

3. A-C bypass 術の麻酔

I. Rate Pressure Product (RPP) よりみた

モルフィンおよび大量フェンタニール麻酔の比較

神山 洋一郎* 鹿倉 公雅* 里吉 光子*

要 旨

A-C bypass 術の麻酔の注意点は、麻酔導入から人工心肺までの血行動態をいかに安定に保ち、心筋の酸素需給のバランスを維持するかにある。

過去約7年間に同一術者によって行われたA-C bypass 術417例の麻酔法は、より安定した血行動態をうるために morphine (1~1.5mg/kg, 2mg/kg)-diazepam-笑気, 大量 fentanyl (75μg/kg)-酸素麻酔と変遷した。これらの症例のうち、同年齢, 同程度の病変およびリスクを有する morphine 麻酔50例 (M群) と fentanyl 麻酔50例 (F群) を選び、麻酔前から人工心肺開始前までの心拍数, 収縮期血圧, RPP (Rate Pressure Product) を比較した。

M群, F群とも麻酔開始前の平均心拍数はそれぞれ 78 ± 14 , 78 ± 15 /分, 血圧 138 ± 24 , 137 ± 21 mmHg, RPP 11, 488. 7 ± 2 , 956, 11, 532. 4 ± 3 , 162と, 有意差がなかった。M群では血圧は導入時に下降し, 心拍数は挿管後, 胸骨切開, 心外膜切開, カニューレーション時に漸次増加して, RPP は平均値14, 000と麻酔前にくらべて有意に上昇した。個々の症例で RPP が最高値を示したのは心外膜切開時に最も多く, カニューレーション時, 挿管後の順であった。一方, fentanyl 麻酔では, 胸骨切開まで RPP が平均値12, 000以下と安定していたが, 心外膜切開時に突然14, 000近くまで上昇した。その

原因として aorta の stretch receptor を介する交感神経反射が強く示唆され, 吸入麻酔薬の併用やTh₁₋₄の交感神経ブロックなどを試みる必要が考えられた。

はじめに

心疾患患者の麻酔のポイントは, 心筋の酸素需要と供給とを麻酔中いかにバランスよく保つかにある。冠動脈疾患患者では, 冠動脈の血行障害によって心筋への酸素供給がすでに著しく制限されており, A-C bypass 術はこの障害部位に直接かかわりなく, 大動脈から心筋に血流を導く短絡手術である。したがって手術を成功させるには, 人工心肺に入るまでの心筋の酸素消費を必要最少限にとどめることが, 麻酔管理上まず重要なポイントとなる。

临床上, 心筋の酸素需要量を簡単に推測する方法として, 1967年 Robinson は狭心症患者について RPP (Rate Pressure Product) なる概念を提唱した¹⁾。そこでわれわれは心拍数, 収縮期血圧, およびこれらの積であるRPPからみて, morphineおよび大量 fentanyl のいずれが A-C bypass 術の麻酔に適するかを, 自験例について検討してみた。

症 例

1975年9月から1983年2月までの7年5カ月間に, 順天堂大学病院において同一術者のもとに行われた A-C bypass 術は417例であった。この間

* 順天堂大学医学部麻酔科

の麻酔は、

Morphine 麻酔 (1~1.5mg/kg)-50%笑気

246例

大量 morphine 麻酔 (2mg/kg)-50%笑気

49例

大量 fentanyl 麻酔 (75µg/kg)-酸素 122例

であった。これらのうち、1980年と1981年に行われた141例中、同じような臨床経過を辿った morphine 麻酔50例 (以下M群)と、大量 fentanyl 麻酔50例 (以下F群)とを無作為に選んだ。いずれも定時手術で麻酔経過中とくに問題はなく、予後は良好であった。

年齢およびリスク：M群の年齢は53.5±7.5歳、F群では51.2±6.9歳と差がなく、表1-aにみるごとく、NYHA 分類ではⅡ度がM群に多かったがⅢ度は両群で半数以上を占め、全体的にほとんど差がなかった。ASAリスクでは、リスク2がF群でやや多かったが両群ともリスク3が過半数を占めていた。術前合併症として、高血圧症がM群に12例、F群に16例、糖尿病がそれぞれ9例、7例あり、また陳旧性肺結核、慢性気管支炎などの呼吸器疾患がそれぞれ10例、14例にみられた。1日20本以上の喫煙はM群22例、F群28例であった。

病態：表1-bに示すごとく病型では両群とも安定型狭心症が40例以上を占めたが、F群で不安定型が8例とM群を上回ったのに対し、M群には異型狭心症1例が含まれていた。病変枝では3枝がM群14例、F群10例、2枝がそれぞれ11例、12例であったが、左主幹冠動脈(LMT)はF群で10

例と、M群4例を上回った。また陳旧性心筋梗塞はM群で18例、F群で15例みられ、左室機能不全(心係数CI 2.2l/分/m²以下、駆出率EF 0.55以下、左室拡張終期圧LVEDP 18mmHg以上のうち、2項目を有するもの)がそれぞれ6例、3例にみられた。

術前使用薬剤：β-遮断薬 propranolol (Inderal®)はM群で20例、F群で18例に投与され、手術3~4日前より漸減、術当日には中止されていた。またCa拮抗薬 nifedipine (Adalat®), diltiazem (Herbesser®), verapamil (Vasolan®)などと、血管拡張薬 isosorbide, nitroglycerin, ほかに dipyridamole, trimetazidine (Vastarel F®), carbocromen (Intensain®), dilazep (Comelian®), molsidomine (Morial®), trapidil (Rocornal®)など、全例に3~4剤が投与されていた。また抗凝固薬 warfarin や heparin 投与も行われていたが、warfarin 使用例では1週間前より heparin とし、トロンボテスト20~30%を維持するよう調節されていた。

前投薬：M群ではほとんど全例に pethilorfan® 50mg, hydroxyzine 50mg, atropine 0.5mg を用い、F群ではこれらのうちから30例で atropine を省き、20例で0.3mgに減量、いずれも麻酔導入45分前に筋注した。

麻酔薬導入量および総使用量：M群では麻酔導入量が塩酸 morphine 1.16±0.18mg/kg、総量で1.40±0.32mg/kg、補助薬として diazepam 0.23±0.08mg/kg を用いた。F群では fentanyl の導

表 1. A-C bypass 術における morphine および大量 fentanyl 麻酔症例

a. リスクおよび合併症

	年齢(歳)	NYHA			ASA			合併症		呼吸器疾患その他
		Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	2	3	4	高血圧症	糖尿病	
Morphine 群 (50例)	53.5±7.5	11	29	10	8	38	4	12	9	10
Fentanyl 群 (50例)	51.2±6.9	4	35	11	12	34	4	16	7	14

b. 病型および病変枝と心筋障害の合併

	狭心症 安定型	不安定型	異型	病変枝		LMT	陳旧性 心筋梗塞	*心不全
				3枝	2枝			
Morphine 群 (50例)	45	4	1	14	11	4	18	6
Fentanyl 群 (50例)	42	8	—	10	12	10	15	3

*心不全：本文参照

表 2. A-C bypass 術麻酔 (人工心肺前) における頻脈 (120/分以上) および不整脈の発現

	導入後		挿管後	皮膚切開時	胸骨切開時	心外膜切開時	カニューレージョン時	af	VPC
Morphine 群 (50例)	1	2	6	2	3	5	11	2	1
Fentanyl 群 (50例)	—	2	3	1	2	6	6	6	2

入量が $66.7 \pm 8.8 \mu\text{g}/\text{kg}$, 総量 $76.8 \pm 7.9 \mu\text{g}/\text{kg}$ で, diazepam 使用量は $0.16 \pm 0.14 \text{mg}/\text{kg}$ であった.

麻酔導入時間はM群で 30.0 ± 11.6 分, F群では 21.1 ± 9.0 分と, F群が有意に短かかった ($P < 0.01$). このあいだに行われた輸血の量はM群 $395 \pm 50.2 \text{ml}$, F群 $400 \pm 39.1 \text{ml}$ と, とくに差がなかった. 手術時間はそれぞれ 554.5 ± 159.2 分, 432.8 ± 65.8 分 (うち心肺時間 142.2 ± 33.6 分, 143.5 ± 32.8 分), また術後 ICU における抜管までの呼吸管理時間も $1,112 \pm 369$ 分, $1,254 \pm 493$ 分と, 両群間にとくに差はなかった.

結 果

1. 心拍数の変動 (図 1-A)

心拍数はM群, F群とも麻酔前がそれぞれ $78 \pm 14/$ 分, $78 \pm 15/$ 分, 導入後は $82 \pm 17/$ 分, $81 \pm 18/$ 分と, 有意差がなかった. M群では挿管後 $93 \pm 22/$ 分と, 麻酔前に比べて有意の増加を示し ($P < 0.01$), 皮膚切開時には $82 \pm 16/$ 分と減少したが, その後は胸骨切開時に $89 \pm 15/$ 分, 心外膜切開時 $93 \pm 18/$ 分, カニューレージョン時には $100 \pm 19/$ 分と, 漸次有意に増加して ($P < 0.01$) 最高値を示した. 一方, F群では挿管後の増加は $85 \pm 20/$ 分 ($P < 0.05$) と, M群よりやや少なく, 胸骨切開時にも $81 \pm 17/$ 分と変わらなかったが, 心外膜切開時に $89 \pm 21/$ 分, カニューレージョン時には $98 \pm 17/$ 分と, M群に匹敵する増加を示した ($P < 0.01$).

* 120/分以上の頻脈および不整脈の発現

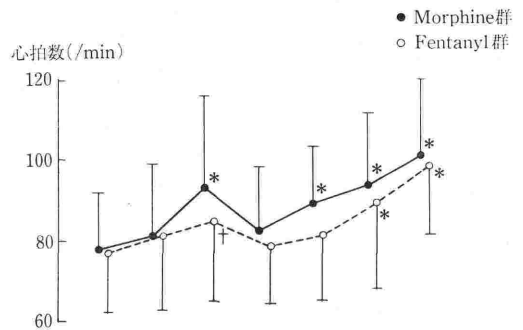
(表 2)

これらのうち, 麻酔前に120/分以上の頻脈がみられたのはM群の1例のみであった. 導入後にはM群, F群ともに2例ずつみられ, 挿管後にはM群で6例, F群で3例と, M群に多かった. 胸骨切開時にはM群3例, F群2例であったが, 心外膜切開時にはそれぞれ5例, 6例と多く, カニューレージョン時にはさらに11例, 6例と増え, とく

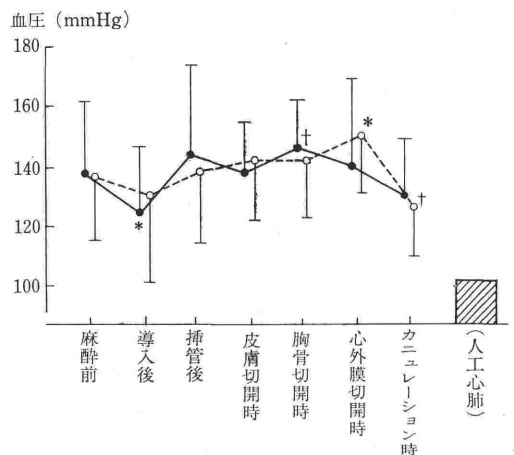
にM群で頻脈傾向がより多くみられた.

一方, カニューレージョン時の af は, M群で2例, F群で6例みられ, またカニューレージョン時の頑固な VPC はM群で1例, F群には2例と, 不整脈はF群でより多くみられた.

A. 心拍数の変動



B. 収縮期血圧の変動



* $p < 0.01$
 † $p < 0.05$

図 1. Morphine および大量 fentanyl 麻酔における心拍数, 収縮期血圧の変動

表 3. A-C bypass 術麻酔 (人工心肺前) における収縮期血圧の異常変動

血 圧 上 昇		導 入		挿管後	皮 膚 切開時	胸 骨 切開時	心外膜 切開時	カニ ュ レ ー シ ョ ン 時
		前	後					
Morphine 群 (50例)	170mmHg \leq	4	1	11	2	8	8	3
Fentanyl 群 (50例)	170mmHg \leq	2	5	7	4	6	10	1
血 圧 下 降								
Morphine 群 (50例)	\leq 100mmHg (\leq 80)	2(1)	8(1)	2	—	—	2	2
Fentanyl 群 (50例)	\leq 100mmHg (\leq 80)	3	8(2)	3	2	1	—	3

2. 収縮期血圧の変動 (図 1-B)

収縮期血圧はM群, F群とも麻酔前値は138 \pm 24mmHg, 137 \pm 21mmHgと差異がなく, 導入後にはそれぞれ124 \pm 23mmHg, 136 \pm 28mmHgと, M群で有意に下降した(P<0.01). その後の経過では, M群では挿管後に144 \pm 30mmHgと上昇傾向を示したが, 皮膚切開時には139 \pm 17mmHgと変わらず, 胸骨切開で146 \pm 16mmHgと再び上昇し(P<0.05), 心外膜切開時には140 \pm 31mmHg, カニュレーション時には130 \pm 19mmHgと, 逆に麻酔前値まで下降する傾向を示した. 一方, F群では挿管後が138 \pm 24mmHg, 皮膚切開時142 \pm 21mmHg, 胸骨切開時142 \pm 19mmHgと, いずれも麻酔前値とあまり変わらなかったが, 心外膜切開により151 \pm 19mmHgと上昇し(P<0.01), カニュレーション時には127 \pm 17mmHgに下降した(P<0.05).

* 収縮期血圧の異常変動: 血圧上昇および血圧下降の発現 (表 3)

これらの経過中に170mmHg以上の収縮期血圧上昇を呈したものは, 麻酔前すでにM群で4例, F群で2例あり, 導入後にはM群で1例, F群では5例にみられた. 血圧は挿管後にはそれぞれ11例, 7例で上昇し, 皮膚切開時には2例, 4例と少なくなったが, 胸骨切開で再び8例, 6例, 心外膜切開時にも8例, 10例と多くなった. しかし, カニュレーション時に血圧上昇をみたのはそれぞ

れ3例, 1例のみであった.

一方, 100mmHg以下の血圧下降(低血圧)は, 麻酔前すでに両群で2例と3例とにみられており, うちM群の1例は80mmHg以下であった. 導入後はさらに8例ずつで血圧が下降し, うちM群の1例, F群の2例は80mmHg以下になった. しかしその後はそれぞれの時期で血圧下降は2~3例に留まり, 80mmHg以下になることはなかったが, 全般的にF群により多くみられていた.

3. RPP の変動

1) RPP \geq 15,000, \geq 20,000を呈した症例 (表 4)

RPPが15,000以上を呈した症例は, 麻酔前M群に2例, F群で4例みられた. 導入後にはそれぞれ2例, 7例と, F群に多かったが, うちM群の1例は20,000以上を示した. 挿管後のRPP高値はM群で15例, F群で10例と急に増加してM群に多くなり, しかも6例が20,000を越えていた. 両群とも皮膚切開時には4例, 3例と少なくなったが, RPP高値はM群で胸骨切開および心外膜切開時にそれぞれ13例と増え, さらにカニュレーション時には21例と, 半数近くが高値を示した. 一方, F群では胸骨切開でも3例ととくに変わらなかったが, 心外膜切開では15例と急に多くなり, カニュレーション時にも12例が高値であった. この経過中に20,000を越えたのはM群に6例, F群

表 4. A-C bypass 術麻酔 (人工心肺前) における RPP 高値例

RPP	導 入		挿管後	皮 膚 切開時	胸 骨 切開時	心外膜 切開時	カニ ュ レ ー シ ョ ン 時	
	前	後						
Morphine 群 (50例)	15,000 \leq (20,000 \leq)	2	2(1)	15(6)	4	13(1)	13(4)	21(1)
Fentanyl 群 (50例)	15,000 \leq (20,000 \leq)	4	7	10(1)	3	3(1)	15(2)	12

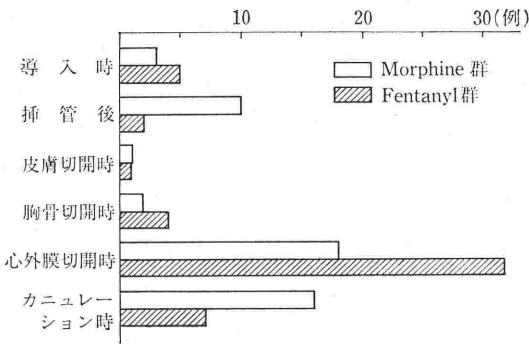


図 2. A-C bypass 術麻酔 (人工心肺前) における RPP 最高の時期 (各50例)

では3例と、F群でより少なかった。

2) RPP の最高値とその時期

M群でみられた RPP の最高値は26,400 (カニューレーション時), F群では25,680 (心外膜切開時)であった。両群の個々の症例で、いつ RPP が最高値を示したかをみると、図2のごとくなる。最高値が導入時にみられたのはM群で3例、F群5例、挿管時最高はM群10例、F群2例と、M群に明らかに多かった。しかし皮膚切開時最高は1例ずつと少なく、胸骨切開時でもまた2例、4例と少なかった。しかし著明に多かったのは両群とも心外膜切開時で、M群では18例、F群では32例に達した。一方、カニューレーション時にはM群の16例に対し F群では7例と減少していた。すなわちM群では挿管時<カニューレーション時

<心外膜切開時の順に RPP 最高値が多くみられたが、F群では心外膜切開時に集中することが示された。

3) 麻酔全経過における RPP の変動

M群, F群のほか、morphine 2mg/kgを用いた18例 (以下M2群)を加え、これら3群について、麻酔全経過における RPP 平均値の変動を調べてみた。

図3に示すごとく、麻酔導入後は各群とも平均12,000以下で、挿管後にはM群でのみ有意に上昇したが(P<0.01),皮膚切開時には3群とも12,000前後であった。しかし胸骨切開になるとM群, M2群とも上昇しはじめ、心外膜切開, カニューレーション時と、人工心肺前まで上昇し続けて15,000に近づく傾向を示した (P<0.01)。一方、F群では心外膜切開時にのみ急上昇し、カニューレーション時にはむしろ多少下降する傾向を示した。全般的に、平均値でみる限りにおいては、M群でRPPの変動がもっとも著しく、M2群がこれに次ぎ、F群でもっとも少ないようであった。しかし、F群では心外膜切開時に突然大きく変動するのが特異的であった。なお人工心肺離脱時の RPP は3群ともまちまちで、M群, M2群では15,000以上、F群では13,000以下であった。しかし麻酔終了とともにF群で17,000に及ぶ急上昇がみられ、以後は3群ともICUにおいてRPP 16,000前後の高値を示した。

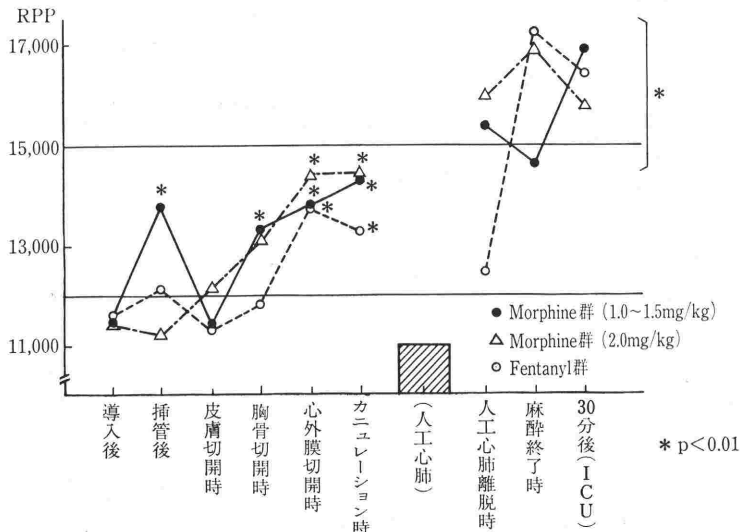


図 3. A-C bypass 術麻酔における RPP の変動

考 察

A-C bypass 術における morphine 麻酔は Lowenstein らの発表²⁾以来、現在なおひろく用いられており、種々の報告がなされている³⁻⁷⁾。Morphine の利点として、狭心症患者の心筋を抑制することなく心血管系を安定に保ちうる薬理学的特性があげられているが^{5,7)}、1 mg/kg 以下の量でも著明な血圧下降をきたすことが少なくない⁸⁾。われわれの症例ではしばしば導入中に急速輸液や輸血が心要となり、それでもなお血圧が 80mmHg 以下に下降したものがあつた。その反面、麻酔深度が十分にえられず、気管内挿管時に頻脈や血圧の上昇をきたし、diazepam や笑気を用いて⁵⁾安定性をえなければならなかつた。また morphine を増量すると、挿管時における循環系の変動は少なくなつたが、必ずしも使用量と関連なく、胸骨切開、心外膜切開、カニューレシヨン時に、心拍数の増加してゆく傾向がみられた。

心筋の酸素消費量を増す因子として、心拍数、収縮期血圧、左室充満圧があげられるが、なかでも心拍数の増加は、単に心筋酸素需要を増すのみならず、酸素供給をも減少させ、心筋に酸素欠乏の悪循環を起こさせるもっとも重要な因子とされている^{9,10)}。狭心症患者における心筋の酸素需給のバランスを判断する場合、RPP を 12,000 以下に保つべきだとするもの¹¹⁾、12,000~14,000 を可とするもの¹²⁾など、意見が異なつてゐるが、RPP の値そのものよりも、心拍数、収縮期血圧の両因子が正常範囲にあるか否かの方が問題であろう。また、病型や病変枝ごとに LMT の障害度、心筋梗塞や心不全の合併などのほか、循環系以外の疾患、ことに呼吸・代謝性病変の合併もまた、無視することはできない。

1978年、Stanley らは morphine 麻酔にまさるものとして、大量 fentanyl 麻酔を A-C bypass 術に推賞した¹³⁾。その理由は、fentanyl には中枢性の交感神経抑制作用があるが、心筋抑制や末梢血管拡張などの作用はなく、十分な麻酔深度が得られるということである。しかし pancuronium を多用することから頻脈が問題になりはじめ^{14,15)}、LMT 病変や心筋梗塞合併の症例などではとくに注意が必要となつてきた。そこでわれわれも前投

薬から atropine を省くか、または減量する方針をとるようにした^{16,17)}。M群により多く頻脈傾向がみられたのは、この atropine 投与が関与していたのかも知れない。

確かに fentanyl 麻酔では、挿管による心拍数、血圧の変動が morphine 麻酔よりもはるかに少なく、胸骨切開までは全般的により安定してゐると思われた。しかし、diazepam を併用してもなお心外膜切開時に突然 RPP の上昇をみることも多く、しかも心拍数、血圧の両方の因子が増加、上昇していた。やむなく笑気や β -blocker、末梢血管拡張薬などを用いることもあつたが、胸骨切開時にはこれらの著変がみられなかつたことから、麻酔深度とは直接に関連性がなく、心外膜切開による反射——心外膜切開による何らかの張力が大動脈壁に加わつて sympatho-sympathetic reflex¹⁸⁻²⁰⁾ を惹起したもの、と解釈された。Fentanyl を増量してもこの反射を防ぐことはむづかしいが、硬膜外麻酔で Th₁₋₄ の交感神経遮断を行うか、あるいはより強力な吸入麻酔薬を併用することによって、この反射は防ぎうるのではないかと考へている。

われわれが選んだ M群、F群の症例は、ほぼ同程度のリスクと思われたが、F群に LMT 病変を有する III・IV 度 (NYHA) の症例がやや多かつた。人工心肺までの麻酔経過において、F群で M群より血圧下降を示す症例がやや多かつたこと、カニューレシヨン時に af や頑固な VPC の発現がより多かつたことなどは、morphine と fentanyl 麻酔の相違というよりはむしろ、病変と関連があつたように思われる。

A-C bypass 術では、術前患者に β -blocker や Ca拮抗薬、そのほか多種類の薬剤が投与されている。 β -blocker の投与方法に関しては種々論議が行われているが²¹⁻²³⁾、現在の趨勢としては手術前日まで必要最少限の維持量投与を行うのがよいようである^{24,25)}。われわれの症例では、M群、F群のいずれにも麻酔前から RPP 15,000 以上を示すものがあつたが、これは β -blocker の使用方法に問題があつたかと思われる。この投与方法によらなければ、RPP が 20,000 以上になることはあるいは避けられたかも知れない。

人工心肺離脱から ICU 入室にかけて、両群とも平均 17,000 近い高 RPP 値を示した。ただ F群

のみが人工心肺離脱時、麻酔前値に近い値を呈し、麻酔終了時に突然17,000に上昇したのは、fentanylの半減期に一致して麻酔深度が浅くなったため^{26,27)}かも知れない。しかし全般的には、人工心肺離脱後の心機能には心疾患自体が大きく関与し、麻酔薬そのものによる差異はとくにみられなかった。また術後の異常な血圧上昇、頻脈の発現にも、カテコラミンや鎮静薬などの用い方が関連しており、麻酔薬による相違は見出しにくかった。なお大量fentanyl麻酔では、術後の呼吸抑制、覚醒遅延がmorphine麻酔と同様にみられており、しかも一過性のrigidityを伴うために術後管理を厳重に行う必要があった。

ま と め

A-C bypass術の麻酔417例から、morphine麻酔(1~1.5mg/kg, M群)、大量fentanyl麻酔(75μg/kg, F群)をそれぞれ50例ずつ選び、人工心肺開始までの循環動態の変動を、心拍数、収縮期血圧、RPPについて比較した。両群の年齢、リスク、NYHA分類、麻酔前の心拍数(平均78/分)、収縮期血圧(平均137mmHg)、RPP(平均11,500)には差異がなかった。

M群では導入時に血圧下降をみたが、挿管時と胸骨切開、心外膜切開、カニューレージョン時と、漸次心拍数増加を主とするRPPの上昇がみられ、平均RPPはカニューレージョン時に14,000を越えた。F群は導入から胸骨切開までは比較的安定していたが、心外膜切開時突然心拍数増加、血圧上昇をきたした。その結果RPPは14,000近くまで急速に上昇し、カニューレージョン時まで続く傾向を示した。

個々の症例でRPPが最高値を示したのは、M群では挿管後<カニューレージョン時<心外膜切開時の順に多く、F群では心外膜切開時に主としてみられた(32/50例)。

Fentanyl麻酔ではmorphine麻酔に比して、循環動態は比較的安定に保たれたが、心外膜切開時に突然出現するRPPの上昇は、おそらく交感神経系を介する反射と思われる、これに対する何らかの対策が必要と考えられた。

文 献

- 1) Robinson, BF. : Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris. *Circulation*. **35** : 1073~1083, 1967.
- 2) Lowenstein, E., Hallowell, P., Levine, FH. *et al.* : Cardiovascular response to large doses of intravenous morphine in man. *N. Engl. J. Med.* **281** : 1389~1393, 1969.
- 3) Hasbrouck, JD. : Morphine anesthesia for open-heart surgery. *Annals Thorac. Surg.* **10** : 364~369, 1970.
- 4) Arens, JF., Benbow, BP., Ochsner, JL. *et al.* : Morphine anesthesia for aortocoronary bypass procedures. *Anesth. Analg.* **51** : 901~909, 1972.
- 5) Stoelting, RK., Gibbs, PS. : Hemodynamic effects of morphine and morphine-nitrous oxide in valvular heart disease and coronary-artery disease. *Anesthesiology* **38** : 45~52, 1973.
- 6) Conahan, TJ., Ominsky, AJ., Wollman, H. *et al.* : A prospective random comparison of halothane and morphine for open-heart anesthesia : One year's experience. *Anesthesiology* **38** : 528~535, 1973.
- 7) 白井希明, 佐藤啓子, 高田勝美ほか : IABP下にmorphine導入を行ったA-C bypass施行症例. 臨床麻酔 **6** : 911~913, 1982.
- 8) Hsu, HO., Hickey, PF., Forbes, AR. : Morphine decreases peripheral vascular resistance and increases capacitance in man. *Anesthesiology*. **50** : 98~102, 1979.
- 9) Loeb, HS., Saudye, A., Croke, RP. *et al.* : Effects of pharmacologically-induced hypertension on myocardial ischemia and coronary hemodynamics in patients with fixed coronary obstruction. *Circulation*. **57** : 41~46, 1978.
- 10) Gobel, FL., Nordstrom, LA., Nelson, RR. *et al.* : The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation* **57** : 549~556, 1978.
- 11) Kaplan, JA., Dunbar, RW., Bland, JW. *et al.* : Propranolol and cardiac surgery : A problem for the anesthesiologist? *Anesth. Analg.* **54** : 571~578, 1975.
- 12) Longnecker, DE. : Anesthesia for patients with coronary artery disease for noncardiac surgery. 32nd Annual Refresher Course Lectures, 102, 1981.
- 13) Stanley, TH., Webster, LR. : Anesthetic requirements and cardiovascular effects of fentanyl-oxygen and fentanyl-diazepam-oxygen anesthesia in man. *Anesth. Analg.* **57** : 411~416, 1978.
- 14) Liu, WS., Bidwai, AV., Stanley, TH. : The cardiovascular effects of diazepam and pancuronium during fentanyl and oxygen anaesthesia. *Canad. Anaesth. Soc. J.* **23** : 395~403, 1976.
- 15) Waller, JL., Hug, Jr. CC., Nagle, DM. *et al.* : Hemodynamic changes during fentanyl-oxygen anesthesia for aortocoronary bypass operation. *Anesthesiology*. **55** : 212~217, 1981.

- 16) Eikard, B., Andersen, JR. : Arrhythmias during halothane anaesthesia II : The influence of atropine. *Acta Anaesth. Scand.* **21** : 245~251, 1977.
- 17) Mirakhur, RK., Clarke, RSJ., Elliott, J. *et al.* : Atropine and glycopyrronium premedication. *Anaesthesia* **33** : 906~912, 1978.
- 18) Malliani, A., Pagani, M., Bergamaschi, M. : Positive feedback sympathetic reflexes and hypertension. *Am. J. Cardiol.* **44** : 860~865, 1979.
- 19) Pagani, M., Pizzinelli, P., Bergamaschi, M. *et al.* : A positive feedback sympathetic pressor reflex during stretch of the thoracic aorta in conscious dogs. *Circ. Res.* **50** : 125~132, 1982.
- 20) 堀本 洋, 徳田秀光, 野田久代ほか : 冠動脈バイパス手術に対する大量フェンタニール麻酔. 日本臨床麻酔学会誌 **2** : 115~123, 1982.
- 21) Romagnoli, A., Keats, AS. : Plasma and atrial propranolol after preoperative withdrawal. *Circulation.* **52** : 1123~1127, 1975.
- 22) Kaplan, JA. : Cardiac anesthesia. Grune & Stratton, New York, 1979.
- 23) Pantano, JA., Lee, YC. : Abrupt propranolol withdrawal and myocardial contractility. *Arch. Intern. Med.* **136** : 867~871, 1976.
- 24) Diaz, RB., Somberg, J., Freeman, E. *et al.* : Myocardial infarction after propranolol withdrawal. *Am. Heart J.* **88** : 257~258, 1974.
- 25) Jones, EL., Kaplan, JA., Dorney, ER. *et al.* : Propranolol therapy in patients undergoing myocardial revascularization. *Am. J. Cardiol.* **38** : 696~700, 1976.
- 26) McClain, DA., Hug, Jr. CC. : Intravenous fentanyl kinetics. *Clin. Pharmacol. Ther.* **28** : 106~114, 1980.
- 27) Bovill, JG., Sebel, PS. : Pharmacokinetics of high-dose fentanyl : A Study in patients undergoing cardiac surgery : *Br. J. Anaesth.* **52** : 795~801, 1980.

Anesthesia for aortocoronary bypass operation

1. Comparative studies on RPP (Rate Pressure Product) between morphine and fentanyl anesthesia

Yoichiro Kamiyama, Kimimasa Shikakura, Mitsuko Satoyoshi
Dept. of Anesthesiology, Juntendo University, Tokyo

Comparative studies on RPP between morphine (1-1.5mg/kg) and fentanyl (75 μ g/kg) anesthesia for aortocoronary bypass operation were carried in 50 cases each randomly selected of 417 cases. Patient's age, class of coronary disease, risk, associated complication and operative course were similar and mean preanesthetic RPP was 11,500 in both groups.

In morphine group, RPP increased significantly after endotracheal intubation followed by a decrease at skin incision. Then it increased gradually during sternotomy, pericardotomy and cannulation where RPP exceeded

11,400 mainly due to an increase in heart rate. In fentanyl group, heart rate, systolic blood pressure and RPP seemed to be stabilized until sternotomy, though RPP suddenly increased to 14,000 during pericardotomy due to both increased heart rate and raised blood pressure in 32 of 50 cases. This increase in RPP was probably provoked by sympatho-sympathetic reflex during the procedure which suggested to use the additional means such as epidural block of Th₁₋₄ or potent inhalation anesthetics in fentanyl anesthesia.

Key words : aortocoronary bypass operation, anesthesia, morphine, fentanyl, RPP (Rate Pressure Product)