上田, 柳田, 佐藤, 可知, 笠間, 西川: 日血學誌. 11, 3・4(昭23). — 4) 櫻澤: 日內會誌. 22(昭9). 5) H. Storz: Kl. W. 48 (1939). — 6) Martini, P. u. A. Pierach: Kl. W. 1809, 1857(1926). —

7) Eppinger, H.: Z. Kl. M. 133, 1(1938). — 8) Kaunitz, H. u. L. Selzer: Z. gesam. exp. M., 102, 308 (1938). — 9) Müller, L. R.: Kl. W. 113(1939).

体温調節に關する實驗的研究

吉 利 和
東 大 柿 沼 内 科

Experimental Study on the Temperature Regulation.
by Yawara Yoshitoshi,

第1編 腎臟溫度に關する實驗的研究

腎臟に於てはその酸素消費量及び流血量の大きな事より甚だ活潑なる物質代謝が行われていると推定される。この腎臟の機能状態と熱生成能力との連關及び血流状態の變動によつて腎臟の蒙る影響等を知り、以て体温調節上腎臟の有する意義について知らんとして、腎臟温度の計測を行つた。同時に腎動脈竝に腎靜脈血温についての計測をも行い、腎臟温度の變動の機構を知る一補助手段とした。更に又腎臟と密接なる關係を有する皮下の温度をも計測して、この兩者の相對的關係について考察せんとした。

實驗方法

實驗動物はすべて家兎を用い、腎臟を露出せず外部より手にて把握して、注射針中に絶縁封入せる銅コンスタンタン熱電對を挿入して腎臟温度を計測した。腎動靜脈血温は、開腹して兩血管を露出して、その各血管壁に熱電對溫接点を密着せしめ、之ら全部をエンパイヤチューブ中に入れ、コロヂウムにて固定して計測した。皮下温度も同様の熱電對を用い直腸温は熱電對及び電氣抵抗寒暖計の連續自記裝置を用いた。

實驗成績

1. 健常家兎についての實驗

(1) 健常家兎体内各部の温度の關係を見ると、

固定後略と一定の値に達する速度及びその一定の温度に達した時の値は、直腸、腎臟、皮下の順位であり、その動搖の程度は逆の順位である。又健常家兎腎動脈、腎靜脈及び股靜脈血温を平均すると、夫々、34.62, 35.21, 33.48度であつて腎靜脈血温は常に腎動脈血温よりも高く、腎臟内での熱生成機能の存在を示す。

(2) 体位について見ると腹位の方が背位よりも低温を示し、又体位變換によつても動搖し、その程度は頭部を上に向けた時よりも下に向けた方が著しい。

(3) 次に略と体温の生理的食塩水を耳靜脈内に注入するのに、速度大ならば初期に於て一時腎臟温度及び腎靜脈血温低下し、然る後むしろ上昇が現われる。緩速度にて注入すれば初期の低下は認められない。

(4) 次に注入液の温度について吟味すると、寒冷食塩水の一定量を注入すれば腎臟温度は甚だ敏感に反應して温度低下し、又この低下速度低下度いすれも腎靜脈血温の方が腎動脈よりも著明なる事より、寒冷液の循環による低下ではなくして、寒冷によつて反射的に腎臟の機能低下を起したものと考えられる。

之に反して高温食塩水注入の際には皮下温度最も著明に敏感に反應して急激に上昇し次で腎臟温

度も上昇する。この時腎静動脈血温差は注入前と著變なき事より、血流を介して熱が腎臓に傳えられたものと考えられる。

(5) 次に体表面冷却及び加温を行つたが、この際の影響は、夫々低温及び高温食塩水注入時と類似し、冷却に對しては腎臓、加温に對しては皮下温度が夫々最も敏感に反應して變動する。

2. 諸種藥物の影響

(1) 自律神経毒及び内分泌腺製劑(アドレナリン・ピロカルピン・アトロピン・アセチルヒヨリン・ビツイトリン・サイロキシン)の影響を検し、熱生成昂進のある藥物投與の際には腎臓温度の上昇、腎静動脈血温差の著明なる増大があるが、腎臓血管に對する作用のある藥物投與の場合には腎臓温度の變動はあるが、腎静動脈血温差は略々一定の値を保つてゐる。

(2) デギタリス劑・ビタカンファー等の強心劑によつて血流變動を起させると腎臓温度は敏感に反應し、適量にては上昇するが多量にては低下せしめる。

コフェイン・イグロシン等腎臓機能昂進の作用ある時は腎臓温度、腎静動脈血温差いずれも上昇する。

(3) 發熱劑(テルミン・チフスワクチン・スルフォジン)を投與すれば、腎臓温度上昇及び腎静動脈血温差の著明な増大がある事から、熱生成の昂進の存する事がわかる。

(4) 解熱劑(アミノピリン・アスピリン)によつては第1段として血流減少による低下、第2段として腎臓における熱生成の減退によつて著明なる低下が現われる。

3. 諸種病的状態についての實驗

(1) 瀉血によつて一時腎臓温度低下するが後に代償的に上昇して腎静動脈血温差も増大して熱生成の昂進した事を示す。

(2) 馬血清による感作及び再注射によつてアナフィラキシーを起させると、著明な腎臓温度低下を示すがその後には上昇を示し同時に腎静動脈血温差の増大を見る。

(3) 腎動脈又は腎静脈結紮の影響を見ると、前

者では腎臓温度及び腎静脈血温の低下を見るがいずれも餘り著明ではない。後者では腎臓温度の上昇著しく、腎臓内熱生成機能の旺盛なる事を示している。この時皮下温度は反射的に上昇し、腎臓及び皮下血流の相對的關係を示している。

(4) 硝酸ウランによる腎臓障病を起させると腎臓温度及び腎静動脈血温差の減少がある。但しその後直腸温度が上昇してそれに續いて腎臓温度も上昇する。

總括及び結論

1. 腎臓温度と他部位の温度は平行して變動する場合も多いが、時には全然別個に變動する事もあり、即ち兩者は區別して考えるを要する。

2. 腎臓の熱生成を昂進せしめる様な操作によつて腎臓温度は上昇し、逆に熱生成を減退せしめる時は下降する。かくして腎臓温度を計測する事によつて腎臓の機能状態を或程度窺ひ知りうる。

3. 腎臓温度はその血流状態に應じて敏感に變動する。従つて血流状態を變ぜしめる操作によつて腎臓温度は敏感に變動する。熱生成機能の變化による動搖との區別は腎静動脈血温差によつてなされ得る。

4. 腎臓血流と皮下血流は或程度の相關々係を有していると思われる。

第2編 寒冷による慄えに関する實驗的研究

環境氣象の生体に及ぼす影響の一として体表面冷却に基く急激なる熱奪取に際して、その初期殊に慄え發現前後に於ける体温調節機能についての實驗的研究を行つた。Cannon等はこの際副腎髓質が重要な役割を演ずると考えているので、著者はその副腎別出による影響と、更にアドレナリン・インテレン補給の影響を調査した。

實驗方法

實驗は家兎で、冷却は氷嚢を一定量の氷で充して計3個を以て急激に冷却した。体内温度分布の計測は銅コンスタンタン熱電對を注射針に封入したものを以て直接穿刺して行い、直腸温は自記電氣抵抗寒暖計によつた。

血糖はHagedorn-Jensen法、血球素量はザリー法によつて計測した。

實驗成績

1. 氷冷による慄え發現迄の時間的關係

(1) 氷冷を開始してより慄えの開始までの時間は健常家兎室温 25 度前後で平均 15 分、一側副腎別出家兎で平均 8.2、兩側副腎別出家兎 7.3 分となり、副腎別出によつて著明に短縮せられる事が分る。

(2) 直腸温度は慄え發來より一定時間後に於て突然急激に低下を開始するが、副腎別出は矢張りこの低下開始までの時間を短縮せしめる。

(3) この慄え發來及び直腸温度の低下開始時間が副腎別出によつて短縮せしめられたに對して、一定量のアドレナリン、又はインテレン投與はいずれも再び逆に延長せしめる傾向があるが、この兩者を併用する時に最も著明な作用が認められる。

2. 体内温度分布

(1) 肝臟温度は慄え發來時に於て最高温度を示し、直腸温下降後 7~9 分より漸次低下する。副腎別出例に於ては慄え發現時間の短縮に應じて肝臟温度の最高値に達する時間も短縮せられる。

(2) 腎臟筋肉及び皮下温度等は慄え發來と一定の關係を示さず、又副腎別出による影響も輕度である。

3. 血糖値

血糖値は氷冷後上昇し、慄え發來直前に最高値を示し、慄えの後に漸次減少する。副腎別出例に於てはこの血糖上昇は稍々不明瞭となる。

4. 血球素量

血球素量は氷冷によつて増加するが、慄え發來との間に一定の關係を認める事は出来ない。副腎別出によつてこの上昇程度は稍々減少するが質的な差は認められない。

考察及び結論

以上の實驗成績より、急激なる熱喪失の際の体温調節には副腎が重要な關係を有して、熱喪失に對抗する体温維持作用を發現せしめる事がわかる。然し熱喪失が一定度を越え、この拮抗作用が失われて慄えが發現し直腸温も低下するのである。従つて副腎別出によるこの拮抗機能脱落の

場合にはより速に慄えの發現があり、従つて又直腸温もより速に低下するに到る。而してこの体温維持作用は副腎の中のいずれの部分に存するかについては、Cannon 等は髓質をあげて居るが、著者の成績では、アドレナリンとインテレンの併用が最も強い拮抗作用を示す事から、髓質及び皮質の協同作用によると考えられる。而してこの副腎の作用は熱生成器官たる肝臟に働き、その熱生成機能を昂進させる事によつて營まれるのである。即ち肝臟温度は氷冷初期に上昇し、熱喪失が一定程度以上に達したる時には副腎機能低下し慄えを生ずるに到り、之により肝臟の熱生成機能も漸次低下してその温度低下となる。即ち肝臟温度が慄え發來時に最高値を示し以後低下する所以と考えられる。又副腎別出家兎に於ては慄え發來時間の短縮化と平行して肝臟温度の低下開始も速になる譯である。

更に血糖の面より考えれば、氷冷時副腎機能昂進により血糖上昇し、慄え發現と共に副腎機能低下によつて血糖値再び下降する。副腎別出家兎にては勿論この血糖上昇は認められない。氷冷による血液濃縮化は血球素量の計測より明かであるが、之は慄えの發現と一定の關係を有しないから、血糖上昇は單に血液水分の減少によるものではない。

以上の事より急激なる冷却時に應急的に体温調節を營むには副腎機能が重要な意義を有する事がわかり、この作用は髓質と皮質との協同作用によると結論しうるのである。

第3編 ビ₂の生物學的作用に 關する實驗的研究

ビ₂(狹義)即ちラクトフラビンの生物學的作用の本態は、このものゝ誘導体が所謂黃色酸化酵素として体内呼吸、即ち酸化機能と密接なる連關を有する点にあると考えられているので、之と關係を有する二つの現象について實驗的研究を行つた。

實驗方法

實驗動物は家兎、ビ₂としては、ビオフラビン(三共)を用い、体温計測は電氣抵抗寒暖計による

自記装置により、ガス代謝量は Regnault-Reisset の法により 1 分間体重 1 匁に對する 酸素消費量を計測した。

實驗成績

1. 發熱狀態に及ぼす B_2 の影響

發熱狀態に於ては物質代謝の 昂進が認められる事が多いので B_2 が發熱狀態に於て如何に關係するかについて實驗を行つた。

(1) 豫備實驗. B_2 の一定量を家兎靜脈内皮下又は蜘蛛網膜下腔内に 1 回及び連日 1 回宛注入したが、体温及び酸素消費量いずれも著變がなかつた。

(2) 本試験.

a. サイロキシンの一定量を 家兎靜脈内に注入すれば体温並に酸素消費量が増大する。之と同時に B_2 を投與したが、これらの上昇程度には特別な影響は認められない。

又乾燥甲状腺粉末を連日家兎に 經口的に投與すれば、体温及び酸素消費量は投與前に比較して高値を示しているが、かゝる甲状腺機能昂進家兎に對して一定量の B_2 を 1 回投與したのみでは体温及び酸素消費量に著變を認めない。然しかゝる家兎に同時に連日一定量の B_2 を投與すれば毎日の平均体温には著しい變化は認められないが、酸素消費量は對照よりも更に著明に昂進し、營養障礙は著明にすゝみ、体重減少は著明となり、生存日數は短縮化される。従つて甲状腺ホルモンと B_2 は拮抗的に作用するとはいえない。

b. アドレナリンの一定量を投與すれば体温及び酸素消費量の増大が認められるが、この時一定量の B_2 投與は特別の影響を示さない。又アドレナリンによつて連日体温上昇をくりかえすと、漸次体重減少するが、 B_2 を同時に投與すれば更にその減少を著明ならしめる。アドレナリン投與を中止したる後漸次体重は回復するが、この回復に對しては B_2 を連日投與すれば促進作用を示す。

c. 硫黄劑スフロール(三共)を用いての發熱

に對する B_2 の影響を検したが、アドレナリン投與の場合と略と同じ結果を得た。

2. 低酸素血狀態に及ぼす B_2 の影響

低酸素血狀態にて組織への酸素供給が不足する狀態に於て、体内酸化機轉に密接なる關係を有する B_2 が如何に作用するかを検した。

(1) 一定量の瀉血を行つて低酸素血狀態を招來せしめると、酸素消費量は瀉血翌日に於て著明に低下し、以後漸次回復するが、この時一定量の B_2 を連日投與すれば、この回復は促進せられる。然し血球素量の回復に對しては特に認むべき影響はない。

(2) 次に低酸素血狀態に於ける 含水炭素代謝に及ぼす B_2 の作用について檢索した。

a. 健常家兎及び瀉血家兎の血糖量に對して B_2 投與は特記すべき影響を示さない。

b. 健常家兎に一定量の葡萄糖を投與した後の血糖曲線は、之に對して B_2 を投與する事によつて特記すべき變化を蒙らない。

c. 次に低酸素血狀態に於ては一定量の葡萄糖負荷によつて健常時に比して過血糖狀態が長く続き、正常値への復歸が緩慢になるがこの時 B_2 の一定量を與える事によつてこの回復を促進せしめて正常へ近すかしめる。但しこの回復作用は B_2 を 1 回投與するよりも連續的に投與したる場合、殊に瀉血前から連續的に投與しておいた場合に著明にあらわれる。

總括及び結論

1. 諸種發熱狀態に於ける 体内酸化機轉の昂進に對して B_2 は更に之を著明ならしめて、營養障礙を更に促進せしめる。

2. 低酸素血狀態における 体内酸化機轉の障礙に對して B_2 は之を回復せしめて正常に近すかしめる。

3. かゝる事より B_2 は体内酸化即ち呼吸代謝に對し甚だ重要な意義を有すると考えられる。