

Title	冠循環のシミュレーションー心筋内血流動態の解析, 特に”coronary-luminal pathway”の意義についてー
Author(s)	伯耆, 徳武
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/31684
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	ほ 伯	き 書	のり 徳	たけ 武
学位の種類	医	学	博	士
学位記番号	第	3842	号	
学位授与の日付	昭和52年3月18日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	冠循環のシミュレーション——心筋内血流動態の解析, 特に “coronary-luminal pathway”の意義について——			
論文審査委員	(主査)			
	教授	阿部	裕	
	(副査)			
	教授	中馬	一郎	教授 熊原 雄一

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

冠循環の調節には、化学的因子と力学的因子が関与している。特に、後者は冠循環を特徴づけており、必臓の収縮・拡張に伴う心室壁組織圧の変動が、他の臓器循環系とは全く異なった血流動態を冠循環に与える。しかし、冠循環系で計測可能なのは表在性冠動脈血流のみで、虚血性心疾患の病態生理学上、最も重要な心筋内の血流動態を計測することができないため、心室内圧、大動脈圧、右心房圧、心拍数といった力学的因子の心筋内血流に及ぼす効果を定量的に把握することができなかった。

そこで、本研究では、理論的な立場より冠循環のモデルを作成し、大動脈圧、左心室内圧、右心房圧、など計測可能な既知パラメータを入力して、心筋内血流動態の解析を行った。とくに、現在注目されている左心室腔と冠血管系を連結する血管、いわゆる“coronary-luminal pathway”での冠血流動態における意義について検討した。

〔方法ならびに成績〕

冠循環のモデルは、まず冠血管系の解剖学的特徴をモデル化し、ついで、生理学的な方則を適用して構成した。本モデルでは、冠血管系は、冠動脈、細動脈、毛細血管、細静脈、冠静脈および“coronary-luminal pathway”から構成されており、心室壁内の力学的影響の差異を検討するため、心内膜側4分の1、および心外膜側4分の1の二ヶ所に、細動脈—毛細血管—細静脈系を設けた。また、左心室腔と心内膜側冠血管との間に、“coronary-luminal pathway”を設定した。

心筋内冠血流は、phasic な心筋内圧の圧迫を受けて変化する心筋内冠血管径の変動を可変抵抗と

みなし、これに大動脈圧、右心房圧、左心房圧、左室容積の各データを入力して求めた。ここで、心筋内圧は Flügge の弾性理論にもとづいて計算し、血管径は血管内圧、外圧および血管壁の物理学的均衡条件より求めた。また、血管抵抗はポアズイユの法則によって血管径より換算した。

このようなモデルによって得られた冠動脈起始部での拍動流は、収縮期に、谷、山、谷、拡張期にドーム状というパターンとなった。この血流波形を電磁流量計によって計測した冠動脈血流波形と比較すると、波形的にも、時相的にもよく合致し、本モデルが冠循環の特徴をよく表わすことがわかった。また、心室壁内冠細動脈抵抗値の時相的变化は“spike dome”を呈し、実測される心筋外冠動脈血流と、大動脈圧から推定される血管抵抗値と比較してほぼ妥当なものであった。心筋内冠血流波形は、収縮期の前方への流れが極度におさえられ、拡張期の流れは、心筋外冠動脈血流のそれに比してより顕著となった。

“coronary-luminal pathway”での血流波形は、収縮期に二峯性を有する特徴的な波形を呈し、血流の方向は、収縮期には、左心室腔から冠血管系へ、拡張期には、冠血管系から左心室腔への bidirectional な流れを示し net flow として左心室腔から冠血管への流れが優勢であった。この際、“coronary-luminal pathway”の net flow と冠動脈総血流との比 (y) は、収縮期左心室圧と大動脈圧との差 (x) と線形関係を示したが、この関係を最小二乗法で直線に回帰すると、 $y = 0.066x + 4.15$ となった。この成績から、大動脈弁狭窄や、冠動脈起始部の狭窄などの病態時には、左心室腔から“coronary-luminal pathway”を介した冠血管系への血流が増し、冠動脈からの血液供給不足を代償していることが窺れた。

[総括]

冠循環系を調節する力的要因を考慮に入れた冠循環モデルを作成し、心筋内冠血流動態の解析を行った。

①計測可能な大動脈圧、左心室内圧、左心室容積、右心房圧を冠循環モデルに入力して求めた心筋外および心筋入口部冠動脈血流は、時相的にも、波形的にも実測値とよく一致した。②本モデルによって得られる心筋内冠血流波形は、収縮期に前方への流れが極度に抑制され、拡張期の流れが顕著であった。③“coronary-luminal pathway”での血流は、収縮期に、左心室腔から冠血管系へ、拡張期には、冠血管系から左心室腔への bidirectional な血液の流れがあることを示した。④“coronary-luminal pathway”の net flow は左心室腔から冠血管へ向っており、大動脈弁狭窄、冠動脈狭窄時のような病態には、重要な血流供給路として機能することが示唆された。

論文の審査結果の要旨

本研究の意義は、冠血流を調節する数種の力学的因子を考慮に入れた冠循環モデルを構成して、計測することの出来ない心筋内血流を具体的に把握し、心室腔と冠血管系を連結する“coronary-luminal pathway”の病態生理学的意義について検討を加えた点にある。このようなシミュレーションの医学研究への導入は、今後、臨床面でも広く応用を期待出来るものと考えられる。