	0.23
2h15'	"	"	287	20.86	"	"	13.2	"	"	"	0.21
2h30'	"	37.0	282	21.30	"	"	13.0	0.90	0.19	0.30	"
2h45'	60	36.6	286	21.0	6.5	"	13.1	0.94	0.21	"	"
3h	"	"	277	21.7	"	"	15.0	0.91	0.18	0.36	0.24

第1表 豫備実験 (其の2)

アルコール対照 25%アルコール 6cc/kg 静注 家兎番號 No. 5 実験室温度 18°C~22°C
 體重 2.25 kg 性 ♂ 実験月日 20/VII

撮影時間	呼吸數 (毎分)	直温 (°C)	脉數 (毎分)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT' (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)
対照	84	37.0	270	22.2	6.0	2.7	12.5	0.63	0.15	0.48	0.33
5'	66	36.9	273	22.0	6.1	"	12.5	"	"	"	0.35
10'	"	"	265	22.6	5.8	2.8	12.7	0.65	0.16	"	"
20'	"	36.7	254	23.6	6.0	"	12.8	"	0.17	0.49	0.36
30'	63	36.9	248	24.16	"	"	"	"	"	0.48	"
45'	64	"	"	"	"	"	12.7	"	0.16	0.45	0.33
1h	66	"	255	23.5	6.1	2.7	12.9	"	"	0.40	0.30
1h15'	60	"	267	22.5	6.3	2.8	12.5	"	1.16	"	"
1h30'	58	"	"	"	5.8	"	12.3	"	"	0.35	"
1h45'	56	37.0	273	22.0	5.9	"	12.1	"	"	0.37	"
2h	64	37.3	277	21.66	5.8	"	12.0	0.55	0.15	0.35	"
2h15'	68	37.4	279	21.5	"	"	"	"	0.14	"	"
2h30'	72	37.3	277	21.66	"	2.7	12.5	"	"	"	"
2h45'	"	37.2	269	22.30	5.9	2.8	"	0.63	0.15	0.40	"
3h	76	37.0	265	22.66	5.9	"	"	"	"	"	"

第1表 豫備実験 (其の3)

アルコール対照 25%アルコール 6cc/kg 静注 家兎番號 No. 6 実験室温度 18°C~23°C
 體重 2.15 kg 性 ♀ 実験月日 23/VII

撮影時間	呼吸數 (毎分)	直温 (°C)	脉數 (毎分)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT' (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)
対照	60	37.0	261	23.0	5.6	4.0	14.3	1.54	0.23	0	0.54
5'	"	36.8	258	23.3	5.4	4.3	14.2	"	"	"	0.61
10'	68	"	261	22.9	"	4.0	14.1	1.52	0.26	"	"
15'	50	"	"	23.0	5.3	4.1	"	1.50	0.23	"	"
30'	48	"	273	22.0	5.1	4.0	"	"	0.24	"	"
1h	56	37.1	285	21.1	5.2	3.9	"	"	0.23	"	0.67
1h30'	80	37.2	286	21.0	5.0	"	"	1.38	"	"	0.61
2h	88	37.0	273	22.0	5.1	"	14.0	"	0.22	"	0.58
2h30'	"	36.8	267	22.5	5.3	4.0	"	"	"	"	"
3h	"	36.7	"	"	"	"	"	1.54	0.23	"	0.61

第1表 豫備実験 (其の4)

アルコール対照 25%アルコール 6cc/kg 静注 家兎番號 No. 7 実験室温度 20°C~23°C
 體重 2.8 kg 性 ♀ 実験月日 25/VII

撮時 影間	呼吸數 (毎分)	脈數 (毎分)	直温 (°C)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)
對照	200	36.6	242	24.8	6.0	3.0	14.2	1.8	0.33	0	0.55
5'	180	"	"	"	6.2	"	"	"	0.36	"	0.50
10'	"	"	238	25.2	6.0	"	"	1.9	0.33	"	"
15'	"	"	242	24.8	"	"	"	"	"	"	"
30'	82	36.8	252	23.75	"	"	"	1.8	"	"	0.53
1h	56	37.0	269	22.3	"	"	14.1	"	"	"	0.57
1h30'	80	37.1	271	22.1	5.9	"	"	1.7	0.30	"	"
2h	166	37.5	270	22.2	"	"	"	1.8	0.32	"	"
2h30'	160	"	273	22.0	5.9	"	"	"	0.33	"	"
3h	"	37.0	259	23.16	"	"	14.2	"	"	"	0.58

第1表 豫備実験 (其の5)

アルコール対照 25%アルコール 6cc/kg 静注 家兎番號 No. 8 実験室温度 19°C~20°C
 體重 2.7 kg 性 実験月日 29/VII

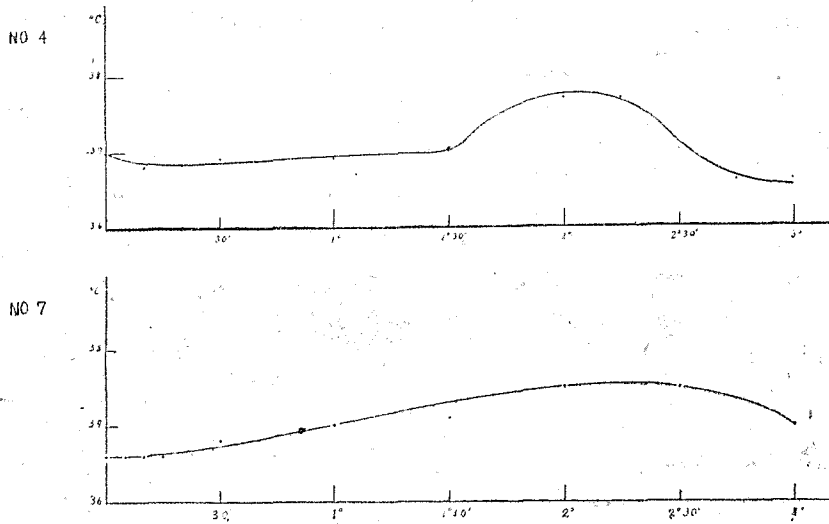
撮時 影間	呼吸數 (毎分)	直温 (°C)	脈數 (毎分)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)
對照		36.0	261	23.0	5.7	3.0	14.1	0.91	0.21	0.37	0.25
5'		35.9	258	23.3	5.8	"	"	0.85	0.22	0.31	0.22
10'		"	256	23.5	"	"	"	0.78	0.19	0.28	"
30'		35.8	"	"	"	"	"	0.85	"	"	"
1h		36.2	"	"	5.7	"	"	0.88	"	0.31	"
1h30'		"	262	22.9	5.8	"	"	0.91	"	"	"
2h		36.7	266	22.6	5.6	"	14.0	0.85	"	"	"
2h30'		"	"	"	5.5	"	"	0.82	0.21	"	"
3h		37.3	263	22.91	"	"	"	"	0.19	0.28	"

先づ一般症状について述べる、アルコール注入後動物は一般に安静になり呼吸數は減少する。やがて體温の上昇するに伴ひ、或はそれより先行して呼吸數は明に増加して来る。その増加の程度は個々の例で大きな差はあるが、呼吸數にして毎分 8~40 の増加である。此の頃には家兎の筋肉は明に弛緩し動物は睡眠状態を示し運動は著しく衰へる。

1) 體温曲線：體温についてみると、先づ氣のつくことは動物を背位に緊縛固定しただけでも 19~23°C の室温で體温は軽度下ることである。即ち注射直後でもこの軽度の體温降下が見られるものがある。しかし注射後 20分~60分位するといづれも體温は上昇し始め、その後1時間 30分~2時間 15分平均は 2時間で最高に達する。此の最高上昇温度は 0.4°C~0.9°C 平均 0.76°C であつた。その後再び下降し 2時間 30分~2時間 45分で、上昇し始めの温度まで戻つ

た。2例は3時間でもまだ正常に戻らない。

この体温の上昇曲線は個體によつて差はあるが大別すると第1圖に示すように急な山をなすものとだらだらとゆるやかな山をなすものとに分けられる。此の場合には肛門内に直径0.7 cm長さ30 cmの硝子製アルコール温度計を約8 cm挿入したものである。勿論此の温度計の補正は正しく行つた。



第1圖 体温曲線 (25% アルコール 6 cc/kg 静脈注射)

2) 心電圖

\overline{RR} : 心搏動数は体温の消長とよく一致し、「アルコール」注射後体温が上昇し始める時はいづれも心搏動数の増加がみとめられた。No. 6, No. 7, では30分で12及び10, 1時間で24及び27, 1時間30分で25, 29, 2時間では12, 28, 2時間30分では6, 17, と各々心搏動数の増加がみられた。

\overline{PQ} : 房室間の刺激傳達時間である \overline{PQ} を見るにいづれも $0.1\sigma \sim 0.5\sigma$ の變化で明確な差違はないが RR の變化に対応して消長した。

\overline{QRS} , \overline{QT} : 心室中の興奮傳達時間である \overline{QRS} と心室の興奮持続時間である \overline{QT} の變化はいづれも $0.16\sigma \sim 0.3\sigma$ の變化で \overline{RR} の延長或は短線に対応して消長するように思はれた。

その他 RV は呼吸性の變化を避けて良く吟味してみたが体温の最も高い2時間では $0.08 mV \sim 0.16 mV$ の減少を來したものが多く、2時間30分では全例平均 0.07 (63%) の減少を示した。

PV , SV では減少するものが多く2時間30分で夫々 $0.016 mV$ (7%), $0.093 mV$ (22%), 3時間では $0.01 mV$ (4.4%), $0.083 mV$ (19%) 減少した。

TV は同様に \overline{RR} 対応するような所見は認められたが、此の變化は $0.02 mV \sim 0.07 mV$ に過ぎなかつた。

次にアルコールの放熱機序を考えてみる。人間に於ては、アルコールが先づ中樞に働いて皮膚血管を擴張し、その爲に大量の血液が冷却する³⁾、同時に汗線の分泌を促し、その蒸發により大量の熱が失はれること、前後に呼吸が促進され肺よりの放熱が大となる、しかし之も熱產生の調節機能に覆はれて體温は一定に保つことが出来る。

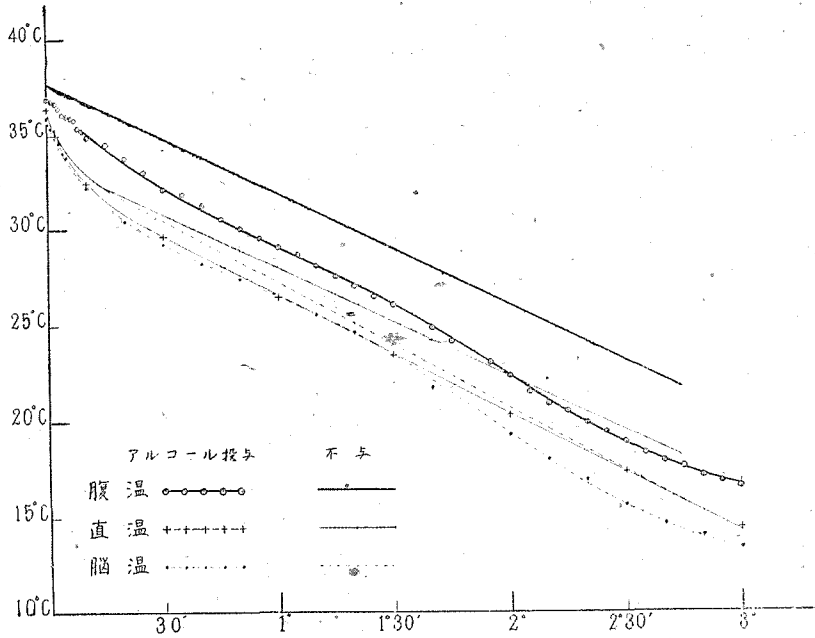
しかし家兎に於ては皮膚の表面は密に毛で覆はれ汗線の發達は極めて少く發汗作用は殆ど見られない。従つて熱の放出は呼吸促進による肺の蒸發作用によることが多い。だから 1.5 g/kg のアルコール (25%) を 1分 30秒位でゆつくり靜脈内に注入しても、單に呼吸數が増加するばかりでなく、更に體温の上昇、心搏動數の増加等、明に温熱中樞の不全を思はせる諸症候が認められたことは、家兎にとつては之がかなりの大量で既に酒客酩酊の状態にあることを思はせ、凍死の實驗には先づ此の量で充分であると云ふ確信が得られた。

III. 本 實 驗

實驗方法：アルコールは豫備實驗と同様 1.5 g/kg を生理的食鹽水で 4 倍に稀釋して用いた。低温曝露前 10分~15分にほゞ 1分 30秒を要して徐々に耳靜脈に注入した。低温室の温度は -40°C~-34°C である、死に至るまでの腹温、腦温の測定は特に工夫した熱電對を用ひたこと、更にすべて心電圖、腦電氣圖の同時撮影を行つたことなど實驗様式は全く森田¹⁷⁾、田中¹⁸⁾の實驗と同様であつた。異なる點は前回は心搏動數平均 23/分を以て致死時間ときめたが、今回は都合により多少早目にして 29/分を採用した。

體温曲線と呼吸 (第 2 圖及第 2 表参照)

腹温は後述するやうに低温曝露の直後一過性の上昇を示すがその後は何等の特徴を示さずほゞ直線的に降下した。そしてアルコールを與へない凍死の場合 (以下對照と稱する) と大きな差違は認められなかつた。勿論豫備實驗にみとめられたやうなアルコールによる一過性の體温上昇、或はそのためと思はれるやうな體温滯溜等は全く認められなかつた。その下降の程度も 30分では 30.2°C~34.2°C 平均 32.1°C であつた。1時間、1時間 30分、2時間、2時間 30分、3時間では各々 26.9°C~30.4°C 平均 29.0°C、23.4°C~27.4°C 平均 26.4°C、21.0°C~24.1°C 平均 22.3°C、17.7°C~21.2°C、平均 18.9°C、14.9°C~18.3°C 平均 16.5°C であつた。之を圖に示すと第 2 圖のようになる。今之を詳しく検討してみると、腹温に對照に比較して 2.5°C~3.0°C 低く消長している。之に反して腦温は對照とほゞ一致して消長した。この點は殊に重要な事柄だと思ふ。即ち腹温が 2°C~3°C 低く消長することは前に述べたやうにアルコールが皮膚血管を擴張して血流量を増し外界への放熱が大となる爲に内臓の温度が低下したものと解される。又腦温が腹温の如く低下しないのはアルコールが腦血管を選択的に怒張させるためと云はれ³⁾、いづれもアルコールの特徴を現はした變化といへよう。



第2圖 凍死過程の體溫曲線 (25%アルコール 6 cc/kg 靜脈注射)

生存時間：しかしことに興味深いのは以上のように腹温は終始 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 低く消長するのに動物の生存時間が延長をみたことである。即ち生存時間は3時間 \sim 3時間35分平均3時間17分で對照に比し11分の延長を示し、更に致死温度は $12.2^{\circ}\text{C}\sim 15.8^{\circ}\text{C}$ 平均 14.5°C で對照に比し $2.4^{\circ}\text{C}\sim 5.4^{\circ}\text{C}$ 平均 4.7°C の低下を來した。

此の事實は從來の説のように體溫の放出が大で且つ温熱中樞の機能不全のために温度調節が不充分で體溫が下るとすれば致死時間は明に短縮すべきである。處が之と反對に生存時間の延長を來したと云ふ事實はアルコール投與による熱の產生が凍死の場合にも依然充分行はれてゐるためと考へなければならぬ、之は從來と全く異つた見解であるが、アルコールが細胞の働き並に燃焼に重要な役割をなすと考へられる今日當然のことと思はれる。

低温曝露直後の反應：低温曝露直後に於ける體溫の一過性上昇は40秒 \sim 1分平均1分13秒に始まり、50秒 \sim 2分10秒平均1分18秒で最高に達する。その後下降し、1分10秒 \sim 2分30秒平均1分53秒で曝露前の値に戻つた。此の場合の最高上昇温度は $0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ 平均 0.18°C である。對照實驗に於ては平均30秒より上昇を始め平均48秒で最高に達し曝露前の値に戻つた時間は平均2分8秒であつた。對照に比較すると此の反應の發現時期は遅く、持續時間は短く且つ温度の上昇程度も低い、即ち本反應は明に輕度であつた。

第2表 本 質 験 (其の1)

アルコール凍死 25%アルコール 6 cc/kg 靜注. 凍死. 家兎番號 No. 2.

低温室温度 -40°C~-35°C 體重 2.85 kg 性 ♂ 實驗月日 18/IX

撮時	影間	呼吸數 (毎分)	腹温 (°C)	直温 (°C)	膈温 (°C)	脉數 (毎分)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)	ST'	不整脉
曝直	露前	36	37.1	36.5	35.9	271	22.20	6.5	2.9	13.5	1.19	0.23	0.73	0.42		
	20'	40	37.0		35.4	373	22.08	6.0	"	13.4	1.18	"	"	0.38		
	1'	"	"		"	271	22.18	"	2.8	13.5	1.08	"	0.69	0.42		
	5'	"	"		33.4	"	22.20	6.3	2.9	"	"	"	0.77	0.38		
	10'	44	32.8	31.5	31.7	274	21.90	6.5	2.8	13.4	"	"	"	"		
	20'	52深	31.5		30.1	272	21.10	"	"	"	1.23	"	"	0.35		
	30'	"	30.8	28.7	29.0	251	23.91	"	2.9	14.0	1.54	"	"	0.44		
	45'	"	29.9		27.7	229	26.18	"	"	15.0	1.31	"	0.85	0.50		
1h.	"	"	28.6	26.0	25.7	205	29.33	"	"	"	0.19	0.92	0.42			
1h.15'	44	27.6		24.6	184	32.50	6.7	3.2	16.0	1.35	"	1.00	"			
1h.30'	44	26.4	23.2	23.2	159	39.00	7.0	"	18.0	1.42	"	"	0.38			
1h.45'	36	24.5		21.1	132	45.50	"	3.5	21.5	1.46	"	"	0.15			
2h.	32淺	22.4	21.0	19.2	104	56.75	7.5	5.5	23.0	1.65	0.17	"	0.19		S.A.	
2h.15'	"	19.6		17.2	81	74.00	"	5.6	28.0	"	0.15	0.92	0.15		"	
2h.30'	28	18.1	17.5	15.9	67	89.50	8.8	"	32.0	"	"	"	"		"	
2h.45'	48淺	16.9		14.4	54	111.0	13.0	6.0	37.5	1.46 頂上扁平 (著明)	"	0.77	"		"	
3h.	44淺	16.3	14.5	13.2	44	136.5	14.5	7.0	40.0	1.12 頂上扁平 (著明)	0.11 平低	0.46	"		"	
3h.20'	C.S.	14.1	12.9		26	230.5	16.5	8.5	45.0	0.92 頂上扁平 (著明)	"	"	0.07 平低		"	
3h.35'		10.9		9.6	24	250.0	17.0	9.0	48.5	0.85 頂上扁平 (著明)	"	0.38	0.04 痕跡	ヤヤ 上昇	"	

S.A. …洞性不整脉 K.L.S. …心室性期外收縮 K.A. …心室自働 C.S. …テエンストークス氏呼吸ヲ示ス。以下同。

第2表 本 質 験 (其の2)

アルコール凍死 25%アルコール 6 cc/kg 靜注. 凍死. 家兎番號 No. 3.

低温室温度 -38°C~-34°C 體重 2.8 kg 性 ♀ 性實驗月日 2/IX

撮時	影間	呼吸數 (毎分)	腹温 (°C)	直温 (°C)	膈温 (°C)	脉數 (毎分)	RR (σ)	PQ (σ)	QRS (σ)	QT (σ)	RV (mV)	PV (mV)	SV (mV)	TV (mV)	ST'	不整脉
曝直	露前	38	36.8	35.0	35.9	199	28.8	6.3	4.1	16.5	1.31	0.25	0.28	0.47		
	20'		36.8		35.6	228	26.3	6.0	"	"	"	"	0.25	0.44		
	5'		36.4		34.2	261	23.0	6.1	"	15.5	1.44	"	0.41	0.47		
	10'		36.0	32.4	32.1	265	22.7	6.0	4.0	"	1.37	"	0.44	"		
	30'	40	33.4	30.1	28.8	248	24.2	"	4.1	16.0	1.31	"	0.28	0.50		
1h.			30.4	28.0	26.9	196	30.6	6.5	4.6	17.0	"	0.18	"	0.41		
1h.30'			27.4	24.9	23.9	162	37.0	"	5.0	不明	1.40	0.15	0.31	不明		
1h.45'			25.7		21.8	141	42.5	7.0	5.5	消失	1.37	0.11 平低	"	消失 二相		ヤヤ 上昇
2h.			24.1	21.6	19.8	119	50.5	8.5	"	20.0	"	0.09	"	±0.13 二相		"
2h.30'			21.2	18.4	16.5	87	69.0	11.0	8.0	30.0	1.44 痕跡	0.38	"	±0.06 二相		S.A.
2h.45'			19.8		15.1	59	102	11.5	"	34.0	"	"	0.34	±0.06 二相		ヤヤ 下降
3h.		C.S.	18.3	16.3	14.5	39	154	不明	10.0	45.0	"	不明	0.31	±0.15 二相		S.A.?
3h.25'			15.8	13.0	12.4	32	188	13.0	13.0	49.0	"	痕跡	0.41	±0.19 二相		S.A.

第3表 總括成績表 (4例平均)

	低溫曝露直前	増加開始時刻	最高増加時刻	最高増加温度・脈數	増加持續時間	30'
腹温平均 (°C)	36.9°C (36.7...37.1)	1'13'' (40''...2')	1'18'' (50''...2'10'')	(+) 0.18°C (0.1...0.2)	1'53'' 1'10''...2'30''	32.1°C (-4.8) (30.2...34.2)
腦温平均 (°C)	35.9 (35.7...36.1)					29.2°C (-6.7) (28.5...30.3)
直温平均 (°C)	35.9 (35.0...36.5)					29.5°C (-6.4) (28.1...31.0)
脈數 (毎分平均)	227 (199...271)	20''	8'20'' (5'...10')	(+) 48 (21%)	46'40'' (20'...60')	
\overline{PQ} (σ)	6.4 (6.3...6.5)					
\overline{QRS} (σ)	3.9 (2.9...5.0)					
\overline{QT} (σ)	15.5 (13.5...16.0)					
RV (mV)	1.31 (1.19...1.43)					

(+) (-) は低溫曝露直前に對する増減を示す

	變化出現の平均時間	變化出現の平均腹温			
-ST' (下降上昇)	2h.42.5'	17.4°C			
T' (逆轉. 二相. 平低)	2h.12.5'	20.9°C			
P (逆轉. 平低)	2h.15'	20.5°C			
不整脈	2h'	22.2°C			

心電圖の所見 (第2表, 第3表及第3圖参照)

RR: 低溫曝露直後の心搏動數は既に20秒で毎分2~32平均21.3(94%)の増加を示し、その後5分~10分平均8分20秒で最高に達し、平均21%の増加がみとめられた。その後20分~60分、平均46分40秒で低溫曝露直前の値に戻り、その後は一方的に漸次減少した。處が對照に於ては心搏動數は低溫曝露後平均20秒で増加し始め、平均3分57秒で最高に達して7.95%の増加を示し、25分で正常に戻つてゐる。従つてそれに比較すると本實驗での心搏動數の増加はかなり高度で且つ長く持續される。その後心搏動數は漸次減少し、その程度は1時間で7%、1時間30分で23%、2時間48%である。對照に於ては各々15.4%、32.7%、48%で心搏動數の減少のしかたが對照よりも遅いことが認められた。2時間30分、3時間ではほぼ69%、84%の減少を示し、對照では各々64.3%、78.4%で反對に對照より減少が早いように見えるが、2時間頃より洞性不整脈が現れ、その後頻度を増すために減少度の正確さは期せられない。

1h.	1h.30'	2h.	2h.30'	3h.	死亡時 3h17.5'
29.0°C (-7.9) (26.9...30.4)	26.0°C (-10.9) (23.4...27.4)	22.3°C (-14.6) (21.0...24.1)	18.9°C (-18.0) (17.7...21.2)	16.5°C (-20.4) (14.9...18.3)	14.5°C
26.3°C (-9.6) (25.7...26.9)	23.2°C (-12.5) (23.3...23.9)	19.3°C (-16.6) (19.0...19.8)	15.7°C (-20.2) (15.0...16.5)	13.4°C (-22.5) (11.8...14.5)	
26.3°C (-9.6) (24.0...28.0)	23.4°C (-12.5) (21.5...24.9)	20.3°C (-15.6) (19.0...21.6)	17.3°C (-18.6) (15.5...18.4)	14.4°C (-21.5) (12.5...18.3)	
(-) 16 (7%)	(-) 52 (23%)	(-) 109 (48%)	(-) 157 (69%)	(-) 190 (84%)	29/分
(+) 0.3 (4.7%)	(+) 0.9 (14%)	(+) 2.4 (37%)	(+) 4.1 (64%)	(+) 8.9 (139%)	
(+) 0.3 (7.7%)	(+) 0.7 (18%)	(+) 1.9 (49%)	(+) 3.8 (100%)	(+) 6.6 (169%)	
(+) 0.8 (5.2%)	(+) 3.2 (20.6%)	(+) 6.5 (42%)	(+) 15.5 (100%)	(+) 24.3 (57%)	
(+) 0.09 (6.9%)	(+) 0.17 (13%)	(+) 0.24 (18.3%)	(+) 0.33 (25.2%)	(+) 0.08 (6.1%)	

	1h 30' (出現率)	2h (出現率)	2h.30' (出現率)	3h (出現率)	
	0	25%	50%	75%	
	0	75%	75%	75%	
	0	50%	75%	100%	
	25%	75%	100%		

\overline{PQ} (房室間刺戟傳導時間)

\overline{QRS} (心室内興奮傳達時間)

\overline{QT} (心室興奮持続時間)

之等は凍死のかなり末期の2時間までほぼ心搏動數に對應して漸次延長する外は格別の變化は認められなかつた。2時間以後、洞性不整脈或は心室性期外收縮、その他重篤な諸變化が出現するようになると \overline{PQ} , \overline{QRS} , \overline{QT} は互に時間的には全く無關係に各々大きな延長を示した。

\overline{ST} (中間部)

\overline{ST} の變化は凍死の前半には全く認められない、1時間30分で極めて軽度の低下を思はせるものが1例(No. 4)あつた。一般には2時間で變化がやゝ明となる、即ちやゝ下降するもの2例(No. 4, No. 5)、やゝ上昇するもの1例(No. 3)がある、その後2時間30分ではNo. 5は既に明に下降した。3時間ではやゝ上昇したNo. 3、やゝ下降したNo. 4も明に下降した。殊にNo.

4 に於ては所謂 Korth の盆状下降がみられた。

T 波 (後期動搖):

T 波は末期に至るまで大なる變化を示さない, TV は低温曝露直後僅かに減少しその後多少恢復の傾向を示すものもみられるが一般に減少の一途を示している。1 時間では 0.06 mV (15%), 1 時間 30 分では 0.16 mV (40%) の減少を示した。T 波の明な平低化 (No. 5), 二相性 (No. 3), 或は逆轉 (No. 4) などの所見は何れも低温曝露 2 時間より認められた。2 時間 30 分では No. 3, No. 4 は依然二相性, 逆轉を示した。No. 5 は逆轉或は消失を來した。3 時間 30 分では No. 2 は始めて變化し痕跡的存在となつた。即ち對照に比較し ST 並に T 波の變化は比較的輕度で且つその出現時期は遅れている。

P 波 (心房波):

PV は凍死の初期には殆んど變化がみられない。1 時間以後漸次減少する。P 波の平低化は 1 時間 45 分で始めて (No. 4) 輕度に現はれる。2 時間には 2 例 (No. 3, No. 4) に認められた。2 時間 30 分では No. 3 は痕跡となり, No. 5 は平低化した。3 時間では No. 4, No. 2 は平低化, No. 3, No. 5 は消失してゐる。此の變化も對照に比し明に遅れて現はれている。

R 波:

RV は 30 分では 0.15 mV (11.4%), 1 時間 3 分では 0.17 mV (13%), 2 時間では 0.24 mV (18.3%), 2 時間 30 分では 0.33 mV (25%) の増加を來している。これは勿論家兎に於ける呼吸性の變動を考慮に入れての値である。この増加は心搏動數の減少に對應する變化で大きな意味は求め難い, 3 時間以後は急激に減少を來した。

S 波:

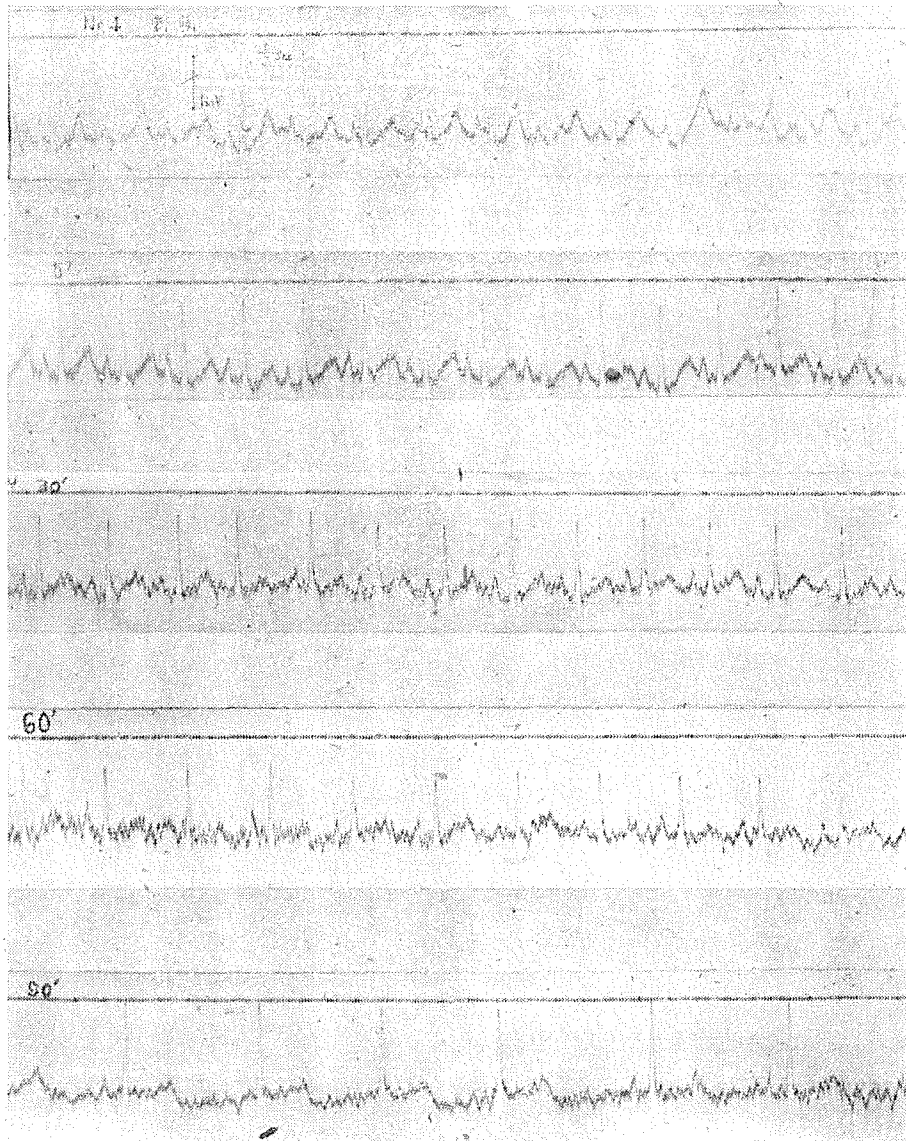
SV は 1 時間では 0.069 mV (17.7%), 2 時間では 0.15 mV (29%) の増加を示し, 2 時間 30 分では 0.14 mV (27.5%) の増加を來した。3 時間では 0.12 mV (23.5%) の減少を來し。對照實驗と同様凍死の末期に減少を示した。

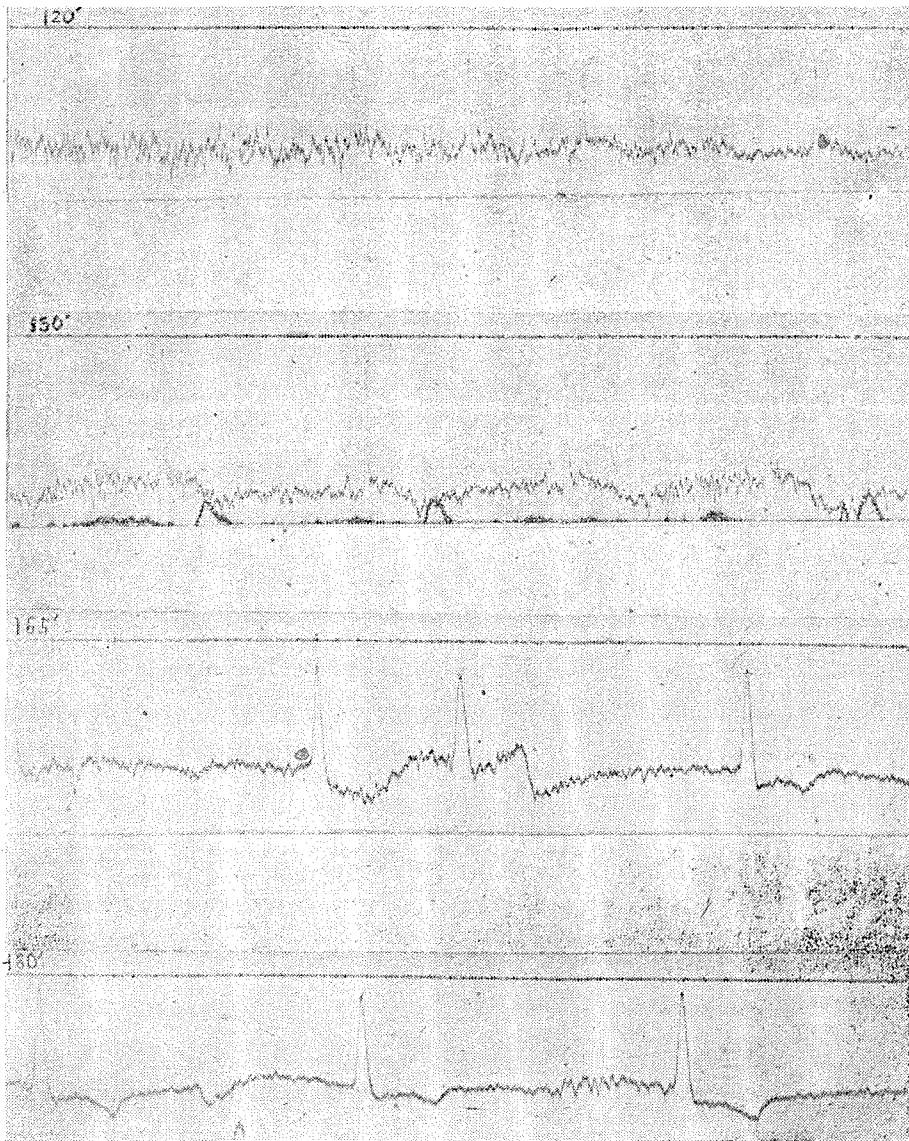
不 整 脈:

對照に於ては洞性不整脈は平均 1 時間 53 分より現はれた。本實驗に於ては 1 時間 30 分~2 時間 30 分, 平均 2 時間で輕度の不整脈が認められる, その頻度は心搏動數にして $1/10 \sim 2/10$ 個であり, その程度は $2\sigma \sim 4\sigma$ である。その際の腹温は $21.2^\circ\text{C} \sim 23.4^\circ\text{C}$ 平均 22.2°C で對照に比し 4.3°C 低かつた。3 時間以後になると著しく増強して, 殆ど連続して出現し且つその程度も $8\sigma \sim 35\sigma$ と判然として來る。心室性期外收縮は 2 時間 45 分に於て突然 No. 4 に出現しただけで頻度も輕かつたが其の後續いて現はれなかつた。即ち對照に比し不整脈の出現時間は遅れ且つその程度も輕いように思はれる。

以上のようにアルコール注射が凍死過程の心臓機能にどんな影響を與えるかと云ふことを心

電圖について考察してみよう。先づアルコールを投與しない對照の凍死に比較して、心電圖に現はれる變化の種類並にその性格は兩者大變よく似てゐる。即ちアルコールによる特別な變化と云うようなものはつかめなかつたが、たゞ量的に或は時間的にずれが認められた。凍死の前半には心搏動數の減少度は殊に少く、又 *PP*, *TV* 等の變化も少なかつた、従つて心臓機能障碍の所見は 30 分或はそれ以上遅れて現はれた、即ち 2 時間或はそれ以後に不整脈の出現、*ST* の下降、或は時に上昇、*P* 波の平低化、消失、或は *T* 波の逆轉、二相化、消失、その他所謂心臓機能障碍の症候が現はれた。之等の變化も對照に比較すると發現後急激な増加を示さず、比較的輕度にやゝ緩慢に終始した。従つて動物は生存時間の延長をみたと云へやう。





第3圖 アルコール投與家兎の凍死過程の心電圖

之を心電圖と同時記録した脳波についてみるに對照と大差はないが、たゞ脳波がその特徴的性格を全く消失し、單に不規則な基線の動搖を示す時期が明に遅れていた。之等の所見はアルコール投與が凍死に效果的に働くと云ふ具體的證左である。

それではなぜ低溫曝露の場合にアルコールが危険を招き易いかについて蛇足を加へてみよう。前に述べたようにアルコールの大量攝取によつて大脳皮質の抑制作用が衰える、従つてお喋りや、怒つたり泣き叫んだりし易くなる。更に思考力が衰え、計畫性が失はれる、之は周知のことである。かくして前途に横たれる寒冷への對策が當を失するようになること、及び大脳

皮質並に小腦の運動中樞を胃し運動並に平衡障礙を起すことによつて遂に思ひがけぬ災難に見舞われるもので、云はばアルコールによる二次的結果と考えるのが妥當と云へよう。

VI 摘 要

以上の實驗より次のことが云へる。

家兎を背位に固定してアルコール 1.5 g/kg 耳を靜脈内に 1分30秒の速度で緩やかに注射すると、その後家兎は筋肉弛緩し運動は明に不全となる。そして溫熱中樞は不全を來し、一過性にぼゞ30分頃より直溫は上昇し始め2時間で最高に達し平均 0.76°C の上昇を示しその後再び減少する。即ち輕度ながら直溫の上昇が認められる。此の際直溫上昇に對應して呼吸數の増加を來してゐる。即ち 1.5 g/kg の靜脈内注射でも家兎は明に酩酊状態を來すことを認めた。

次にアルコールの同量を同一方法で注射して、10分~15分後に、-40°C の無風状態の低溫室中に靜かに手早く導入し凍死に至るまで種々な觀察を行なつてみた。

先づ豫備實驗で見られたようなアルコール注射による體溫の上昇は見られない。腹溫はアルコールの投與を行はなぬものと同様、何等の特徴を示さずぼゞ直線的に下降するが、此の場合には常に 2°C~3°C 低く消長した。そして生存時間も平均 11分延長し致死溫度も 4.7°C 低かつた。これを更に心電圖により分析考察してみると、心電圖にはアルコールによる特別な變化は見出せなかつたが、たゞ量的に或は時間的にずれが認められた。即ち心搏動數の減少がかなり遅れること、又不整脈、 \overline{ST} 、 \overline{P} 波、 \overline{T} 波の變化即ち心臓機能障礙の所見も遅れて現はれ、その後も比較的輕度に且つ緩慢に終始した。

以上のやうにアルコール投與は從來の説とは反對に凍死に對し效果的に作用するものであることを明にした。

文 献

- 1) Krjukoff, A. 1914 Beitrag zur Frage der Kennzeichen des Todes durch Erfrieren. Viert. f. ger. Med., 57, 79.
- 2) Sonnenburg, E. u. P. Tschmarke 1915 Die Verbrennungen und die Erfrierungen.
- 3) Meyer, H.II.-R. Gottlieb 1936 Exp. Pharm., 9 Aufl., 87 u. 611.
- 4) 齋藤八郎 1935 低溫の生體に及ぼす影響についての實驗的研究、種々なる條件の下に於ける動物生存時間(抵抗力)に關する實驗的研究。北海道醫誌, 13, 855.
- 5) Kunkel, A.J. 1901 Handb. d. Toxikol., 13, 559.
1923 Handb. d. exp. Pharm., 1, 135.
1936 Meyer, H.II.-R. Gottlieb's Exp. Pharm., 9 Aufl., 449.
- 6) Binz, C. 1936 Meyer, H.II.-R. Gottlieb's Exp. Pharm., 9 Aufl., 450.
- 7) Dixon, W.E. 1907 The action of alcohol on the circulation. J. of Physiol., 55, 346.
- 8) Loeb, C. 1905 Die Wirkung des Alkohols auf das Warmbluterherz. Arch. f. exp. Path. u. Pharm., 52, 459.

- 9) Wood, H. C. und D. M. Hoyt 1036 Meyer, H.H.-R. Gottlieb's Exp. Pharm., 9 Aufl., 450.
- 10) Vernon, H. M. 1910 The mode of union of certain poisons. J. of Physiol. 41, 194.
- 11) Hamill, Ph. 1910 The cardiac metabolism of alcohol. J. of Physiol. 39, 476.
- 12) Le Breton (江上譯) 1939 生理化學研究.
- 13) Lesieur, Ch. 1925 A. Heffter's Handbuch d. exp. Pharm., 1, 383.
- 14) Gréhant, N. Ibid. 358.
- 15) Joffroi, A. Ibid. 358.
- 16) Straus, Ibid. 299.
- 17) 森田貞美 凍死に関する實驗的研究, 特に心臟機能の役割に就て. 低温科學, 3 (印刷中)
- 18) 田中正之 凍死に関する實驗的研究, 特に凍死過程の腦波に就て. 低温科學, 3 (印刷中)

Résumé

When 6 cc of 25 % alcohol per. kg are injected into the vein of a rabbit, the rise of body temperature and the increase of respiratory rate are recognized.

When the alcohol-injected rabbit is exposed to the cold room of -40°C , the body temperature decreases with linear rate.

The fatal body temperature is lowered and the survival duration is prolonged comparing with the unanaesthetized controls.

ECG does not show any particular difference comparing with the controls, and the changes are slight. But, the instant of the appearance of such changes is retarded.