

主 論 文 要 旨

吉 池 渡

麻布獸医科大学外科学教室

主任 北 昂 教授

# 犬の心筋梗塞に関する実験的研究

——心筋梗塞の臨床心電図学的研究——

吉 池 渡

麻布獣医科大学外科学教室

主任：北 昂 教授

小動物臨床における心疾患の診断治療に関しては、近年各種の検査法が開発または導入され、過去において発見し得なかった心疾患の原因や治療法が解明されつつある。しかしながら、小動物臨床の分野においては、心筋梗塞ならびに冠不全に関する基礎的な研究が少なく、多くの症例が存在すると予想されながら、適当な診断基準が設定されていないために実際の臨床では見過がれているケースが多いと推察される。犬の心筋梗塞に関しての最近の報告例においても、病理学的な検討がなされたもので、生前における臨床診断については、あまりふれられていない。

そこで犬において非観血的または開胸によって人為的な心筋梗塞を作製し、犬における心筋梗塞について臨床心電図学的な検討を行なう目的をもってこの研究を計画した。

犬における心筋梗塞を正確に観察するには、まず犬の心臓における冠動脈ならびに冠静脈の分布状態とその血行を調べる必要があると考え、健康犬の摘出心臓の冠動脈ならびに冠静脈にポリエステル樹脂を注入充填し、冠血管模型を作製して観察した。その結果は、右冠動脈は右バルサルバ洞から開口して、右心室基底部分を横断しながら右心房枝を分枝し、さらに、右冠動脈と右冠動脈背側枝にわかれ、それぞれ右心室枝を分枝して右心室に分布し、その末梢部は緻密な毛細管叢を形成する。

左冠動脈は、大動脈のバルサルバ洞から開口し、直ちに中隔枝、回旋枝、前下行枝にわかれ、中隔枝は深く侵入して心室中隔に分布し、回旋枝は左心室心基底部を回旋しながら、背側室間枝と左縁枝にわかれ、それぞれ多くの左心室枝を分枝する。前下行枝は右心室枝を分枝しながら、心室中隔を心尖方向に走り、腹側室間枝から中隔枝となって、多くの左心室枝を分枝し、その末梢部は緻密な毛細管叢を形成する。

これらの動脈は、左心室側で極めて発達し、また、多くの吻合がみられ、典型的な左型の冠動脈分布を示す。

冠静脈は、冠動脈と随行して分布しており、大心臓静脈と左心房斜静脈ならびに中心静脈によって冠静脈洞となり、左心房に開口する。また、右心房と右心室の小静脈が集合して小心臓静脈となり、右冠静脈洞に開口する。

このような冠血管の分布状態を観察したうえで、非観血的に心筋傷害を作製してその傷害部位を体表面心電図の電位差によって観察することを試みた。

#### ◎フェライトによる心筋傷害

その方法は生体内では非溶解性でX線に不透過の酸化第二鉄（フェライト）をルンバル針を用いて左側胸部第5肋間より注入し、直接心筋内に注入して人為的に心筋傷害を作製し、15日～20日間にわたって、各誘導法による体表面心電図を記録し、その経過を観察した。

その結果、直接心筋内にフェライトを注入して明らかな心筋傷害を作製したにもかかわらず、各誘導におけるST segmentの変化はそれほど著明ではなく、A-B誘導法のA-B II誘導、標準肢誘導法のII、III誘導、増高単極肢誘導のaV<sub>R</sub>、aV<sub>L</sub>誘導、胸部単極誘導法のC<sub>2</sub>、C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>誘導、胸部単極補助誘導法のM<sub>5</sub>誘導などで0.2～0.3 mVの変動がみられたに過ぎなかった。このことは、おそらくフェライトが心筋内に直接注入されたことによって、かなり限局した心筋傷害であったことと、フェライトは心筋組織に対して非炎症性であることから、心臓全体からみれば局所の組織学的な傷害は比較的限局されたものであったことによるものと推察された。

そこで、非視血的に冠動脈の閉鎖梗塞を人為的に作製して、心電図学的な検討をすることにした。

#### ◎ボールベアリングによる心筋梗塞

その方法は非腐蝕性でX線不透過の金属であるボールベアリングを用意し、実験犬を麻酔下で、X線透視をおこないながら、股動脈から心臓カテーテルを逆行性に挿入し左冠動脈内に先端を嵌入させ、ボールベアリングをカテーテル内に入れ生食液で圧出注入した。ついでボールベアリングによる冠動脈の閉鎖梗塞部位をX線撮影をおこなって確認し、発現した虚血性心筋梗塞を体表面心電図で15～16日間にわたって観察した。その結果閉鎖梗塞を発現させて3日目頃までは、明らかにST segmentの上昇または降下が認められ、体表面心電図波形のtypeが変化すると同時に、R棘の減高、PQまたはQT intervalの延長ならびにQRS complexのintervalが短縮または延長する所見がみられた。この場合、梗塞部の電位変化を表わすST segmentの変化は、A-B誘導より標準肢誘導において、より明瞭に現れ、胸部単極誘導では右心室側の誘導より左心室側の誘導で、より明瞭に表現された。また胸部単極補助誘導ではM<sub>3</sub>ならびにM<sub>4</sub>の心尖部誘導でST segmentの変化が明瞭であったが、閉鎖梗塞部位が心尖部に近く限局性であるため体表面心電図の電位変化はあまり著明には観察されなかった。

これらの実験から、電位変化をもう少し明瞭に観察するには、比較的広範囲で明瞭な梗塞を発現させ、体表面心電図における明瞭な電位変化を観測する必要があると考え、直接冠動脈を結紮閉鎖して心筋梗塞を発現させることにした。

#### ◎対照実験

実験犬を開胸して心臓を直視下に露出し、冠動脈の結紮梗塞を作製して、心筋梗塞による電位変化を体表面心電図で検討するにさきだって、開胸・閉胸ならびに術後経過における影響を検討するために、冠動脈の結紮を行わずに、全く同一の条件でpremedication、麻酔、人工呼吸、開胸、閉胸なら

びに術後管理と検査を行なって対照実験をおこなった。

その結果では、開胸または閉胸の手術侵襲による各棘波に対する影響は特に著変が認められなかった。

そこで開胸を行ない、直視下に心臓を露出したうえで、心臓におけるそれぞれの冠動脈枝を直接的に結紮することによって、その動脈枝支配下の心筋梗塞を発現させ、梗塞部位と体表面心電図の電位変化との対応を観察することにした。

#### ◎右冠動脈の結紮梗塞

実験犬をバルビツール酸剤で静脈麻酔を行い、左側第4肋間を開胸し、人工加圧呼吸を行いながら心膜切開を行って、心臓を直視下に露出して、右冠動脈右縁枝を硬く結紮し、人為的に右心室遊離壁部の心筋梗塞を作製した。ついで閉胸して、術後35日間にわたり体表面心電図の変化を観察し、心筋梗塞の部位と体表面心電図の電位差との関連性を観察した。

その結果、心筋梗塞の最も特徴的な変化である ST segment の上昇または降下にとくに注意を払って観察した結果では、A-B誘導法のA-BⅡ誘導、A-B aVL誘導、標準肢誘導法のⅡ誘導、aVLまたはaVF誘導、胸部単極誘導法のC<sub>3</sub>またはC<sub>6</sub>、C<sub>1</sub>の誘導部位、胸部単極補助誘導法ではM<sub>3</sub>、M<sub>4</sub>またはM<sub>2</sub>誘導などでST segmentの明瞭な上昇または降下がみられた。これらの誘導部位のうちで、とくに右心室遊離壁部の心筋梗塞による電位変化としてのST segmentの変化がみられた誘導部位は、A-B誘導法のA-BⅡ誘導、標準肢誘導法のⅡ誘導、胸部単極誘導法のC<sub>6</sub>誘導であった。

これらの誘導部位は、人為的に作製した結紮梗塞の部位に最も近い位置の誘導部位か、またはその面に対応した電場をもつ誘導部位である。したがって梗塞部位と体表面心電図とは比較的よく対応する関係にあることが判明した。

#### ◎左冠動脈回旋枝の結紮梗塞

実験犬を premedication を行なったのち、バルビツール酸剤で静脈麻酔

を行ない、人工呼吸下で左側第4肋間を開胸して心臓を直視下に露出したのち、左冠動脈回旋枝を結紮し、左心室遊離壁部に、人為的な心筋梗塞を作製し、術式にしたがって閉胸を行なった。術後25～35日間、心電図学的変化について観察した。

その結果、体表面心電図のA-B誘導法ではA-B I, A-B II誘導, A-B aVr誘導で、著明なST segmentの変化がみられた。これらの誘導部位は、左心室遊離壁部に最も近い誘導部位かまたはその部位に直面した電場をもつ誘導部位である。

胸部単極誘導ではC<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>の順で、左心室遊離壁部の心筋梗塞を表現するST segmentの電位変化が観測された。標準肢誘導法ならびに増高単極誘導法ではST segmentの変化が極めて軽微であった。胸部単極補助誘導法では、いずれの誘導部位においても、ST segmentの変化は著明ではなかった。

このような心電図変化と、X線または梗塞部位の剖検ならびに病理組織学的な変化とを対応させて検討してみると、X線所見ではあきらかに左冠動脈回旋枝の血行が遮断され、その血管分布領域には、側枝血管の新生または増生が明瞭であり、梗塞部位の剖検では、心内膜側の胼胝化がみられ病理組織学的には、肉芽組織または膠原線維によって壊死部が置換された所見がみられた。したがって、左心室遊離壁部の虚血性心筋梗塞の電位変化は、体表面心電図の左心室側における誘導のST segmentに、明瞭に表現されることが確認された。

#### ◎左冠動脈前下行枝の結紮梗塞

実験犬を、静脈麻酔下で開胸したのち、直視下で冠動脈前下行枝を結紮して、人為的に心室前壁面の心筋梗塞を発現させ、体表面心電図によって心筋梗塞部の心電図学的な変化を経時的に観察した。その結果、A-B誘導法ではA-B I誘導, A-B増高単極誘導法のA-B aVr誘導, 胸部単極誘導法ではC<sub>5</sub>誘導において明瞭なST segmentの変化が観察された。しかし

ながら、標準肢誘導法、増高単極誘導法ならびに胸部単極補助誘導法では、ST segment の変化はそれほど明瞭ではなかった。

このような心電図変化と、X線所見ならびに剖検または病理組織学的な変化とを対応させて検討してみると、X線所見では、あきらかに冠動脈前下行枝の血行が遮断され、その血分布領域には、側枝血管の新生または増生が明瞭であった。この部位の剖検では、肉眼的にあきらかな梗塞像が観察されると同時に、病理組織学的にも梗塞部位の壊死から瘢痕化の過程を示す組織像の変化が認められた。したがって、心室前壁面の心筋梗塞を判断するのに十分な ST segment の電位変化が観測された誘導部位は心室前壁面に対応する単極誘導か、または心室前壁面に電場をもつ双極誘導法で、心室の電位変化を反映する体表面心電図の理論に一致した所見であることが確認された。

これらの冠動脈結紮による心筋梗塞は、結紮直後から、3日目を中心として梗塞部の電位変化が最も著明であり、時日を経過するにしたがって、しだいにその電位変化が減少する。このことは、梗塞部位の病理組織学的な所見または冠動脈造影によるX線検査所見においても証明されたように、梗塞部の心筋は時日を経過するにしたがって、逐次壊死から肉芽組織または膠原線維によって置換され、壊死部の修復が行われる結果であり、この修復機転は人や他の動物の心臓と異なって、犬では冠血管の側枝血行が極めて迅速に発達し、これを助長するものと考えられた。

これらの実験結果から、犬における心筋梗塞は、体表面心電図に於ける ST segment の電位変化が臨床診断にきわめて有力な手掛りとなることが立証された。そして、それぞれ梗塞部位に対面する単極誘導法または梗塞部位に対応した電場を有する双極誘導法で最も明瞭な ST segment の電位変化として表現されることが確認された。