

## 原 著

褐色細胞腫摘出術中の血中カテコラミン  
および呼吸循環諸量についての検討

首藤 義幸\* 熊谷 雅人\*\*  
天木 嘉清\*\* 小林 建一\*\*

褐色細胞腫摘出術中、麻酔科医は変動する血圧に対して、そのコントロールを強いられる。刻々と変化する血中カテコラミン濃度は心拍数、前負荷、後負荷、心筋収縮性の変化をもたらし、それに伴い心拍出量も変化するが、心拍出量のみから心筋収縮性の評価をする事はできない<sup>1)</sup>。心拍出量は保たれていても心筋収縮性は抑制されていることも考えられる。そこで褐色細胞腫の一症例の呼吸循環諸量および血中カテコラミンの推移より、この点について検討した。

## 症 例

32歳、男性、昭和62年7月頃より発作性高血圧、頭痛を訴えた。同年10月頭痛、意識障害にて来院、当初は高血圧性脳症、さらに精査の後褐色細胞腫と診断され、腫瘍摘出術が予定された。家族歴、既応歴に特記すべき事はない。術前検査では、血中エピネフリン、ノルエピネフリン濃度(表1)の高値を認めた。又、心電図は左室肥大所見を示した。

表1 術 前 検 査

心電図：左室肥大

	正常値
血中 Epinephrin	0.65 ng/ml (0.12以下)
血中 Norepinephrine	0.79 ng/ml (0.06~0.45)
血中 Dopamine	2.9 ng/ml (0.8~4.6)

## 術 前 処 置

臨床症状は高血圧発作を主とし、病型はノルエピネフリン優位型と考えられたため、保存血：晶質液(1：2)の割合で、循環血液量の補充をプラズシン投与下に行った。循環血液量測定は施行できなかったが、術前処置により発作性高血圧は消失し、起立性低血圧も見られなくなった。

手術前日、患者はICUに移され、スワンガンツカテーテルを用い血行動態のモニタリングを行った。又、硬膜外カテーテルを、L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub>で穿刺を行い、硬膜外腔上方へ5cm挿入し、局麻薬注入によりTh<sub>4</sub>以下のanalgesiaが得られる事を確認した。

## 麻 酔 管 理

麻酔はチオバルビタールで導入し、エンフルレン、ジアゼパム、フェンタニールで麻酔深度を保ち、パンクロニウムで筋弛緩を得て気管内挿管した。麻酔維持はエンフルレン及び硬膜外麻酔を併用した。術中の頻脈不整脈にはβ-blocker(プロプラノロール)、高血圧に対してはα-blocker(フェントラミン)及びエンフルレンを用い対処した。測定あるいは算出諸量は表2に示す。測定は麻酔導入後、手術開始前後、腫瘍刺激時、腫瘍静脈結紮後、腫瘍摘出後、手術終了時の計7回である。推計学的検定には、student's t testを用い、その他に相関係数について検定を行った。

\*富士市立中央病院麻酔科

\*\*東京慈恵会医科大学麻酔科学教室

表2 血中 Epinephrine 濃度と呼吸循環諸量の相関

循環諸量	相関係数	
HR	0.9047	*
m-AP	0.8344	*
m-PA	0.9415	*
PCWP	0.8691	*
CVP	0.9233	*
C O	0.1069	
SVR	0.7515	*
PVR	0.9420	*
L V S W I	0.6497	
R V S W I	0.8044	*
$\dot{V}O_2$	-0.3250	
SV	-0.4262	

N = 7, \* : p 0.05

呼吸諸量	相関係数
$P a O_2$	0.0334
$P a C O_2$	0.6420
$Q s / Q t$	-0.1730
$S v O_2$	0.3998

N = 6  
N = 7  
N = 7  
N = 6

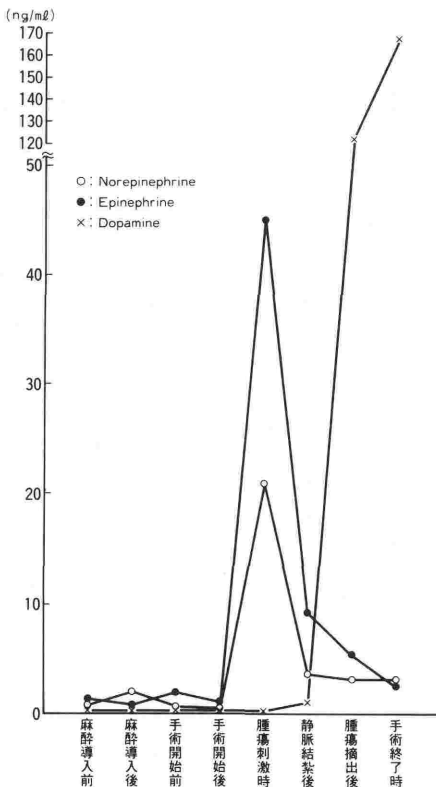


図1 血中カテコラミン濃度の経時的推移

結果

麻酔導入前から手術終了時までの血中カテコラミン濃度の変化(図1)を示す。腫瘍刺激時、血中エピネフリン、ノルエピネフリン濃度は著名に上昇するが、血中ドーパミン濃度は変化しない。一方、腫瘍静脈結紮後、前二者は低下傾向を示すが、ドーパミン濃度は著名に上昇する。

血中エピネフリン濃度と循環諸量の相関(表2)をみると、心拍出量、左室一回仕事係数、酸素消費量および一回拍出量を除き、いずれも有意な正の相関を示す。一方呼吸諸量との間には相関がない。

血中ノルエピネフリン濃度と循環諸量との間に

表3 血中 Norepinephrine 濃度と呼吸循環諸量の相関

循環諸量	相関係数	
HR	0.9145	*
m-AP	0.8199	*
m-PA	0.9417	*
PCWP	0.8635	*
CVP	0.9344	*
C O	0.1974	
SVR	0.7033	*
PVR	0.9264	*
L V S W I	0.6606	
R V S W I	0.8320	*
$\dot{V}O_2$	-0.2615	
SV	-0.3429	

N = 7, \* : p < 0.05

呼吸諸量	相関係数
$P a O_2$	0.0192
$P a C O_2$	0.7042
$Q s / Q t$	-0.1662
$S v O_2$	0.4290

N = 6  
N = 7  
N = 7  
N = 6

\* : p < 0.05

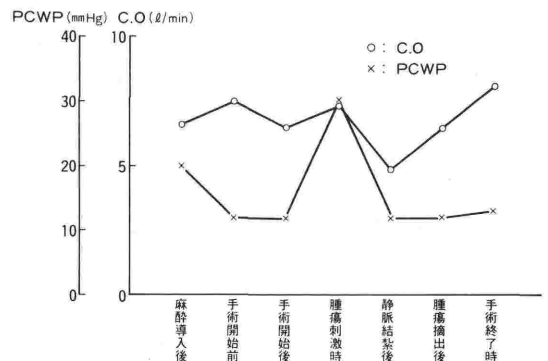


図2 C.O と PCWP の経時的推移

も、エピネフリンにおけると同様な有意な正の相関がみられる(表3)。また呼吸諸量では、血中炭酸ガス分圧との間に有意な正の相関を示す。

肺動脈梁入圧と心拍出量の経時的推移(図2)をみると、PCWPは腫瘍刺激時に一過性に上昇

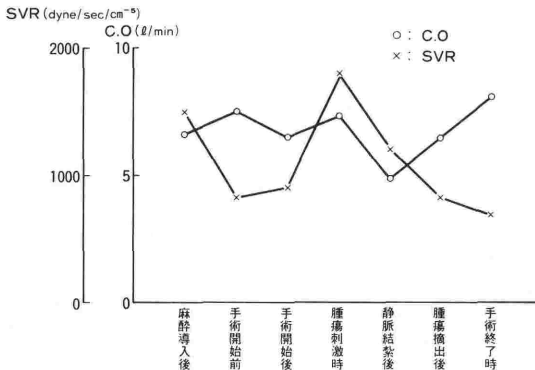


図3 C.OとSVRの経時的推移

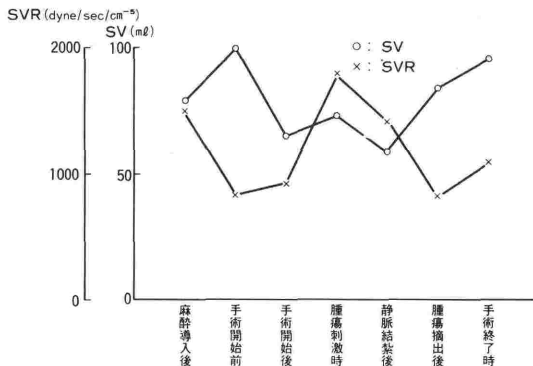


図4 SVとSVRの経時的推移

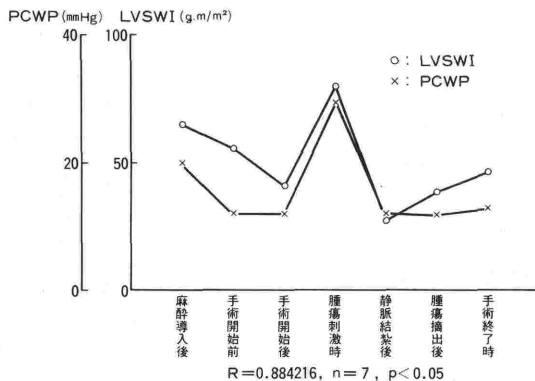


図5 LVSWIとPCWPの経時的推移および両者の相関関係

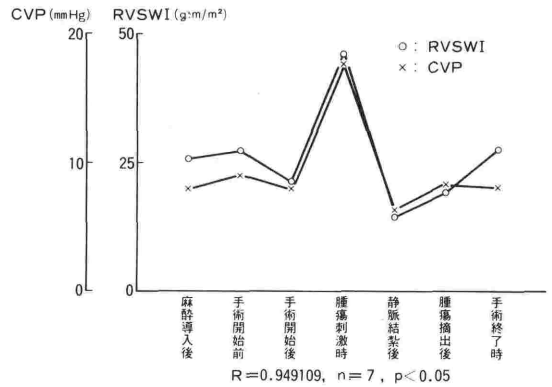


図6 RVSWIとCVPの経時的推移および両者の相関関係

するが、COとの間に相関は認められない。

心拍出量と全末梢血管抵抗の関連をみると(図3)、後者は麻酔導入により一度低下し、腫瘍触知時著明に上昇し、腫瘍静脈結紮後は低下傾向を示す。しかし、両者間に相関関係は認めない。

一回拍出量と全末梢血管抵抗の関連をみると(図4)、後者が低値の時に一回拍出量が高値を示す傾向があるが、両者に有意な相関はない。

左室一回仕事係数と肺動脈梁入圧は有意な正の相関を示す(図5)。

右室一回仕事係数と中心静脈圧も同様に有意な正の相関を示す(図6)。

### 考 察

今回われわれが測定した循環諸量は、このすべてが同一のStarlingの曲線の上で作動しているのではなく、それぞれが様々な傾きの曲線の上で平衡を保っている。後負荷が一定のもので、それぞれの諸量を比較し、心筋収縮性を推測する事は比較的容易だが、後負荷が変化する場合、特に臨床では難しい。

例えば、本例では麻酔導入前の心拍出量は7.8 l/min、全末梢血管抵抗は1200 dyne/sec/cm<sup>-5</sup>、肺動脈梁入圧は11 mmHgであるが、腫瘍触知時の心拍出量は7.37 l/minと低下、全末梢血管抵抗は1800 dyne/sec/cm<sup>-5</sup>、肺動脈梁入圧は30 mmHgと著明な上昇を示す。このような腫瘍触知時の前負荷上昇にもかかわらず、心拍出量が増加しない理由が、後負荷上昇に伴う心筋線維短縮速度(Vcf)の減少に基づくのか、あるいは

Laplace の定義より説明される所の<sup>2)</sup>, 心機能曲線の下行脚で循環諸量が作動しているのか, 両者を区別する事は難しい。

Sarnoff の心機能曲線<sup>3)</sup> は, 肺動脈梁入圧の変化に対して, 一回拍出量と平均動脈圧の積, つまり左室一回仕事係数がどれだけ変化するかを示している。この事は後負荷の影響も含めて, 前負荷の変化に対する心筋収縮性の変化を示しているとも言える。

今回の検討では, 左室一回仕事係数と肺動脈梁入圧, 右室一回仕事係数と中心静脈圧はそれぞれ高い正の相関を示した。この事は測定された諸量が, 心機能曲線の上行脚で作動していた, つまり心筋収縮性は代償状態を保っていたことを示唆している。Wisel ら<sup>4)</sup> は敗血症, ショック, 重症外傷, 大手術時に, 頻回の心拍出量測定によって心機能曲線を得る事は, 心筋収縮性を推測し, 薬物, 補液治療の指針となるとのべている。又, Gudwin ら<sup>5)</sup> は術前の心機能の評価が, 術後の予後を知る上で重要であるとのべている。スワングアンツカテーテルを用い肺動脈梁入圧と左室一回仕事係数の変化を追う事は, 術中の循環不全が循環血液量不足によるのか, 心筋収縮力減少によるのかを推測する上でも有効である<sup>6)7)</sup>。

呼吸諸量では, 血中炭酸ガス分圧が血中ノルエピネフリン濃度と有意な正の相関を示した。肺血管は $\alpha$ 受容体優位であり<sup>8)</sup>, 過剰なカテコラミンによる肺血管収縮, それに伴う死腔換気の増大が, 血中炭酸ガス分圧の上昇を招いたとも考えられる。

本症例の病型はノルアドレナリン優位型であり, 術前にプラゾシン投与下に循環血液の補充を行った。プラゾシンは選択的にシナプシン後  $\alpha_1$  受容体を遮断すると言われている<sup>9)</sup>。本症例では循環血液量測定は施行できなかったが, 術前の発作性高血圧は消失し, 起立性低血圧も見られず, 術前処置の効果は良好であったと考えられる。褐色細胞腫摘出術の術前処置としてのプラゾシン投与には, 様々な報告がある<sup>9)10)</sup>。本症例では, プラゾシン投与は術前の発作性高血圧に対しては有効であったが, 術中の血圧の変動をおさえる事はできなかった。大量のカテコラミンに長時間暴露されると, カテコラミン受容体の感受性低下がおこると言われている<sup>11)</sup>。本症例では発症よりの経過が短く, 受容体が感受性変化を起こさなかった

ために, 術中のカテコラミン濃度の変動が直接血圧の変動に結びついたとも考えられる。プラゾシンの効果については, 受容体の感受性変化の程度によって, 報告された成績が異なるものと思われる。

我々は麻酔維持を, エンフルレン, 笑気, ジアゼパム, フェンタニール, 硬膜外麻酔を用いて行った。エンフルレンは心室に対するカテコラミン刺激性を上昇させない事<sup>12)</sup>, 硬膜外麻酔は手術侵襲の遮断, 血中カテコラミン濃度上昇の抑制, 術後疼痛軽減<sup>13)</sup> を目的として使用した。麻酔深度を十分保ったつもりであったが, 術中の血圧の変動を抑制する事はできなかった。心拍数, 前負荷, 後負荷は血中カテコラミン濃度と高い相関を示し, 麻酔深度の調節のみで循環系の安定を得る事は困難であるように思われた。

腫瘍摘出後, 血中ドーパミン濃度の著名な上昇を見たが, これは我々の投与した外因性のドーパミンによる上昇と推測された。

## 結 語

- 1) 褐色細胞腫摘出術中の呼吸循環諸量, 血中カテコラミン濃度について検討した。
- 2) 循環諸量のうち, 心拍数, 平均動脈圧, 平均肺動脈圧, 肺動脈梁入圧, 中心静脈圧, 全末梢血管抵抗, 肺血管抵抗, 右室一回仕事係数は, 血中カテコラミン濃度と高い正の相関を示した。
- 3) 血中炭酸ガス分圧は, 血中ノルエピネフリン濃度と有意な正の相関を示した。
- 4) 術中, 前負荷, 後負荷が著名な変動を示したにもかかわらず, 心機能は代償状態を保った。
- 5) エンフルレン, 硬膜外麻酔 (analgesia- $\text{Th}_4$  以下) は, 血中カテコラミン濃度上昇を抑制しえなかった。
- 6) 術前のプラゾシン投与は, 術中の血圧変動に対して無効であった。
- 7) 術中の心機能, 心筋収縮性の評価には Sarnoff の心機能曲線が有効であった。

本稿の要旨は, 第9回日本循環制御医学会 (1988, 金沢) において発表した。

## 文 献

- 1) Bruunwald, E.: On the difference between the

- heart output and its contractile state. *Circulation*. 43:171-174, 1971.
- 2) 稲田 豊, 藤田昌雄, 山本 亨・編: 循環生理. 最新麻酔科学 (上巻). 克誠堂, 東京, 1984, pp. 108-163.
  - 3) Sarnoff, S. J.: Myocardial Contractility as Described by Ventricular Function Curves; Observations on Starling's Law of the Heart. *Physiol Rev*. 35: 107-122, 1955.
  - 4) Weisel, R. D., Berger, R. L., Hechtman, H. B.: Measurement of Cardiac Output by Thermodilution. *N Engl J Med*. 292:682-684, 1975.
  - 5) Gudwin, A. L., Goldstein, C. R., Cohn, J. D., et al: Estimation of Ventricular Mixing Volume for Prediction of Operative Mortality in Elderly. *An Surg*. 168:183-192, 1968.
  - 6) 増田純一, 宮尾秀樹, 村上典由・他: スワンガンツカテーテルを用いた褐色細胞腫の麻酔管理, 麻酔, 31: 644-649, 1982.
  - 7) Darby, S., Roberts, C. P.: Unusual presentation of pheochromocytoma, Management of anaesthesia and cardiovascular monitoring. *Anesthesia*. 31: 913-916, 1976.
  - 8) 稲田 豊, 藤田昌雄, 山本 亨・編: 呼吸生理. 最新麻酔科学 (上巻). 克誠堂, 東京, 1984, pp. 78-107.
  - 9) 瀬尾勝弘, 井上清一郎, 海江田令次・他: 褐色細胞腫摘出術中の血行動態. *臨床麻酔*, 7: 179-183, 1983.
  - 10) Wallace, J. M., Gill, D. P.: Prazosin in the Diagnosis and Treatment of Pheochromocytoma. *JAMA*. 240:2752-2753, 1978.
  - 11) Pender, J. W., Basso, L. V.: Disease of the Endocrine System, Anesthesia and Uncommon Disease: Pathophysiologic and Clinical Correlations. Edited by Katz J, Benumof J, Kadis LB. Philadelphia, W. B. Saunders 1981, p. 202.
  - 12) Kopriva, C. J., Eltringham, R.: The Use of Enflurane during Resection of a Pheochromocytoma. *Anesthesiology*. 41:399-400, 1974.
  - 13) 松井雅之, 谷岡富美男, 伊波 實・他: 硬膜外麻酔と enflurane 併用による褐色細胞腫の麻酔経験. *臨床麻酔*, 5: 1325-1328, 1981.

### The effect of serum catecholamine on cardiopulmonary function during the resection of pheochromocytoma

Yoshiyuki Shudo\*, Masato Kumagai\*\*, Yoshikiyo Amaki\*\*  
and Kenichi Kobayashi

\*Department of Anesthesia, Fuji Central Municipal Hospital

\*\*Department of Anesthesiology, Jikei University School of Medicine

The anesthetic management of patients with pheochromocytoma is often difficult even under the cardiovascular monitoring system. The relation between serum catecholamine concentration and hemodynamic changes were investigated during the removal of pheochromocytoma.

The good correlations were observed between HR, PCWP, m-AP, m-PA, SVR, PVR, RSWI and serum catecholamine concentrations, but LSWI, SV were not. The correlation coefficient between PCWP and LSWI, CVP and RSWI were 0.88 ( $P < 0.05$ ) and 0.95 ( $P < 0.05$ )

respectively.

These relation between cardiovascular parameters and catecholamine concentration can explain that cardiac function was able to maintain compensation state even under the big change of pre and after load during the removal of tumor. General anesthesia with enflurane and epidural anesthesia could not stop the elevation of serum catecholamine concentration. Ventricular function curve was useful for investigation of myocardial contractility during surgical procedure of pheochromocytoma.

**Key word:** pheochromocytoma, catecholamine, cardiovascular system, ventricular function curve