

## 8. 柔道絞め技によるいわゆる「落ち」の生理機構について——動物実験による検討——

明治大学 手塚政孝

柔道における絞め技のうち、主として頸側部を圧迫する技で攻めた場合、被術者が意識消失に陥ることがある。これを一般に「落ち」と呼んでいる。「落ち」（意識消失）は明らかに機能の脱落であるから、体育あるいは競技の場における技として、絞め技が用いられる場合、その安全性が明確にされなければならない。この観点から「落ち」の生理学的機構の詳細を明らかにする必要があると考え、本研究を企図し、動物実験をくり返してきた。本稿では、その主たる結果を要約して発表することとする。

これまでに報告されている、絞め技によるいわゆる「落ち」の生理機構にふれた研究の大部分は、ヒト（主として柔道鍛練者）を被検体として、「落ち」の現象を生じせしめ、その時の反応現象の観察から「落ち」の生理機構を類推したにとどまっている。「落ち」の生理機構の詳細を検討するためには、絞め（頸部圧迫）という刺激に対して、生体が示す総合的反応群を分析し、それぞれの反応の因果関係を明らかにしていく必要がある。そして、上述の反応群の性質に関して、精密な検討を加えていくためには、より精密な実験手法を使用しなければならない。このことを実現するためには、従来の研究におけるヒトを被検体とした非観血的な接近の方法にとらわれることなく、新しい角度からの試みが必要であると考えた。

そこで、本研究では、ヒトによる実験成績からの推論を実証する立場も含めて、主としてイヌを被検体とした動物実験によって、厳密な実験条件を設定して「落ち」の直接的原因を究明することを試みたのである。

すなわち、動物実験の場において、柔道の絞め技における「落ち」の現象と同等の状態を作り出し、その生理学的機構を詳細に検討し、合せて実技の訓練および技の実施に伴う危険を防止するために必要な基礎的資料を得ようとしたのである。

動物実験は附加的な補足実験の他、すべてイヌを使用した。中型の実験動物として取扱いが容易であるという理由だけではなく、健常と認められたイヌの生理的な正常値が完備していること、実験に必要な観測機器が整備されていて厳密な実験条件を設定し、「落ち」の直接的な原因を明らかにすることができると考えられたからである。

実験の成績を要約すれば次の通りである。

### 1. 頸部絞扼による生体の反応

ラットを実験動物に使用して、種々の方法によって頸部を絞扼した場合の生体の反応を概観した。

その結果、気管の閉塞が起るような絞扼をするか、気管を開放して頸部を絞扼するかによって、生体には全く異なる反応が現われることを確認した。気管の閉塞によって誘発される反応は、いわゆる外窒息の諸現象であって、柔道の「絞め」によって「落ち」る場合とは異質のものであると考えられた。

柔道の絞め技ではいわゆる外窒息によると思われる反応は現われないから、「落ち」の現象を動物実験によって再現する場合には、少なくとも気管の閉塞が起こらないような条件を設定することが基本的な要件になると考えた。

## 2. 実験動物における「落ち」の現象、その発現と経過

柔道の絞め技と同じ処置によって、イヌにいわゆる「落ち」の状態を再現できること、および気管をさければマンシュートによる頸部加圧によって同様の現象を発現させることができることを実証した。

浅胸筋の持続性放電の消失、瞳孔の拡大、眼瞼反射の消失等がいわゆる「落ち」を確認する指標となるが、これらの所見が現われて「落ち」の状態が完成されるためには頸部に対する圧迫が、少なくとも体循環血圧を上回る強さでなければならない。

体循環血圧を越える大きさの圧力によって頸部が圧迫された場合、加圧の当初に一過性の徐脈、股動脈血圧の上昇および股動脈血流量の増加が起こるが、以後深くて規則的な呼吸運動が反復し、加圧から解除すると、1回に限って深呼吸が現われ、これを境界にして加圧前の状態に復帰する。ただし、回復までに要する時間は加圧によって起こる変化の大いさに比例して延長するようである。

さらに「落ち」の状態が完成されるまでの生理学的な変化は、加圧開始当初における一過性の徐脈、股動脈血圧の上昇等の反応と、およそ1分30秒を経て現われる浅胸筋の放電活動の停止、瞳孔の拡大、眼瞼反射の消失等の後期の反応とに区別することができると考えられた。

これらの成績から「落ち」にいたる過程には、頸部加圧開始当初にみられる神経性の調節機構 Neural Regulation Mechanism と体液性の調節機構 Humoral Regulation Mechanism との2種類の統御機構が関与していると推測された。

## 3. 頸部加圧による初期反応の発現の機序

各種の向自律神経薬を投与することによって、初期反応を後期反応と分離して観察する実験を試みた。

その結果、加圧の開始当初に現われる一過性の徐脈、股動脈血圧（体循環血圧）の上昇、股動脈血流量の増加などは、いずれも頸部を圧迫するという物理的な感作に対する自律神経緊張状態の変化に起因する反応とみなすことができた。

頸部の圧迫を継続することによって現われる骨格筋の放電活動の停止、瞳孔の拡大、眼瞼反射の消失などは、薬物の投与によって初期反応が現われない場合でも、必ず出現していわゆる「落ち」の状態が完成するので、頸部圧迫の初期に出現する諸種の生理的な変化は「落ち」の完成に主たる役割を演じていないことが明らかとなった。

## 4. 頸部加圧時における脳還流主要動脈の血行動態

「落ち」の状態の完成に直接関連すると考えられる頸部加圧時に現われる後期反応について、脳を還流する主要動脈の血行動態の変化の側から詳細に観察した。

この場合の加圧の強度は「落ち」が完成するために必要な条件としての体循環血圧を越える圧力 250mmHg に規定した。

その結果、上述の強度の頸部圧迫によって総頸動脈系の動脈および静脈が完全に閉鎖されて、加圧部頭側に閉鎖した回路が形成されること、同時にもう一つの脳の血液還流の径路になっている椎骨動脈系に代償的な動脈血流量の増加が起こっていること、および頭部以外の体循環血行路に血流量の増加が起こることなどの事実が明らかになった。一方、このような頸部加圧の方法によって、例外なく「落ち」の状態が出現しているので、このことを考慮に入れて、総頸動脈系系統血行路の血流の停止が「落ち」の発現に対して主要な役割を果たしていると推測したのである。

## 5. 脳循環血流と「落ち」の発現

「落ち」の状態を成立させるためには、頸部の圧迫により皮質領域を還流する血流を阻止することが極めて深い関連をもっていることが予測されたので、脳を循環する主要な血管の血流を阻止するという、さらに負荷を限局してかけるような実験を行ない、「落ち」の現象が発現しうるか否かを検討した。

その結果、頸部を通過する総頸動脈および頸静脈のみを選んで両者の血流を同時に阻止しても、「落ち」の状態まで到達させることはできない。しかし、総頸動脈から分岐して椎骨動脈に吻合する後頭動脈を結紮したうえで、総頸動脈と頸静脈の血流を阻止すれば、いわゆる「落ち」の現象を発現させることができることを実証した。

また、総頸動脈と頸静脈の他に椎骨動脈の血流も同時に阻止すると、現われてくる反応は全く異なっており、内窒息による重篤な状態を呈し、生命の維持に直接関与する中枢機能まで破綻に類することが推測された。

それゆえ、頸部の圧迫により「落ち」の状態を発現させるのに必要にして十分な条件は、椎骨動脈に吻合する後頭動脈を含めて総頸動脈系の血流を阻止することであると判断した。

## 6. 血管造影法による脳還流主要動脈とその支配流域区分

血管造影法によって、脳を還流する主要な動脈の血管の分布領域を調べた。

造影剤の流入を阻止するような部分的結紮を施した数種類の血管造影像 Angiogram の成績により、椎骨動脈系統と総頸動脈系統の血行路は、途中いくつかの吻合を形成するけれども、その血管の分布領域は異なり、前者は下位の中枢ともいえる脳幹、延髄、小脳などを主とし、後者は大脳皮質領域に主として分布することがわかった。

また、頸部加圧によって「落ち」するためには、総頸動脈ならびに後頭動脈が椎骨動脈と吻合する部位で血流が阻止された状態になることを実証した。

よって「落ち」の際には、総頸動脈系統の血行路は、内頸動脈の大脳動脈輪における吻合など、限られた部位で交通していることを確かめた。

また、ヒトの脳を還流する主要な動脈の分布領域は、イヌよりもより明確に区分できるが、本質的にはイヌと差がないと考察し、「落ち」の状態をイヌに形成させることについてその妥当性を示唆した。

## 7. 長時間加圧の効果

絞めによって「落ち」にいたる経過の生理学的機構の詳細な解明と相まって、絞めを持続した場合の限界とでもいえるものを確認しておくことも、柔道の絞め技の実践にあたっては極めて重要な問題になる。

そこで「落ち」を発現させるのに十分な強さの頸部加圧を持続して行なった場合の反応について若干の検討を試みた。

その結果「落ち」の状態が確実に成立してから、以後ひき続いてその強さの加圧を行なうと、およそ9ないし14分の間に強直性の痙攣が起り、痙攣の反復とともに心拍間隔が徐々に延長し、股動脈血圧（体循環血圧）が上昇して脈圧が減少するなど、心臓血管系機能の異常、いわば「落ち」の現象に続く二次的な変化が現わることがわかった。

「落ち」の現象は明らかに窒息と異質の現象であるが、「落ち」の状態を長時間維持した場合に現われてくる二次的な変化は、従来の知見を参照して、高位中枢の機能失調を後遺症として残す危険性があることを示唆していると考えられた。

以上、上述した各種の動物実験の成績にもとづき、頸部への加圧にたいする生体反応は

1) 初期反応群

頸部加圧開始後数秒間に現われる一過性の徐脈、股動脈血圧の上昇など、主として Neural regulation mechanism による反応。

2) 後期反応群

頸部加圧開始後およそ1分を経過してから現われる筋放電活動の停止、瞳孔の拡大、眼瞼反射の消失、尿失禁など、主として、Humoral regulation mechanism による反応。  
に要約される。

そして「絞め」による「落ち」の発現には後期反応群が主役を演じており、その生理学的機構を要約すれば、「落ち」は総頸動脈血行路の血流阻止にもとづく、大脳皮質領域の酸素欠乏 Hypoxic condition を直接の原因とする意識消失である」と結論することができよう。

以上の成績によって、脳循環血流の完全遮断あるいは気管閉塞による窒息では不可逆的な反応として、最終的には死の転帰をとるものであるが、「絞め」によって起こる「落ち」意識消失)は一過性の機能障害によるものであり、絞め技の大部分は、相手の生命に危険を及ぼすことのない固め技としての束縛技であることが確認されたと考えるのである。