

# 高温環境下に於ける糖代謝

## 第 3 編

### 高温環境下に於ける糖代謝に及ぼす網内系機能の影響

岡山大学医学部第一内科教室 (主任：山岡教授)

小 原 美 夫

〔昭和30年4月22日受稿〕

網内系の機能として重要視されているものに、異物摂取能や免疫体産生能または造血機能への参与等があるが、水分調節を始め蛋白質や脂質の代謝等、新陳代謝に関する作用も軽視することができない。また含水炭素代謝に関しても、直接又は間接に影響を有することについて、多数の報告がなされている。そこで高温環境下に於ける含水炭素代謝を検討するに当つて、第1及び第2編にひきつづいて、網内系に填塞的に作用すると考えられる墨汁及び lithion-carmin, 更に賦活的に作用すると考えられている虹波即ち neo-cyanine を海猿に負荷し、これを室温若くは高温環境下に置いて、肝臓糖原量や筋肉糖原量及び血糖値の消長を比較検討し、時に vitamin C をも共に負荷して、その影響を観察し、高温環境下に於ける含水炭素代謝に及ぼす網内系の影響について、聊かながら知見を得んと試みた。

#### 実験方法

実験動物には海猿を用い、購入後少くとも5日間は豆腐糟で飼養し、そのうちから健康で特に体重の大きいものを選び、20乃至24時間の飢餓の後実験に供した。

実験に当つては、総ての動物について血糖測定のため心臓穿刺により採血、次で墨汁や lithion-carmin 及び neo-cyanine を負荷し、若し更に vitamin C を追加する場合には、体重100瓦当り墨汁負荷では25疋その他では50疋を反対側の皮下に注射した。次で室温放置のものは30分毎に2時間目迄血糖を測定し、

高温環境に置くものは41°Cに2時間孵卵器中に保温し、後心臓穿刺により採血して血糖を測定して、室温放置のものと共に直に撲殺して肝臓及び筋肉の糖原量を測定した。使用した筋肉は、四頭股筋である。

墨汁は古梅園製の紅花墨を擦つて10%の生理的食塩水溶液となし、濾紙で濾過後滅菌し、用に当つては更に5倍に薄め、後肢の末梢静脈から体重100瓦当り0.3疋注射した。lithion-carmin は、まず飽和炭酸 lithium 溶液を作り、これに4%の割に carmin を溶解し、約30分間重湯煎上で加熱次で濾過して製した。用に臨んでは滅菌して体重100瓦当り1.0疋を、後肢の趾間静脈内に注射した。製品は総て Merck 製を用いた。虹波と呼ばれる neo-cyanine は、その錠剤を暗室で素早く粉末とし次で蒸溜水に溶かし、体重100瓦当り0.25錠の割で胃の中に注入し、30分後より実験に着手した。

高温環境を与える方法としては、第1編に述べた装置を用いて、型の様に処置した。また血糖測定は Hagedorn-Jensen 氏法、糖原測定は Z. Disch-H. Popper 氏法に従つた。

#### 実験並に考按

実験成績を述べるに当つて、対照として非負荷時に室温若くは41°Cに2時間放置したものの成績を、第1編より引用すれば第1及び第2表の通りとなる。

先ず海猿に体重100瓦当り墨汁0.3疋を静注し、室温に2時間放置した場合の成績は、

第1表 動物海猿, 室温2時間, 非負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	170.0	2.18	0.40	89.0	91.0
2	210.0	1.35	0.35	124.0	131.0
3	170.0	1.86	0.47	107.0	110.0
4	220.0	1.65	0.35	84.0	88.0
平均	192.5	1.76	0.39	101.0	105.0

第2表 動物海猿, 温度41°C 2時間非負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	257.0	0.54	0.30	88.0	126.0
2	275.0	0.63	0.43	118.0	140.0
3	265.0	0.56	0.34	97.0	128.0
4	230.0	0.63	0.38	98.0	132.0
平均	256.7	0.59	0.36	100.2	131.5

第3表 動物海猿, 室温2時間, 墨汁負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前 血 糖 %	後 血 糖 糖 原 %			
					30分	60 "	90 "	120 "
1	490.0	1.65	0.35	98.0	90.0	85.0	95.0	99.0
2	520.0	1.34	0.40	101.0	95.0	97.0	102.0	105.0
3	550.0	1.51	0.38	110.0	93.0	90.0	120.0	115.0
4	610.0	1.60	0.41	112.0	98.0	89.0	123.0	118.0
平均	542.5	1.52	0.38	105.2	94.0	90.2	110.0	109.2

第3表の通りである。即ち糖原量に於てこれを第1表の非負荷室温放置のもとに比較すれば、肝臓糖原量に於ても筋肉糖原量に於ても、殆ど差異が認められず、強いていえば肝臓糖原量に僅少の減少がある。また血糖値は、時間の経過に於て一旦減少するが、前値と120分値との間には殆ど差がなく、その平均値に於て4%の増加に過ぎず、これは前血糖値の3%に当る。

海猿に墨汁を負荷して41°Cに2時間保温したものの成績は、第4表の通りである。即

第4表 動物海猿, 温度41°C, 墨汁負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	350.0	0.63	0.29	115.0	75.0
2	490.0	0.67	0.25	111.0	84.0
3	545.0	0.53	0.18	96.0	67.0
4	615.0	0.73	0.30	113.0	74.0
平均	500.0	0.64	0.25	108.7	75.0

ち糖原量に於て、肝臓糖原量も筋肉糖原量も著しく減少しているが、これを非負荷で高温環境下に置いたものに比較すると、墨汁負荷例では、肝臓糖原量では僅かに減少が少く、筋肉糖原量では減少が少々強い。非負荷の場

合筋肉糖原量は、高温環境下に置くことで殆ど影響されぬから、墨汁負荷は、高温環境による筋肉糖原量の低下を促進するといえるかも知れない。この際血糖値は、常に著明に減少してその平均値に於て33.7%の減少となり、これは前血糖値の31%に当る。血糖値が、室温放置では墨汁の負荷非負荷で差がなく共に幾分上昇し、高温環境では非負荷時に更に増加するのに、墨汁負荷の場合かえつて可なり減少するのは、注目されてよい所見である。

海猿に墨汁次で体重100瓦当り vitamin C 25%を皮下注射して、高温環境下に置いたものの成績は、第5表の通りである。即ちこれを vitamin C 非負荷のもとに比較すれば、

第5表 動物海猿, 温度41°C, 墨汁及び Vitamin C 負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	485.0	0.87	0.25	88.0	96.0
2	440.0	0.88	0.20	111.0	125.0
3	510.0	0.89	0.28	115.0	115.0
4	490.0	0.92	0.39	105.0	106.0
平均	481.2	0.89	0.28	104.7	110.5

高温環境下に置くための糖原量の低下は幾分抑制され、その程度は肝臓糖原量に強い。また血糖値に於て、高温環境に置くための血糖の低下は除かれて、その平均値に於て5.8%の増加となり、前血糖値の5%に当る。

以上により墨汁を海猿に負荷する時は、室温放置で肝臓糖原量の僅かな減少を疑わしむるのみで、筋肉糖原量及び血糖値の変動には影響を与えない。これを更に高温環境下に置く時は、墨汁非負荷の場合と比較して、肝臓

糖原量の減少は僅かに少く、筋肉糖原量の減少は強く、血糖値は非負荷時に上昇するに反し略々同程度の低下を来す。これ等に対し vitamin C は、糖原量の減少及び血糖値の低下を抑制し、その作用は肝臓糖原量及び血糖値に対し著明である。

海猿に lithion-carminc を体重100瓦当り1.0%静脈内に注射して、室温に2時間放置した場合の成績は、第6表の通りである。即

第6表 動物海猿, 室温2時間, Lithion-carminc 負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前 血 糖 %	後 血 糖 糖 %			
					30分	60 "	90 "	120 "
1	429.0	0.95	0.50	108.0	99.0	90.0	85.0	82.0
2	374.0	0.97	0.43	108.0	95.0	86.0	78.0	74.0
3	249.0	0.88	0.44	90.0	88.0	69.0	64.0	60.0
平均	350.6	0.93	0.45	102.0	94.0	81.0	75.6	72.0

ちこれを非負荷室温放置のもとに比較すれば、糖原量に於て肝臓糖原量は著明に減少し、筋肉糖原量は寧ろ増加している。また血糖値は、時間の経過と共に減少して120分後には常に最低となり、その平均値に於て30%の減少を示し、前血糖値の29%に当つて、非負荷の場合少々増加するのと較べて対蹠的である。

海猿に lithion-carminc を負荷して41°Cに2時間保温した場合の成績は、第7表の通

第7表 動物海猿, 温度41°C 2時間,  
Lithion-carminc 負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	434.0	0.63	0.36	90.0	47.0
2	364.0	0.69	0.31	78.0	42.0
3	200.0	0.60	0.30	107.0	42.0
4	635.0	0.65	0.32	126.0	76.0
平均	408.2	0.64	0.32	100.2	51.7

りである。即ち糖原量に於て、肝臓糖原量は更に減少し、筋肉糖原量は lithion-carminc 負荷で増加の傾向にあつたものが、高温環境で減少して非負荷室温放置の値と等しくなつ

ている。また血糖値も減少の度を強めていて、平均値に於て48.5%の減少となり、これは前血糖値の48%に当つている。これ等の成績を非負荷高温環境下に置いたものと比較すれば、肝臓糖原量は少々多く、筋肉糖原量は略々等しく、血糖値は非負荷では増加しているのに、lithion-carminc 負荷のものでは減少している。

海猿に lithion-carminc 負荷に次で体重100瓦当り vitamin C を50%皮下注射し、これを高温環境下に置いた成績は、第8表の通りである。即ち糖原量に於て、肝臓糖原量は更に減少して vitamin C の減少への抑制作用

第8表 動物海猿, 温度41°C 2時間,  
Lithion-carminc 及び Vitamin  
C 負荷.

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	380.0	0.40	0.32	122.0	169.0
2	387.0	0.46	0.24	109.0	175.0
3	392.0	0.72	0.36	103.0	123.0
4	342.0	0.48	0.30	103.0	141.0
平均	375.2	0.51	0.30	109.2	152.0

は見られず、却つて減少を促進しているかにも見える。また筋肉糖原量は vitamin C 非負荷のものと同しく、この際にも vitamin C の影響は認めることができない。たゞ血糖値に於ては常に増加し、その平均値に於て42.8%の増加となり、前血糖値の 39 %に当つている。

以上により海猿に lithion-carmin を負荷する時は、室温放置で肝臓糖原量は減少し筋肉糖原量は増加の傾向を示すが、血糖値は減少する。これを更に高温環境下に置く時は、肝臓糖原量や血糖値の減少は強化されるが、筋肉糖原量も減少する。この場合 vitamin C を共に負荷しても、肝臓糖原量及び筋肉糖原量の減少は抑制せられず、肝臓糖原量にあつては、寧ろその減少が促進されるかにも見える。また血糖値では、減少過程が増加過程に変わる。

海猿に網内系賦活剤として知られている虹波即ち neo-cyanine を、1乃至1.5錠経口的に与え、30分後より 41°C に2時間保温した成績は、第9表の通りである。即ち糖原量に

第9表 動物海猿，温度41°C 2時間，  
Neocyanine 負荷。

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	540.0	0.85	0.21	111.0	80.0
2	430.0	0.98	0.22	102.0	97.0
3	439.0	0.98	0.26	112.0	97.0
平均	469.6	0.93	0.23	108.3	91.3

於て、これを非負荷室温放置及び高温環境下に置いたものに比較すれば、肝臓糖原量は室温放置のものよりは勿論少いが、高温環境下に置いたものよりは遙かに多い。然し筋肉糖原量は、上記の何れの場合よりも減少している。また血糖値は、上記二つの場合上昇しているのに、neo-cyanine 負荷の場合には何れも減少して、平均値に於いて17.0%減少となり、前血糖値の15%に当つている。

海猿に虹波と共に vitamin C を体重100瓦当り50%負荷して、高温環境下に於いた成績

は、第10表の通りである。即ち糖原量に於て、

第10表 動物海猿，温度41°C 2時間，  
Neocyanine 及び Vitamin C 負荷。

例	体 重 瓦	肝臓糖原 %	筋肉糖原 %	前血糖 %	後血糖 %
1	445.0	0.62	0.27	103.0	113.0
2	458.0	0.51	0.24	109.0	125.0
3	425.0	0.65	0.22	112.0	122.0
平均	442.6	0.59	0.24	108.0	120.0

これを vitamin C 非負荷のものと比較すると、肝臓糖原量の減少は更に促進されて、非負荷で高温環境下においたものと同一値となり、筋肉糖原量は vitamin C 負荷で影響を受けない。また血糖値は、vitamin C 非負荷時には減少しているのに、負荷では上昇して、平均値では12%の増加となり、前血糖値の11%に当つている。

以上の通り海猿に虹波を負荷すると、高温環境を与えるための肝臓糖原量の減少を抑制するが、筋肉糖原量の減少は促進される。また血糖値は、高温環境による上昇が減少へと移行する。これに vitamin C を負荷すると、高温環境による肝臓糖原量の減少に対する虹波の抑制作用は消失するが、筋肉糖原量の消長には影響がない。また虹波による血糖減少作用も消失して、非負荷高温環境下に於けると等しく、過血糖を来す。

## 結 論

海猿に一定量の墨汁や lithion-carmin 及び neo-cyanine としての虹波、更に時に vitamin C をも共に負荷して、室温若くは 41°C に2時間放置し、後肝臓及び筋肉糖原量並に血糖値を測定して、以下の様な結果を得た。

1. 肝臓糖原量は、これら薬物を負荷すると、墨汁では僅少の lithion-carmin では可なり減少を来す。

2. 肝臓糖原量は、これ等薬物を負荷後動物を高温環境下に置くことにより、更に減少するものであるが、墨汁と lithion-carmin とではその価が等しく、薬物のみによる減少

を基準にすると、墨汁の方が高温環境による影響が強い。同条件下に於ける虹波負荷時の値は、非負荷時のそれよりも著しく高い。

3. これ等薬物負荷後動物を高温環境下に置いた際の肝臓糖原量の減少は、共に負荷した vitamin C により、墨汁の場合は幾分抑制され、その他の場合は寧ろ促進される。

4. 筋肉糖原量は、墨汁負荷では不変、lithion-carmin 負荷では寧ろ増加する。

5. 筋肉糖原量は、薬物を負荷後動物を高

温環境下に置くことにより、常に減少するものであるが、vitamin C を共に負荷しても、殆どこれに影響されない。

6. 血糖値は、墨汁負荷では不変 lithion-carmin 負荷では低下する。更に高温環境下に置く時は、常に低下乃至は低下の程度が増強するが、vitamin C を共に負荷した場合には、常に血糖値が上昇する。これ等低下及び上昇の影響は、lithion-carmin の場合に最も強い。

### 主要文献

- |   |   |
|---|---|
| 1) 高畑：成医会誌, 58巻, 699 (昭14).                 | 720 (1928).                                 |
| 2) 島山：東北医学会誌, 30巻, 2号, 181 (昭17).           | 8) Sterkin, E. . Z. f. ges. exper. Med. 63, |
| 3) 鶴井：京都府立医学誌, 34巻, 549 (昭17).              | 775 (1928).                                 |
| 4) 三好：十全会誌 41, 1222 (昭11).                  | 9) 有地：医学研究, 21巻, 4号, 448 (昭26).             |
| 5) 坂元：熊本医学会誌, 12, 1381 (昭11).               | 10) Dish, Z. & Popper, H. Biochem. Z. 175,  |
| 6) 三好：十全会誌, 42, 1380 (昭12).                 | 371 (1926).                                 |
| 7) Venulet, K. . Z. f. ges. exper. Med. 63, |   |

1st Inter. Med. Dept., Okayama University Medical School.

(Director . Prof. K. Yamaoka)

## SUGAR METABOLISM UNDER HIGH TEMPERATURE.

### CHAPTER III. INFLUENCES OF RETICULO- ENDOTHELIAL SYSTEM ON SUGAR METABOLISM UNDER HIGH TEMPERATURE.

By

Yoshio OBARA

The glycogen content in both livers and muscles as well as the blood sugar values were measured after letting guinea pigs standing for 2 hours at room temperature or at 41°C. After imposition of a definite dose of India ink, lithion-carmin and "Koha" of neo-cyamine and in some cases together with vitamin C, and the following results were obtained :

1. By imposing these drugs, liver glycogen decreased slightly in India ink and pretty in lithion-carmin cases.

2. Liver glycogen content much more decreased by exposing the animal to high temperature after imposing these drugs, and the degree between India ink and lithion-carmin cases

was almost the same, but, from the viewpoint of the degree of the decrease caused by drug itself, the India ink case was strongly influenced by high temperature. In a similar condition, liver glycogen content of the "Koha"-imposed was markedly high than the non-imposed.

3. The decrease of liver glycogen content under high temperature after imposition of these drugs, was slightly inhibited in India ink case by simultaneous imposition of vitamin C, while accelerated contrarily in the other cases by it.

4. Muscle glycogen content showed almost no change in India ink case, and it increased contrarily in lithion-carmin case.

5. Muscle glycogen content always decreased by exposure to high temperature after imposing these drugs, and vitamin C showed scarcely any effective action on these conditions.

6. The blood sugar values stayed at normal range in India ink case, but decreased in lithion-carmin case. It, furthermore, always increased by further imposition of vitamin C under high temperature. These influences to increase or decrease the value were most apparent in lithion-carmin case.

---