

トの胎児や初生児の所見に近似するところも多い。胸・腹部に縦位ないし縦位に近い斜位裂線を示すのは Mf, Mc および Mi で, Mm は臍部以下で縦位を示す傾向が強いが, ヒト胎児や成人では乳頭部以下で横位裂線を示す。体幹背部の横位裂線はほぼヒトのものに類似し, Mm, Mc および Mi では体側まで広がるが, Mf では一般に脊柱部に限られる。体肢では, Mf, Mc および Mm の前腕部に斜位裂線が現われ, また Mf の膝前面に皮膚の機能適応が現われている。

### 霊長類の二足歩行時における下肢筋の活動様式に関する筋電図的比較研究

石田英実 (京大・理・自然人類)

直立二足歩行の起源と進化について定説はない。その究明には化石霊長類及び現生霊長類のロコモーションに関する詳細な研究が必要である。筆者はとくにニホンザルについて, そのバイペダリズムの分析, 考察を行なうとともにヒトの直立二足歩行との比較を試みた。

#### 1) ニホンザルのロコモーション様式

ニホンザルのロコモーション様式は野外での観察(志賀高原A群)からも, 下肢筋の構成からも四足型(quadrapedalism)といえる。しかし宮崎県幸島の群れを観察すると二足歩行を自発的におこなう能力を有することがみとめられる。これらは主としてヒトの与えた餌が原因となって誘発されている。

#### 2) ニホンザルの二足歩行における筋活動

### 設定課題 c. サルの生理学的適応能

#### ニホンザルの発熱反応<sup>1)</sup>

中山昭雄・堀哲郎 (名大・医・生理)

永坂鉄夫 (名大・環境医研)

登倉尋実 (霊長研)

只木英子 (金城大・家政・体育)

ニホンザルを寒冷環境(5°C)におくと平均皮膚温は環境温にほぼ比例して下降し, 酸素消費量は安静時の代謝の2倍以上に増加して, 体熱の平衡をとるため直腸温はほとんど変化しない。皮膚温の低下は手と足で大きく, 頭部, 軀幹ではわずかである。すなわちニホンザルの対寒反応はほぼヒト・イヌと同じ程度に発現する。

室温35°C以上の温環境では組織のコンダクタンスはかなり増加するが, パンティングによる気道水分放散の増加はなく, 発汗も極めて軽微で, 熱平衡を保つことができない。直腸温は上昇して40°を越え, 平均皮膚温と

<sup>1)</sup>ニホンザルの発熱について, 第16回プリマテス研究会(1972)。

二足歩行の姿勢は軀幹部が前傾した中腰姿勢であり, スタンス期, スイング期を通じてヒザ関節は常に股関節より前方にある。筋電図により下肢筋の活動をしらべるとスタンス期において中殿筋, 外側広筋, 大腿二頭筋, 前脛骨筋, 腓腹筋のすべてが同期連続して活動し, スイング期には前脛骨が強く働いている。さらに詳しくみると中殿筋, 大腿二頭筋が同期的に強く働き, その活動の中心はスタンス期の前中期にある。外側広筋はスタンス期の後期により強く働きた腓腹筋が中殿筋, 大腿二頭筋と外側広筋のいずれにも同期的に働いている。

このようなパターンは四足歩行時のそれと酷似している。すなわちニホンザルの二足歩行は基本的には四足歩行の機構をそのまま利用することによりなされるのではないかと思われる。

#### 3) ヒトの直立二足歩行との比較

ヒトのロコモーション様式は直立二足歩行型であり, 下肢筋の重量比もニホンザルとは全く異なっている。ヒトではスタンス中期に軀幹, 大腿, 下腿の軸が歩行面上からの垂直線上にはほぼ並び, 股・膝関節が伸びていることがニホンザルの歩き方と異なる。またスタンス期の下肢筋もニホンザルと異なり各筋がある一時期にのみ働き, 相対的にその活動は微弱である。前方への推進力はヒトの場合スタンス期の後期に下腿三頭筋の比較的強い活動にともなう足の底屈により得られる。この場合下肢は“propulsive strut”として働いており, ニホンザルで下肢が“propulsive lever”としてより重要な役割を演ずる機構とはかなり異なっている。

の差は1°C以内となり, それに加えてモンキー椅子上ではしばしばあばれるためにより体温が上昇し, 急激に危険な状態に陥る(Nakayama et al., 1971)。自然環境において日中気温が35°Cを越えるような場合, おそらくサルは木蔭や水を求めるなどの行動によって体温を調節するものと想像される。しかし, 細菌感染による発熱時にはサルはどのような温度反応を示すのであろうか。これを実験的に検討した。

実験は昭和46年6—7月に行なった。用いたサルはオス7匹(体重9.0~14.2kg)である。高崎12, 18, 38, 64, 78, 宮島25, 三方29。モンキー椅子にのせ, 手首と足首を半固定した。室温は26±1°Cである。

酸素消費量は換気法によりベックマン酸素分析計E—2型で測定した。測定法の詳細はすでに報告したが(堀他, 1971), 換気は20ℓ/分, 15分ごとに5分間採集した。気道からの水分放散量は環境温にかかわらずほぼ一定であることが先の実験から明らかなので, これを代謝量の8%とした。呼吸商は0.83とした。

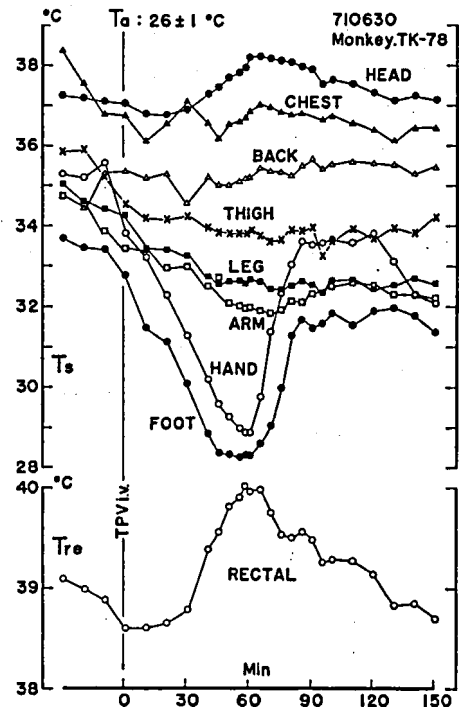
皮膚温は頭、胸、背、腕、手、大腿、下腿、足の8カ所で銅・コンスタンタン熱電対によって測定した。

体表面積および平均皮膚温の算出は別に報告した式(Hori et al., 1972)によった。第Ⅰ誘導の心電図を記録した。発熱物質として用いたのは北里研究所製の腸チフス・パラチフス混合ワクチン(TPV)で、その1ml中含有菌数は腸チフス菌 $10 \times 10^8$ 、パラチフスA菌 $2.5 \times 10^8$ 、パラチフスB菌 $2.5 \times 10^8$ である。体重あたり0.04~0.95 ml/kg前腕の静脈から注入した。反覆投与すると動物に耐性が生ずることが知られているので1匹のサルに1回の投与に限った。

第1図はTPV静注による直腸温の時間的経過を示す。0.04ml/kgはウサギで典型的な発熱をおこすのに十分な量であるが、サルでは全く効果がない。0.28ml/kgで1時間後にわずかに上昇を示したが、0.35ml/kgで約0.7°C、0.43ml/kgでは1.4°Cの上昇を示した。しかし0.95ml/kgという大量ではかえって下降した。ウサギで見られるような2峯性の4時間以上にわたる発熱曲線は得られなかった。しかし発熱が微弱であるにしろ、図の如く明らかに dose-response を示した。

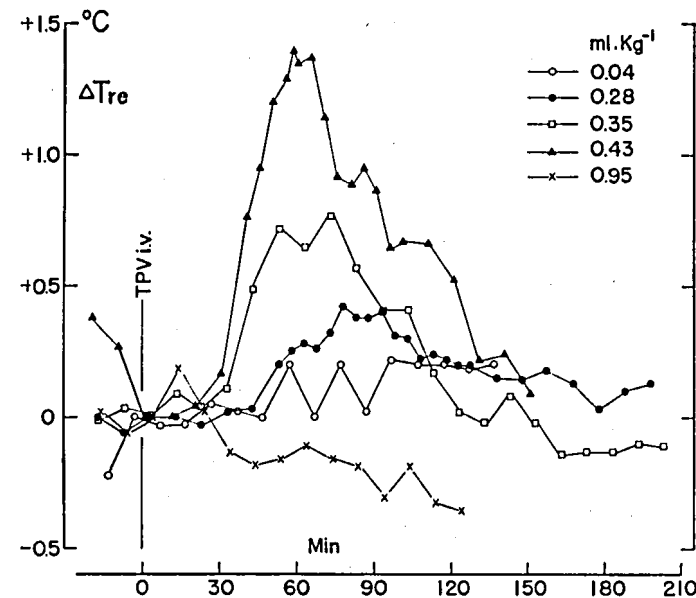
0.43ml/kg 投与した高崎-78号の皮膚温変化を第2図に示す。皮膚温の低下は手と足において著明でその時間的経過は直腸温と丁度逆向きで、手足における放熱の減少が体温上昇に関与することを示している。

同時に測定したこのサルの産熱量、組織コンダクタンス、直腸温の変化は第3図の如くである。TPV投与後30分で代謝は約50%増加した。産熱量の増加は短時間し



第2図 チフス・パラチフス混合ワクチン (TPV) 静注後の直腸温と皮膚温。室温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

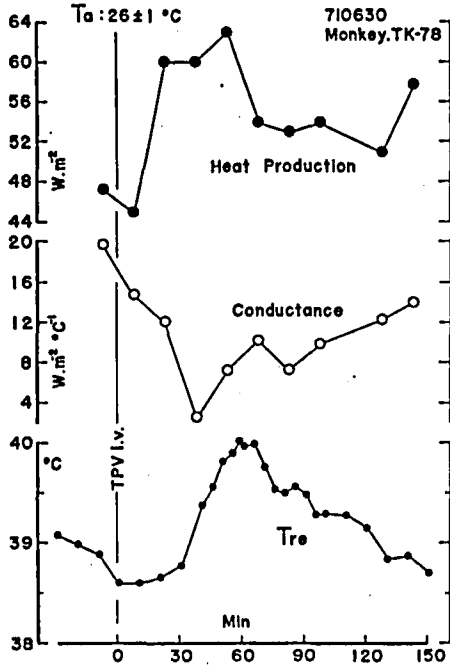
か持続しないが、この産熱の増加が、組織コンダクタンスの低下とともに体温上昇に一役買っていることは確実である。



第1図 チフス・パラチフス混合ワクチン (TPV) 静注後の直腸温の変化( $\Delta T$ )。Dose-response を示す。

以上の結果に見られるように、日本ザルにおいてはTPVによる発熱は極めて軽微であるけれども、寒冷曝露時と同様の生理的反応すなわち末梢血管の収縮と代謝の増加によっていることから、これが生理的な反応であることは疑いがない。しかしヒトやウサギ (Grant, 1949) の場合と比較して、なぜこのようにわずかな発熱しか生じないのであろうか。

ヒトを除く霊長類は発熱物質を静脈内投与してもあまり発熱しないことが知られている。たとえばアカゲザルではチフス菌 $10 \sim 12 \text{ mg/kg}$ を静注しても全く体温の上昇を見ない (Sheagren et al., 1967)。しかし、Pongidae では強い発熱を示す。チンパンジーでは白血球減少の他に臨床症状も見られ、注射後最初の1時間で $1.5^\circ\text{C}$ の上昇を示す。しかしこのような発熱を示すにはヒトの場合の40倍もの量を投与しなければならない (Tully et



第3図 チフス・パラチフス混合ワクチン (TPV) 静注後の産熱量, 組織コンダクタンス, 直腸温。室温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

al., 1965)。チフスワクチンによる発熱に関する限り, 日本ザルはアカゲザルとチンパンジーの間に位置するようだ。

ところで一般に発熱の過程には次の3段階がある。先ず(1)細菌が侵入しこれが白血球などと作用して内因性発熱物質を形成放出する。(2)これが視床下部などの体温調節機構に働きかける。(3)その結果ふるえ, 皮膚血管収縮, 代謝の増加などがおこる。

Myers (1971) によるとアカゲザルの視床下部にチフスワクチンを微量注入 ( $0.5 \sim 1.2 \mu\text{l}$ ) すると,  $1.5^\circ\text{C}$  以上の体温上昇がおこり, 発熱の経過は数時間以上に及び, ネコやウサギの場合となら差はないという。とするとTPVの発熱性がサルで弱いのは(3)の過程ではなく, 内因性発熱物質が脳の閥門を通過し得ないためではなかろうかと考えられる。(1)の過程については, サルが以前にチフスに感染していたという可能性は少ないであろうが, 他の疾患による cross tolerance の形成は考慮しなければなるまい。白血球の減少はサルにおいてもウサギと同様に見られるが, 血小板の減少はサルではおこらないという (Sheagren et al., 1967)。霊長類のTPVに対する不応性の理由は今後の免疫学的血清学的研究にまちたい。いずれにしろニホンザルもTPV不応性に関しては例外ではなかった。

Grant, R. (1949): Nature of pyrogen fever: effect of environmental temperature on response to typhoid-paratyphoid vaccine. *Am. J. Physiol.* 159: 511-524.

堀哲郎, 中山昭雄, 永坂鉄夫, 登倉尋英, 只木英子(1971): サルの温熱性代謝性反応の測定法。名大環境医研年報 22: 27-32.

Hori, T., H. Tokura, and E. Tadaki, (1972): Surface area in the Japanese monkey, *Macaca fuscata*. *J. Appl. Physiol.* 32: 409-411.

Myers, R. D. (1971): Hypothalamic mechanisms of pyrogen action in the cat and monkey. In Wolstenholme, G. E. W. and J. Birch (eds): *Pyrogens and fever*. Churchill Livingstone, Edinburgh and London. 131-153.

Nakayama, T., T. Hori, T. Nagasaka, H. Tokura, and E. Tadaki (1971): Thermal and metabolic responses in the Japanese monkey at temperatures of  $5 \sim 38^\circ\text{C}$ . *J. Appl. Physiol.* 31: 332-337.

Sheagren, J. N., S.M. Wolff, and R. Shulman (1967): Febrile and hematologic responses of rhesus monkeys to bacterial endotoxin. *Am. J. Physiol.* 212: 884-890.

Tully, J. G., S. Gaines, and W. D. Tigertt (1965): Studies on infection and immunity in experimental typhoid fever. VI. Response of chimpanzees to endotoxin and the effect of tolerance on resistance to oral challenge. *J. Infect. Dis.* 115: 445-455.

### サルの皮膚電位活動の研究<sup>1)</sup>

新美良純・山崎勝男・丹治哲雄・奥田賢一 (早大・文・生理心理)

#### I. 皮膚電位反射波形の種差

目的 陰性单相波, 陽性单相波, 二相性波などの皮膚電位反射 (以下SPRと略す) を発現するヒトの代用動物として適当なサルの種を見出すこと。

方法 13種24頭のサルについて, 飼育室で, 東亜電波製ポリレコーダEPR-3Tにより, 自発性ならびに誘発性SPRを測定した。その他の方法の詳細は前年度の報告に同じ。

結果 オナガザル科6頭, オマキザル科3頭, ショウ

<sup>1)</sup> 第20回日本脳波学会総会, 1971年発表