



# Assessment of slope of end-systolic pressure-volume line (Emax) of in situ dog heart

五十嵐, 祐一郎

---

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

1986-04-09

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙1034

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2001034>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍）	い が ら し 五十嵐	ゆういちろう 祐一郎	（兵庫県）
学位の種類	医学博士		
学位記番号	医博ろ第891号		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
学位授与の日付	昭和61年4月9日		
学位論文題目	Assessment of slope of end—systolic pressure—volume line (Emax) of in situ dog heart (大動脈一心拍閉塞法による生体内左室収縮性の評価)		
審査委員	主査 教授	福 崎	恒
	教授	埴	功 教授 中 村 和 夫

## 論文内容の要旨

### 緒 言

左心機能は、前負荷、後負荷、収縮性により規定されるが、なかでも心臓の「力強さ」を表わす収縮性の評価は心不全等の臨床面において特に重要である。しかしながら、これまでの収縮性の指標（駆出分画、 $\max dp/dt$ 、 $V_{\max}$  等）は、前負荷、あるいは後負荷から独立したものではなかった。近年、安定した収縮の左室圧—容積軌跡の左肩である収縮末期（駆出末期の直前）圧—容積点を、同一の収縮条件下で、異なった複数の負荷条件のもとで求め、それらの点を結ぶ曲線は直線近似されること、そしてその傾き（ $E_{\max}$ ）は、左室の収縮末期エラストランスの指標であり、左心機能に関しては前負荷、後負荷からの影響の少ない左室収縮性の指標として提唱されているが、これらの知見は、主として摘出交叉灌流心標本によるものであり、生体内にある心臓での  $E_{\max}$  の評価が求められている。しかしながら、 $E_{\max}$  の生体内応用は、複数の負荷条件下の安定な収縮を同じ収縮性を保ったままで得る必要性、左室容積の計測の正確さ、及び手技の繁雑さなどの点で困難とされてきた。筆者は、今回これらの困難を克服する新しい生体内  $E_{\max}$  の評価法の確立を目的として、大動脈一心拍閉塞法を開胸犬を用いて検討した。即ち、直線近似される左室収縮末期圧—容積関係の傾きは二点の左室収縮末期圧—容積点の圧、容積変化を知ることによって評価が可能である。そこで安定な拍出収縮中の生体内心臓において、大動脈を突然に閉塞させることにより、収縮性を変えることなく拍出収縮と等容収縮を得た。左室圧、容積変化より、この二種類の収縮の左室圧—容積軌跡を描き二点の収縮末期圧—容積点を結び  $E_{\max}$  を求めた。

## 方 法

(対象, 手技, 計測)

13頭の雑種犬 ( $13 \pm 3$  (SD) kg) を用いて, pentobarbital sodium ( $25-30\text{mg/kg}$ ) 麻酔後, 人工呼吸下で開胸し, 心膜を切開した。心尖部より, Millar の Catheter-tip micro-manometer を挿入し, 左室圧を, 又, 大動脈起始部に電磁流量計 (MFV-2,100, Nihon Khoden) を装着し, 大動脈血流を, 連続的に測定した。大動脈圧は大動脈弓で測定した。大動脈閉塞は, 流量計プローブと腕頭動脈の間で, 人工呼吸を中止し, 拡張期に, Satinsky 血管鉗子により施行した。大動脈閉塞直後の収縮が, 大動脈血流がゼロになること, 大動脈圧が単一に減少すること, 及び左室圧が正弦曲線を示すことの3点を満足する例を成功例とした。同一収縮条件下で, 3-7回の大動脈閉塞を施行し, 1-7回 (76%) 成功した。

(プロトコール)

13頭中9頭を用いて, 収縮性の変化による影響を検討する目的で,

① CONTROL 1, ② ISOPROTERENOL ( $0.05-0.1 \mu\text{g/kg min}$ , iv), 30分後に  
③ CONTROL 2, ④ PROPRANOLOL ( $1\text{mg/kg}$ , iv) の順で大動脈閉塞を施行した。  
又, 心拍数の影響を検討する目的で, 9頭中3頭の④と, xylazine ( $2\text{mg/kg}$ , im) 処置により心拍数を減少させた別の4頭の①, ②, ④において, 右房ペーシング前後において大動脈閉塞を施行した。

(データ解析)

実験データは磁気テープ (TEAC) に記録し, コンピューター (7T17, NEC-San-Ei) にて 2 msec 毎にサンプリングした後解析した。大動脈閉塞前最後の拍出収縮と閉塞後最初の等容収縮は同じ左室拡張末期圧を持ち, 拡張末期圧-容積関係は変化しないと考えられるので, このふたつの収縮は同じ拡張末期容積を持つと仮定した。ある拡張末期容積から大動脈血流積分値を引き算すると, 一心拍の左室容積の変化を知ることができる。左室圧, 容積変化より, これらの収縮の圧-容積軌跡を描き, 等容収縮の収縮末期点である最大左室圧-容積点から拍出収縮の圧-容積軌跡の左肩へ接線を引くと, この接線がこの収縮性での収縮末期圧-容積関係であり, この接線の傾きが生体内  $E_{\text{max}}$  である。

## 成 績

$E_{\text{max}}$  は, ①で  $16.4 \pm 3.0\text{mmHg/ml}$  (mean  $\pm$  SE), ②で  $24.8 \pm 4.4\text{mmHg/ml}$ , ③で  $17.5 \pm 2.9\text{mmHg/ml}$ , ④で  $8.7 \pm 2.1\text{mmHg/ml}$  であった。①に比較し②は有意に増加, ③に比較し④は有意に減少した。①と③には有意差は認められなかった。ペーシングによる心拍数の増加は, 検討した  $107-221\text{beats/min}$  の範囲では  $E_{\text{max}}$  に影響を与えなかった ( $9.1 \pm 1.5\text{mmHg/ml}$  vs.  $9.9 \pm 1.8\text{mmHg/ml}$ )。又, 拍出収縮の収縮末期の時相は大動脈血流がゼロになる直前 ( $23\text{msec}-31\text{msec}$ ) であった。

## 考 按

本研究において生体内 Emax の簡便な評価法を検討した。安定な拍動中拡張期の突然の大動脈閉塞は、次の収縮の左室充満には影響を与えないことが既に示されており、又、二つの収縮の間は短時間 (250-500msec) であるため神経反射、及び autoregulation による収縮性の変化は殆どないと考えられる。これらが今回の大動脈一心拍閉塞法により得られた拍出収縮と等容収縮が同一の拡張末期容積と収縮性を有する前提の根拠である。本法により求められた生体内 Emax は、左室収縮性を鋭敏に反映し、心拍数の影響は殆ど認められなかった。又、この方法で示された拍出収縮の収縮末期の時相は、摘出心標本で定義された収縮末期とそれと同質であり本法の妥当性を裏付けるものであった。諸家の報告による開胸麻酔犬の生体内 Emax は、control 状態で12.5mmHg/ml-6.3mmHg/ml であり今回の16.4mmHg/mlと比較して小さい。この相違は主として左室重量の違いによるものと推測された (本実験の左室重量が軽い)。従来、生体内 Emax の評価法は補液、薬剤等により負荷条件を変化させ、超音波クリスタル、造影法等により左室容積を測定するものであり、同一収縮性の維持、手技の繁雑さ、計測値の信頼性に難点をもつ。今回試みた方法は収縮性を変えずに二つの異なった負荷条件下の収縮を得ること、及び左室容積の計測が不要な点で簡便、有利である。又、この方法は Emax の測定が短時間で済み、繰り返して収縮性の評価が可能であり、さらに、大動脈閉塞の工夫により、無麻酔下での収縮性の評価も可能になり、臨床への応用も期待される。

## 結 語

- 1) 大動脈一心拍閉塞により左室収縮性を変えることなく拍出収縮と等容収縮の二種類の収縮様式を得た。
- 2) 左室内圧、容積変化より得られる 上記二種類の左室圧-容積軌跡の二点の収縮末期圧-容積点を結び、その傾きを生体内 Emax とした。
- 3) 生体内 Emax は、左室の収縮性を反映し、心拍数の影響は殆ど認められなかった。
- 4) 大動脈一心拍閉塞法は、生体内左室収縮性の有用かつ簡便な評価法である。

## 論文審査の結果の要旨

臨床上各種心疾患において左室機能を正しく評価することは予後判定と治療上極めて重要である。左室機能は、一般に前負荷、後負荷、収縮性及び心拍数によって規定される。このうち収縮性の評価は特に重視され、これ迄も駆出分画、max dp/dt、Vmax などの各指標が臨床応用されてきた。しかし、これら諸指標は、いずれも上記の収縮性以外の各要因の影響を蒙るため純粋に収縮性を表す指標とはみなし難いことが指摘されてきた。嘗らは、かゝる欠点を補う優れた収縮性の指標として Emax を提唱した。即ち、左室圧・容積軌跡の左肩に当る収縮末期圧・容積点を同一の収縮条件下で異なった複数の負荷条件の下で求め、これらの点を結ぶと直線近似し、その傾きに当る Emax が左室収縮

性の評価上有用であることを明らかにした。この Emax は、主に摘出交叉灌流心標本で得られた知見に基づき提示されたもので、その生体内心臓への適用は未だ実現化をみていない。

本研究は、この問題を解明するべく企図されたものである。

(方法) 13頭の雑種犬を用い麻酔人工呼吸下に開胸し、直接左室圧と電磁流量計による大動脈血流量の連続的測定を行った。本研究の特徴は、拡張期に大動脈を血管鉗子で閉塞することにより拍出収縮と等容収縮が同一の拡張末期容積と収縮性のもとに起こることを基盤とした点、更にある拡張末期容積から大動脈血流積分値を引き算することにより一心拍の左室容積の変化を知りうることを基礎とした点にあるといえる。そして、左室圧、容積変化よりこれらの収縮の圧・容積軌跡を描き、等容収縮の収縮末期点である最大左室圧・容積点から拍出収縮の圧・容積軌跡の左肩へ接線を引くとき、この接線がこの収縮性での収縮末期圧・容積関係であり、その接線の傾きが生体内 Emax であるとした。そこで、Emax が収縮性の良い指標となるか否かを検討するべく、positive inotropic effect を有する isoproterenol (IP) と negative inotropic effect を有する propranolol (Prop.) を投与し、Emax に及ぼす変化を control と対比検討した。Emax は control に比し、IPでは有意に増大し、Prop. では有意に減少した。一方、右房ペースングにより心拍数を変化させた場合の Emax への影響を検討したが、107-221beats/minの範囲では全く影響を及ぼさなかった。

以上、本研究は、大動脈閉塞により左室収縮性を変化させることなく拍出収縮と等容収縮の2種類の収縮様式を得、左室圧と大動脈流量を測定することにより、これ迄なし得なかった生体内での Emax の測定により心収縮性の的確な評価を可能にした点で価値ある集積とみなされる。よって、本研究者は医学博士の学位を得る資格を有するものと認める。