

論 文 内 容 要 旨

【目 的】

非観血的、非侵襲的に実施でき、臨床的に実用しうる心機能及び心筋機能評価法を実現させることは臨床的に極めて重要であるが適切な方法はない。本研究ではその実現を計るため、まず超音波パルスドプラ法を基礎として心内局所血流量と血流量分布を測定する方法を考案した。ついでこの方法を臨床的に応用して心内局所流量とその変化のもつ病態生理学的意義及び心機能評価に対する診断的意義を検討した。

【方 法】

3 MHzパルスドプラ法を用いて左室長軸断面上の多数点で心内血流速度データを記録し、流体学上の法則を適用して処理し、流線及び流速ベクトルの2次元分布を求めた。この同一断面上で左室の心基部、中央部、及び心尖部の各部位における短軸線を通過する血流量の測定法を考案して導入した。この血流量から経時的な流量曲線、及び心機能評価に必要な諸指標を求め、更に各部位間の流量差から局所流量を求めた。健常例3例及び拡張型心筋症4例を対象とした。

【結果及び考察】

〔I 心機能評価法としての左室内血流量分布測定法の意義〕本法では心臓内局所の血流量とその一次元及び二次元分布を種々の心時相について求めることができる。血流分布図形の変化から解剖学的構造との関係を理解しつつポンプ機能に関連する血液の駆出及び流入の様態の定量的評価ができることが明らかになった。また心内血流量分布及び経時的な血流量曲線から流量及び有効流量、流量比、及び有効流量比、流量変化率を求めるとこれらの値から、1) ポンプとしての効率の量的評価、2) 心仕事量の局所的評価、3) 心室部の局所心筋収縮能及び拡張能の評価が理論的に可能であることを明らかにし得た。〔II 健常心の左室内局所血流性状と左室心機能〕1) 健常心の駆出期、及び急速流入期には血流移動についてのasynchronismが明瞭に認められ効果的な駆出流入に重要な役割を呈すると考えられた。2) 血液の移動は加速、減速、等速の時期から成り立つ、収縮前期及び急速流入期前半には長軸方向の短縮伸展の変化が優位となる。収縮中期及び拡張中期は長軸方向と短軸方向との変化が加わる。収縮後期及び緩徐流入期には短軸方向の変化が優位となる形で駆出流入が行なわれる。3) 臨床的に心のポンプ機能を評価するために考案導入した流量比及び有効流量比から健常左室のポンプ効率及び損失を求めるとポンプ効率は収縮期には約84%で約16%の損失が、拡張期には約85%で約15%の損失がみられる。この損失分

は同時に発生する渦流によって消費されている。4) 心ポンプ機能に対する局所心筋の関与程度を評価する方法としてスライス状に分割した心室部仕事を局所流量から算定した。収縮期には心基部約27%, 中央部約38%, 心尖部約35%であり各部位とも同程度に駆出に参与している。拡張期にはそれぞれ約23%, 約69%, 約54%で, 中央部から心尖部の役割が大きいことが示された。5) 心筋部の収縮性を流量変化率から類推すると心基部から中央部では10-12%/secであり, 心尖部は約20%/secである。また, 拡張期の伸展性は各部位ともほぼ等しく約25-28%/secであった。〔Ⅲ拡張型心筋症の左室内局所血流性状と左室心機能〕心機能低下例として拡張型心筋症例に本法を適用して本法の心機能評価法としての意義を検討した。1) 本症では血液移動の上での asynchronismは消失し, synchronousな動きに変化し, 等速的な血液移動になる。2) 駆出及び流入の初期に生ずべき加速及び長軸方向の短縮伸展が低下し, 主として短軸方向の変動により血液移動が行なわれるようになる。3) 心ポンプ効率は駆出時に約40-60%が駆出されるのみで駆出エネルギーの約50%は旋回流ないし渦流発生のために消費され効率が悪いが拡張期流入時効率は約70-80%で比較的良好であることが示された。4) 局所仕事量は収縮期, 拡張期とも中央部で約50%で, 駆出流入に対して中央部の役割が大きい。5) 心筋の収縮性を流量変化率から類推すると心基部から中央部で約2-4%/sec, 心尖部で約8%/secであり, 本症では健常心の約1/3-1/4に低下している。また, 拡張期の伸展性は本症では約3-4%/secで健常心の1/7-1/8に低下していることが示され, 本症での心筋機能の著しい低下, 特に拡張能の低下が著明なことが示された。

【結 語】

本法は非観血的, 非侵襲的に心臓内局所流量とその変化が測定でき, 更に心機能及び心筋機能を評価するための指標が得られ, 病態生理学研究上及び臨床診断上の意義は大きいものと考えられた。

審査結果の要旨

心機能及び心筋機能の評価には観血的手法が用いられてきている。しかし、観血的方法是実施しうる施設と患者の状態とで制約をうけるのみでなく、カテーテル挿入という負荷状態での測定となるため測定精度も充分でなく、臨床的に満足しうる方法がないのが現状である。本研究は、かかる臨床心臓病学上の問題点を解決すべく、非観血的、非侵襲的に実施できる心機能及び心筋機能の評価法を実現することを目指して実施されたものといえる。筆者は心筋の収縮と伸展に伴って生じる力はすべて心臓腔内の血液に加えられ血液の流動を生ぜしめることに着目し、心臓腔内血流動態を定量的に測定すれば、これから心筋の性状及びポンプ機能が推定評価できるであろうとの考えに立脚して本研究を進めている。検出媒体として超音波を用い、パルスドプラ法によって左室長軸断面上の多数点における血流速度データを測定し、血流の3次元流動状況を考慮に入れて、流体力学的諸法則を適用して電算機処理し、左室長軸断面上での局所血流量を測定する方法を提案している。本研究では更に、長軸に直交する短軸上の経時的流量変化を観察し流量曲線を求める方法及び、この流量曲線から求まる局所有効流量、有効流量比、流量変化率、等の指標を策定し、提案している。更にこの指標を臨床例に適用し、ポンプ効率の評価、心仕事量の評価、局所心筋収縮及び拡張能の評価などを試み、正常心と定形的拡張型心筋症とで特徴的にこれらの指標が変化することを示し、全心機能、局所心機能および心筋機能の評価ならびに、全心機能と局所機能との相互関係などが把握できることを示している。生体内で生ずる化学的、物理的諸現象の高精度の測定は疾患診断の根幹をなすものとして不可欠のことであるが、その際、あるがままの状況下で測定することも重要である。心機能、心筋機能の測定においても、外乱を伴う従来の方法論に固執することなく音波、光、電波、磁波等他の媒体を利用し、かかる媒体の反応に置換して測定していくなど発想の転換も重要であり、科学の発展には不可欠のことであろう、本論文における方法論の考案と展開はまさにその実践を示したものといえる。しかもその臨床応用において著者の方法論によれば、これまで臨床的には検出あるいは評価が困難であった局所心筋機能の評価、全心臓機能と局所機能との相互関係の評価なども観測観点を変えてゆくならば、評価できる可能性を示している。またこれまでの心筋機能の評価においては一般に物理量として絶対値の計測が重要であるが臨床的には相対値による評価も充分有用性があり、むしろ実用性が大きいことを示している。本論文では臨床応用例数が尚僅少であり、更なる臨床検討が必要のようではあるが臨床診断学上でも一つの方向を拓く端緒を示すと考えられ、学位論文として十分な内容を持ち、医学博士の学位を授与してしかるべきものと思惟する。