

開心術を含めた麻酔管理時のニトログリセリン (僧帽弁疾患開心術中におけるニトログリセリンによる血圧制御)

岸 義彦*

はじめに

最近、開心術における麻酔管理の進歩に、血管拡張薬の使用があげられる。

一般に開心術では、胸骨切開後に、血圧の上昇をきたすことが多く、血圧の上昇は、心疾患患者には、循環動態に悪影響を及ぼす恐れがある。そのため、麻酔方法の改良とともに、血管拡張薬による血圧のコントロールが、重要視されるようになった。しかし、血管拡張薬により、作用部位が異なるために、循環動態に及ぼす効果は異なる。

ニトログリセリン (TNG) は、主として capacitance vessel に作用するといわれ、ニトロプルシッド (SNP) は、capitance vessel と resistance vessel の双方に作用するといわれている。プロスタグランディンE₁ (PGE₁) はわれわれの研究結果では、主として resistance vessel に作用する。

TNGによる麻酔中の血圧管理は、虚血性心疾患での有用性に関して、Kaplan らにより、詳細に報告されている。すなわち、TNGは myocardial oxygen demand と、心筋仕事量を減少させる。冠動脈に対しては、比較的太い冠動脈を拡張させ、collateral flowを増加させるために、虚血部位での血流および endocardial/epicardial flow ratioを増加させる。その結果、心電図上の虚血性変化を改善させる。しかし、弁膜症の開心術中において、TNGを投与した報告はない。

今回、僧帽弁疾患開心術中の血圧管理に、作用部位の異なる各種血管拡張薬 TNG, SNP, PGE₁ を用いて、循環動態に及ぼす影響を比較検討した。

方 法

対象症例は、NYHA分類Ⅱ～Ⅲ度の僧帽弁疾患患者であり、ほぼ全例に心不全の既往があった。僧帽弁閉鎖不全症 (MR) と僧帽弁狭窄症 (MS) では、血管拡張薬に対する反応が異なるために、MSとMRの、それぞれにつき血管拡張薬非投与群 (control群)、TNGを投与した群、SNPを投与した群、PGE₁を投与した群に分けた (表1)。

表 1. 各群における症例数

	MR [n]	MS [n]
Control	11	11
TNG	9	14
SNP	10	10
PGE ₁	9	9

前投薬には、モルフィン 10mg、スコポラミン 0.3～0.5mgを筋肉内に投与し、麻酔導入には、モルフィン0.3～0.5mg/kg、ジアゼパム 10～15mgを用いた。麻酔導入後、循環動態が安定したところで、表2のごとく各種圧、心拍数、心拍出量を

* 国立循環器病センター麻酔科

表 2. 測定項目および計算式

Measurements	
HR (beats/min)	AP (mmHg)
PAP (mmHg)	PCWP (mmHg)
CVP (mmHg)	CO (l/min)
Calculations	
CI=CO/BSA (l/min/m ²)	SVI=CI/HR (ml/beat /m ²)
SVR=(mAP-CVP) /CO · 79.92 (dynes · sec/cm ⁵)	PVR=(mPAP-PCWP) /CO · 79.92 (dynes · sec/cm ⁵)
LVSWI=(mAP-PCWP) · SI · 0.0136 (g · m/m ²)	RVSWI=(mPAP-CVP) · SI · 0.0136 (g · m/m ²)

HR:heart rate, AP:systemic arterial pressure, PAP:pulmoay arterial pressure, PCWP:pulmonary capillary wedge pressure, CVP: central venous pressure, CO:cardiac output, CI:cardiac index, BSA:body surface area, SVI:stroke volume index, SVR: systemic vascular resistance, LVSWI:left ventricular stroke work index, RVSWI:right ventricular stroke work index.

測定した。各種パラメータは表2で示した計算式により算出し、血管拡張薬投与前値とした。

血管拡張薬は、執刀開始直前より平均動脈圧が、投与前値になるように持続投与した。胸骨切開後、5分間以上血圧が安定した時点で、同様の測定を繰り返す。投与後値とした。control群では、血管拡張薬を投与しなかった。

麻酔は、笑気およびモルフィンの追加投与で行い、モルフィンの総投与量は、2mg/kgまでとした。

後値測定までの出血量、輸液量は、それぞれ200ml、300ml以内であり、輸血は行わなかった。

血管拡張薬の平均投与量は、TNG 1.0 μg/kg/min, SNP 1.2 μg/kg/min, PGE₁ 0.12 μg/kg/min, であった。投与前後の有意差検定には、paired Student's t testを用い、危険率が5%以下を有意差ありとした。

結 果

MSにおける変化をみると、平均動脈圧は、

control群で有意な増加を示した。それに対して、血管拡張薬投与群では、ほとんど変化しなかった。心拍数では、control群, TNG群, SNP群において、有意な増加を示した。PGE₁群では、増加の傾向を示した。心拍数の変化に関して、各群間に著しい差異はなかった。また、心電図上の虚血性変化は、すべての群にもみられなかった。

肺動脈楔入圧では、control群で有意な上昇がみられた。TNG群では、有意に下降し、SNP群では、下降傾向がみられた。PGE₁群では、上昇傾向であったが、有意な変化ではなかった。

平均肺動脈圧の変化は、楔入圧の変化と同様であった。

中心静脈圧をみると、control群では上昇する傾向がみられ、PGE₁群では有意に上昇した。それに対して、SNP群では有意に下降したが、TNG群では、ほとんど変化しなかった。

1回拍出係数では、control群で、有意に減少した。TNG, SNP群では、減少を示す症例が多かったが、有意な変化ではなかった。PGE₁群では、ほとんど変化しなかった。

心係数の変化をみると、control群, TNG群, SNP群では、1回拍出係数が、減少傾向を示したために、心係数はほとんど変化しなかった。それに対して、PGE₁群では、1回拍出係数が減少することなく、心拍数が増加したために、心係数は有意に増加した。

末梢血管抵抗をみると、control群では有意に増加した。TNG群では、増加する傾向であったが、SNP群では、ほとんど変化を示さなかった。PGE₁群では、心拍出量が増加したために有意に下降した。

肺血管抵抗、左室1回仕事量係数には、各群ともほとんど変化はなかった。

右室1回仕事量係数の変化では、TNG群において有意に下降がみられた。

MRにおける循環動態の変化をみると、平均動脈圧は、MSと同様にcontrol群に有意な上昇がみられた。しかし、血管拡張薬投与群には、ほとんど変化はみられなかった。

心拍数は、各群で増加がみられた。肺動脈楔入圧は、control群で有意に上昇したのに対して、TNG群, SNP群では、下降傾向を示し、PGE₁

群では、ほとんど変化しなかった。平均肺動脈圧、中心静脈圧の変化は、肺動脈楔入圧の変化と同様であった。1回拍出係数の変化は、control 群で有意な減少であった。TNG 群、SNP 群では、ほとんど変化はみられなかったが、PGE₁ 群では、有意な増加がみられた。control 群での1回拍出係数の減少は、主として regurgitant volume の増加と思われる。

心係数の変化は、control 群では、心拍数が増加したにもかかわらず、1回拍出量の減少が、大きいために有意に減少した。TNG 群、SNP 群では、心拍数の増加分だけ、心係数は増加した。PGE₁ 群では、心拍数と1回拍出量の増加により、心拍出量は著しく増加した。

末梢血管抵抗は、control 群で著しく増加したのに対して、TNG 群、SNP 群では下降を示し、PGE₁ 群では著しい改善がみられた。

肺血管抵抗は、control 群で著明に増加したが、他の群では、ほとんど変化しなかった。

左室および右室1回仕事量係数には、著しい変化はみられなかった。

考 察

ニログリセリンは、狭心症およびうっ血性心不全の治療や、心筋梗塞の狭小化に、用いられてきた。最近、調節性に富む静注用が開発され、大

動脈-冠動脈バイパス手術の高血圧、人為的低血圧など、麻酔中にも盛んに使用されるようになった。

開心術では、surgical stimulation により renin-angiotensin 系が activate され、血圧上昇が起こると報告されている。

一般にMSでは、血管拡張薬投与により、循環動態の改善はみられないとされている。しかし、開心術では、control 群でみられるように、平均動脈圧、肺動脈圧、楔入圧の上昇、1回拍出量の減少をきたし、心機能の低下を示した。

MSに対するTNGの効果に関しては、LVEDP、1回拍出量、僧帽弁圧較差、肺動脈圧の下降である。心係数はほとんど変化しないと報告されており、われわれの結果と一致している。

SNPの効果についても、TNGと同様であり、今回の結果と一致している。

MSにおける、TNGとSNPとの循環動態に及ぼす著明な相異点は、見出しえなかった。

TNG、SNPとも、control 群にみられる肺うっ血を、予防するという点で、有効であったが、1回拍出量を、減少させる傾向であった。PGE₁ は、SNP、TNG に対して、肺うっ血を予防するという点で、その効果は劣るが、1回拍出量には、ほとんど変化なく、心拍出量を増加させるという点で利点がある。

表 3. Summary of hemodynamic changes in MS

	Control	TNG	SNP	PGE ₁
HR	↑	↑	↑	[↑]
mAP	↑↑	[←]	[←]	[←]
PCWP	↑↑	↓	[↓]	[↑]
mPAP	↑↑	↓	[↓]	[↑]
CVP	[↑]	[←]	↓	↑
CI	[←]	[←]	[←]	↑
SI	↓	[↓]	[←]	[←]
SVR	↑↑	[↑]	[←]	↓
PVR	[↑]	[←]	[←]	[↓]
LVSWI	[←]	[←]	[←]	[←]
RVSWI	[↑]	↓	[←]	[↑]

表 4. Summary of hemodynamic changes in MR

	Control	TNG	SNP	PGE ₁
HR	↑	[↑]	↑	↑
mAP	↑↑	[←]	[←]	[←]
PCWP	↑↑	[↓]	[↓]	[←]
mPAP	↑↑	[←]	[←]	[↑]
CVP	↑↑	[↓]	↓	[←]
CI	↓	↑	↑	↑↑
SI	↓	[←]	[←]	↑
SVR	↑↑	[↓]	↓	↓↓
PVR	↑↑	[←]	[↓]	[←]
LVSWI	[↓]	[↑]	[↑]	[↑]
RVSWI	[↑]	[↑]	[←]	↑

以上のことより、肺高血圧が著明な症例では、TNG, SNP が有用であるが、肺高血圧が著明でない症例では、PGE₁ が有効である。

MRに対する血管拡張薬投与は、regurgitation volumeを減少させ、forward outputを増加させるために、有用であることが一般に認められている。afterloadの増加は、control群にみられるように、regurgitant volumeを増加させ、forward outputを減少させた。その結果、肺動脈圧、楔入圧の上昇をきたし、肺うっ血が生じた。

MRに対する、TNG, SNPの効果は、少し異なる。両者は、regurgitant volumeを減少させるが、forward outputは、SNPだけに増加すると報告されている。今回の結果では、TNG群では肺動脈楔入圧は、下降する傾向であり、forward stroke volumeには、変わりなかった。このことは、Snidermanらの報告と、ほぼ一致していた。SNP群では、肺動脈楔入圧は、TNG群と同様に下降する傾向であったが、forward stroke volumeは増加しなく、Chatterjeeらの報告と、異なっている。その原因として、考えられることは、投与前値と後値との平均動脈圧は、不変であったこと、さらに、術前の利尿剤投与により循環血流量が、正常化されており、モルフィンによる

末梢血管拡張作用が、加わったためと思われる。ところが、PGE₁群では、forward stroke volumeの増加がみられた。PGE₁は、hydralazineと同様に、主としてresistance vesselに作用するために、LVEDPにはほとんど影響を与えない。その理由により、PGE₁によりforward stroke volumeは増加した。

MRにおいて、regurgitant volumeを増加させないという点で、TNG, SNP, PGE₁は有効であった。ところが、forward outputを増加させるという点で、SNP, TNGよりもPGE₁が優れている。

結 論

以上の結果より、僧帽弁疾患開心術には、積極的な血管拡張薬投与が必要である。MSにおける血圧制御に関して、肺高血圧が著明な症例には、ニトログリセリン、ニトロプルシッドが有効と思われる。肺高血圧が、著明でない症例には、プロスタグランディンE₁が有効と思われる。

MRにおける、血圧制御に関してニトログリセリン、ニトロプルシッドは、forward outputを増加させる目的には有効でなく、プロスタグランディンE₁は有効であった。