

氏 名 (本籍)	まえ 前	はら 原	かず 和	ひら 平
学 位 の 種 類	医	学	博	士
学 位 記 番 号	医 博 第	8 9 4	号	
学位授与年月日	昭和 5 8 年 3 月 2 5 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当			
研 究 科 専 攻	東北大学大学院医学研究科 (博士課程) 内科学系専攻			

学 位 論 文 題 目 A theoretical and experimental analysis of
ST segment deviation during acute regional
ischemia in the isolated canine heart by
intramyocardial, epicardial and precordial ST
segment mapping.

(摘出犬心を用いた心筋内, 心表面, 体表面
S T マッピングによる急性虚血時 S T 偏位の
理論的解析)

(主 査)

論 文 審 査 委 員 教授 滝 島 任 教授 田 中 元 直

教授 堀 内 藤 吾

論 文 内 容 要 旨

従来、心表面の虚血性ST偏位は、その直上の体表面に反映され、ST上昇の高さは電極直下心筋の傷害程度を示すものと解釈されてきた。この概念に基づき近年Marokoらは、心筋傷害の定量的表現として体表面STマッピング法を提唱し、以来この方法は広く臨床に応用されることとなっている。しかしこの見解に対しては立体角理論による重大な反論がなされており、虚血性ST偏位の解釈にあたって統一した見解が得られていない。立体角理論によれば、各電極のST偏位は電極直下心筋の傷害程度を示すものとして別個に評価し得るもので無く、虚血境界面が各電極に張る立体角により、その分布は一意に定まるものであるとされる。しかし現在までのところ、心筋内、心表面、体表面を含めた定量的立体角解析の報告はなされていない。

目的：心筋内、心表面、体表面の三誘導面でSTマッピングを行ない、虚血境界面が各電極に張る立体角と対比し、虚血性ST偏位の機序として立体角理論を適用し得るか否かにつき検討する。

方法：雑種成犬7頭を用い、心をランゲンドルフ標本下に摘出し、分離冠灌流等容収縮心とした。心電図電極は計246個を用いた。左室心内膜下へ銀塩化銀鉤電極14個、心表面には導電性ゴム電極112個をほぼ等間隔に配置した。体表面電極としては銀塩化銀電極120個を体表面に模した円筒状格子に、5行24列に規則正しく配列した。この円筒状格子内に心を懸垂した後、38℃の生食恒温水槽内に固定して心電図を記録した。不関電極は水槽壁面上対称な8点から抵抗回路網を介して作製し、心拍数は右房ペーシングにより毎分120に保った。実験は左回旋枝主幹部ないし分枝を5分間結紮することにより、大きさの異なる虚血を作製し、その後再灌流した。全電極のST偏位は、PQ区間を基線とし、QRS立ち上がりから80msec後をコンピューターにて連続的に自動計測し12秒に1個の割合で磁気ディスクに格納した。114個の電極については実波形をミンゴグラフと磁気テープに記録した。実験終了後、虚血境界を求めめるため非結紮血管に造影剤を注入した。心形状の変化を防ぐためバルーンを心腔内に挿入固定した後、心をホルマリン固定した。次いで心を厚さ5mmの輪切り切片とし、超軟X線撮影を行ない、無血管野を虚血領域とした。この輪切り切片から正確なレプリカを作製して心を再構築し、円筒上に予め定めてあった三次元直交座標にて、心内膜、心外膜虚血境界線上ほぼ5mm間隔の点、及び全電極の三次元座標を測定した。虚血境界面が各電極に張る立体角は、border zoneの無い単一虚血境界面から計算した。

結果：心表面では虚血領域内でST上昇，非虚血領域内でST下降を示し，ST上昇は虚血中心部よりも虚血境界近傍で高く，又ST下降も虚血境界に近づくほど深い分布を示した。これに対し，体表面では，虚血領域上にST上昇の最大値があり，ST下降へとただらかに移行する単純な分布を示した。体表面ST上昇領域は心表面虚血領域に対応する領域よりも広い領域にわたっていた。このように心表面ST偏位はその直上の体表面に反映されなかった。心表面，体表面ST偏位分布の明らかな相違にもかかわらず，計算された立体角の分布は，両誘導面いずれにおいてもST偏位分布と極めて良く一致した。7例において，虚血巣体積は15.8 cm³から55.8 cm³までの開きがあったが，実測ST偏位と立体角の間には心表面で相関係数0.77—0.93，体表面0.84—0.96，心筋内0.84—0.99と高い相関を認めた。

考按：心筋内，心表面，体表面の三誘導面いずれにおいても，冠動脈造影から求めた単一虚血境界面が各電極に張る立体角により，各誘導面での異なるST偏位分布を推定し得た。このことは，少なくとも5分の急性虚血においては，結紮血管支配領域に細胞傷害がほぼ均一に生じ，虚血境界面にのみ傷害電流の起電力が存在することを意味する。そして各電極のST偏位は，電極直下心筋の傷害程度を反映するのではなく，電極が虚血境界面を見込む立体角によって，その上昇下降，及び絶対値の相対的大小関係が決定されることを意味する。体表面の最大ST上昇は，直下心筋が最も傷害されていることを意味するものでなく，又必ずしも直下が虚血中心部であることを示すものでもない。このことは临床上，虚血性ST偏位の解釈にあたって重要な意味を有する。

結語：急性虚血において，ST偏位の上昇下降，及び相対的大小関係は，虚血境界面が各電極に張る立体角によって推定し得た。

審査結果の要旨

心電図ST偏位が、心筋虚血の診断に有用であることは、古くから知られている。近年更にこれを発展させ、多数の電極を体表面に装着し、体表面電位図を作製し、急性心筋虚血の進展、改善を定量的に測定せんとする試みがなされつつある。

本法が、もし臨床的に応用し得るならば、心筋虚血巣の拡大、縮少を、非観血的に、且つ連続的に測定可能となるもので、虚血性心疾患の診断、治療の面で大きな進歩をきたすものと期待されている。しかし、現在の所、賛否両論があり、いまだ結論を出し得ない状態である。その大きな理由は、多くの研究が臨床的な成績で、経験的な面での検討によるもので、理論的に且つ理論に基づいた実験的な検討が乏しかった点にある。

著者は、この点を解明すべく、独自の実験標本を考案し、心筋虚血時のST偏位の成因につき理論的な解析を試みた。

すなわち、冠灌流を供血犬動脈血で、ポンプにより保ち、等容性収縮を行わせた犬摘出心標本の心内膜下、心表面に各々14、112個の電極を装着した。一方、体表に模したケージを作製し、このケージの全周に120個の電極を配置し、心標本をこの中に固定した。

このケージを、加温した生理的食塩水で満した水槽内に入れ、計246個の心電図を、左冠動脈回旋枝閉塞5分間、記録し、三面での同時STマッピングを行った。

ついで、冠動脈造影を行い、心を固定、輪切りに切り、超軟X線撮影し、虚血境界を描記した。この虚血境界を、心内膜面、外膜面各々で、5mm間隔の点に分け、この各点及び各電極の三次元的な位置を求めた。

この形態的観察に基づき、各電極から虚血境界面にはる立体角を計算し、実際に測定したST偏位と対比した。

その結果、心表面では最大のST上昇は虚血境界面でみられ、一方体表面では、ほぼ、虚血領域中央に面する部分で最大のST上昇を示し、異なったパターンを呈した。

このように、STマップの分布は、体表、心表面で異なるにもかかわらず、各電極で計算した立体角と、実測ST偏位の対比では、心表面($r=0.77\sim 0.93$)、体表面($r=0.84\sim 0.96$)、心内膜下($r=0.85\sim 0.99$)とも、正の相関を示した。以上のことより、著者は急性心筋虚血時に生ずるST偏位は、立体角説により説明できると結論した。

この研究は、従来、長い間論争的となってきた、虚血時ST偏位成因の機序につき、実験的に証明したものであり、今後、この理論を応用して、心筋虚血の定量的診断法への糸口を開いたものであり、学位論文として、十分価値あるものとする。