

人工肺併用左心バイパスが胸部下行大動脈遮断時の血行動態および酸素化能に及ぼす影響

小高桂子*, 野村 実*, 加藤真弓*, 長沢千奈美*
近藤 泉*, 三浦芳則*, 鈴木英弘*

要 旨

胸部下行大動脈瘤手術時には、右一側肺換気(DLV)による低酸素血症が問題となる。そこで、雑種イヌで左心バイパス回路に膜型人工肺を組み込み、DLV下での左心バイパスモデルを作製し、酸素化能および血行動態にどのように影響をもたらすかを検討した。左心バイパスは、下行大動脈遮断によって生じた左室拡張終期圧の上昇を遮断前値まで低下させ、良好な血行動態を維持することが可能であった。また、膜型人工肺の併用は、DLVにより低下した動脈血酸素分圧を、有意に上昇させた。以上から、膜型人工肺併用左心バイパスは、胸部下行大動脈遮断時のDLV中の酸素化能の改善および血行動態維持に有用であった。

はじめに

左心バイパスは、胸部下行大動脈瘤手術の大動脈遮断時に現在汎用されている補助循環の一つである。しかし、左心バイパス中は一側肺換気や肺出血による低酸素血症、低体温およびそれに伴う不整脈、大量出血による低血圧などが起こる。特に低酸素血症は、麻酔中の重篤な合併症として頻度の高いものである¹⁾。著者らは、臨床上において左心バイパス回路に、熱交換器付き膜型人工肺を併用することで、右一側肺換気による呼吸管理を継続しても、良好な酸素化能が維持できることを報告した^{2,3)}が、その詳細な機序については明かにされていない。本研究は、雑種イヌを用いて、

胸部下行大動脈遮断時の人工肺併用の左心バイパスが、循環動態および酸素化能にどのような効果をもたらすかを検討した。

対象と方法

対象は雑種イヌ8頭で、麻酔導入にチオペンタール15 mg/kgを静注し、ID 7 mmまたは8 mmのブロッカー付き気管内チューブ(ユニベント®:富士システム社製)を挿管し、ブロッカーを左主気管支に留置した。開胸操作中の麻酔の維持は、亜酸化窒素、ハロタン0.5-1.0%で行い、データ測定時は、亜酸化窒素、酸素、ペントバルビタール4 mg/kg/hr、パンクロニウム0.1 mg/kg/hrの持続静注を行った。

実験手技は、まず、3点誘導心電計を装着し、右上肢の動脈に20 Gカテーテルを留置し、動脈圧測定および採血用とした。右大腿静脈に8 Frカテーテルシースを挿入し、乳酸リンゲル液を15 mg/kg/hrの速度で開始した。次いで、左第4または第5肋骨間で開胸し、心膜切開後、心膜を胸壁に吊り上げ固定した。また、右房より冠静脈洞に6 Frまたは7 Frのカテーテルを留置し、右大腿静脈より7.5 Fr肺動脈カテーテルを挿入した。左心耳より5 Frのマикроチップカテーテル(Millar社製)を左室に挿入し、さらに左房に採血用の18 Gカテーテルを留置した。また、右大腿動脈に18 Gカテーテルを留置し、下肢動脈圧測定および採血用とした。左大腿静脈に下大静脈血採血用の18 Gカテーテルを挿入した。また、主肺動脈に14 mmまたは15 mmの電磁血流計のプローブ(日本光電社製MVF-1200)を装着して心

*東京女子医科大学麻酔科学教室

拍出量を測定し、さらに冠動脈前下行枝を剥離し、2mmまたは3mmの電磁血流計（日本光電社製MVF-1100）により、冠動脈血流量を測定した。

これらより、心電図、平均動脈圧（MAP）、拡張期動脈圧（DAP）、心拍数（HR）、中心静脈圧（CVP）、平均肺動脈圧（MPAP）、肺動脈楔入圧（PCWP）、心拍出量（CO）、左室拡張終期圧（LVEDP）、左室dp/dt、冠動脈血流量（CBF）を測定した。なお、左心バイパス中のCOについては、バイパス流量と主肺動脈血流の和とした。

血液ガス測定部位は、上肢動脈、肺動脈、下肢動脈、左房、冠静脈、下大静脈とした。

左心バイパス回路は、図1に示すごとくである。左心耳より20Frの脱血用カテーテルを挿入し、遠心ポンプ（Bio-Pump[®]：バイオメディクス社製）を介して、その送血側に膜型人工肺（MENOX EL 2000：クラレ社製）を接続し、左大腿動脈に送血カテーテルを留置した。

人工呼吸器は、ARF-850（アコマ社製）を使用し、換気条件は、一回換気量15ml/kgおよび呼吸回数16回の調節呼吸とし、上肢の動脈血酸素分圧が120mmHg前後、二酸化炭素分圧が30-35mmHgになるように酸素濃度、呼吸回数を調節した。

前下行枝を流量として50%狭窄し、血行動態が安定した時点で実験開始とした。次に、換気条件は同一のまま左主気管支のブロッカーを膨らませて、左主気管支をブロックすることにより、30分間右一側換気を行い、低酸素状態を作製した。次いでヘパリンを50IU投与した後、胸部下行大動脈を左鎖骨下動脈の直下で遮断し、5分間血行動態の変化を観察した後、大動脈を遮断したまま30ml/kgの流量で左心バイパスを開始した。その後15分間左心バイパスを行った後、人工肺には、酸素流量対バイパス流量比が2対1となるように、100%酸素を吹送し、それぞれ30分間30ml/kg、50ml/kg、70ml/kg（ECMO 30, 50, 70）の流量で、人工肺併用の左心バイパスを行い、各部位の血液ガスおよび血行動態の変化を観察した。

各測定値は、平均±標準偏差で表した。循環動態に関しては、大動脈遮断および左心バイパスによる影響をみるため、遮断直前のDLV30分時を対照値としてpaired t testにより有意差検定を行った。酸素化能に関しては、人工肺の効果を見るため左心バイパス開始15分時を対照値とし、同

様の検定を行った。いずれも、危険率5%以下を有意差ありとした。

結 果

1) 血行動態（表1）

HR (beat/min) は、全経過を通し変化はみられなかった。

MAP (mmHg) は、DLV30分時は126±17mmHgであったが、下行大動脈遮断によりMAPは172±10mmHgと有意に上昇した。左心バイパス開始により、上昇したMAPは126±26mmHgと遮断前値まで低下し、以降は有意な変化はみられなかった。

CO (l/min) は、全経過を通し大きな変動はみられなかった。CVP (mmHg) は、左心バイパス開始に伴い、上昇傾向がみられた。

MPAP (mmHg) は、DLVで上昇したが、左心バイパス開始後は低下し、対照値とほぼ等しい値で経過した。

LVEDP (mmHg) は、下行大動脈遮断により3.6mmHgから15.0mmHgに有意に上昇したが、バイパス開始後6.5mmHgまで速やかに低下し、その後も遮断前と同様の値で経過した。

LV dp/dt (mmHg/sec)、対照値2564mmHg/secに対して、左心バイパス開始により低下し、流量が増加するにつれ、ECMO 30では1934mmHg/sec、ECMO 50では1710mmHg/sec、ECMO 70では1665mmHg/secと有意に低下した。

LVS_W (g·M) は、下行大動脈遮断により上昇し、左心バイパス開始後は、対照値の10.8g·Mにほぼ等しい値となった。

冠動脈血流量 (ml/min) は、全経過を通し大きな変動はみられなかった。

2) 血液ガス（表2）

動脈血酸素分圧は、DLV 30分後67±16mmHgであり、左心バイパス開始15分後も67±15mmHgと低下した状態であった。左心バイパスに人工肺使用后、ECMO 30では72±14mmHg、ECMO 50で83±11mmHg、ECMO 70で115±66mmHgと有意に上昇した。（図2）

肺動脈血酸素分圧は、DLV 30分後40±6mmHgであり、左心バイパス開始により低下したが、人工肺使用により流量依存性に上昇した。左心バイパス単独時と比較して、ECMO 50, 70では有意に

表1 血行動態

	実験開始時	DLV15分	DLV30分	大動脈遮断 15分	左心バイパス 15分	ECMO30 15分	ECMO30 30分	ECMO50 15分	ECMO50 30分	ECMO70 15分	ECMO70 30分
HR (bpm)	148 ±19	149 ±19	148 ±20	142 ±28	146 ±21	150 ±18	152 ±22	153 ±22	155** ±22	156* ±21	157* ±20
MAP (mmHg)	131 ±11	126 ±17	126 ±17	172** ±10	122 ±31	126 ±26	123 ±30	107 ±29	104 ±35	105 ±29	103 ±32
CO (L/min)	1.4* ±0.6	1.1 ±0.6	1.1 ±0.6	1.2 ±0.6	1.0 ±0.6	1.0 ±0.5	1.0* ±0.5	1.2 ±0.6	1.1 ±0.6	1.3 ±0.7	1.2 ±0.6
CVP (mmHg)	3.7 ±2	4.0 ±1.4	4.0 ±1.9	4.2 ±2.2	6.1 ±2.7	4.6* ±2.4	4.6* ±2.7	5.4* ±3.5	5.7 ±3.6	6.7 ±4.6	7.0 ±5
MPAP (mmHg)	16.3* ±3.6	19.3 ±4.5	20.4 ±5.3	21.4 ±3.0	19.0 ±6	18.5 ±5.2	17.4 ±5.6	17.0 ±4.9	17.4 ±4.5	19.9 ±5	20.0 ±4.9
LVS (g·M)	12.0 ±9.2	11.1 ±7.4	10.8 ±7.4	17.8 ±8.8	11.6 ±6.2	11.8 ±5.6	10.8 ±5.4	12.2 ±8.4	11.5 ±8.2	13.0 ±9.8	11.5 ±8.7
LVdp/dt (mmHg/sec)	2603 ±1168	2581 ±1038	2564 ±1129	2728 ±1141	1973 ±1054	1891 ±891	1934* ±782	1806* ±603	1710* ±751	1715* ±894	1665* ±751
LVEDP (mmHg)	4.3 ±2.6	4.6 ±2.6	3.6 ±2.1	15** ±7.4	6.5 ±7.2	5.0 ±5.1	4.9 ±6.1	3.8 ±4.8	4.1 ±4.8	3.4 ±3	4.0 ±4.1
CBF (ml/min)	31.8 ±21.6	33.8 ±23.6	27.8 ±24.3	42.1 ±23.6	36.7 ±37.4	37.8 ±26.1	33.5 ±26.9	27.2 ±24.6	30.0 ±20.8	31.2 ±27.4	29.2 ±25.3

(*:p<0.05, **:p<0.01)

HR:心拍数、MAP:平均動脈圧、CO:心拍出量、CVP:中心静脈圧、MPAP:平均肺動脈圧
LVS:左室仕事量、LVdp/dt:左室 dp/dt、LVEDP:左室拡張終期圧、CBF:冠動脈血流量

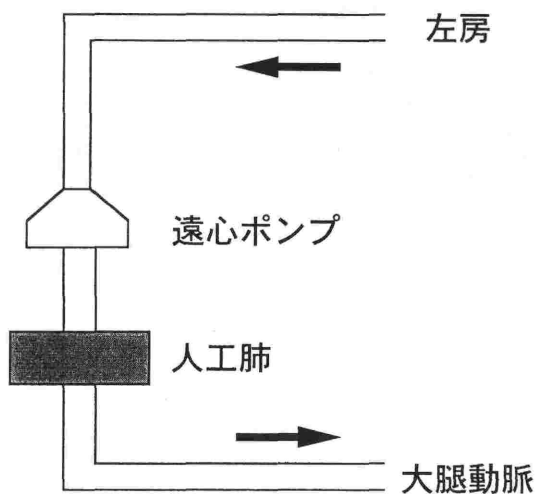


図1 左心バイパス回路

上昇していた。

左房血酸素分圧は、人工肺使用の左心バイパスにより、流量が増加するにつれ上昇した。

下大静脈血酸素分圧は、左心バイパスにより低下したが、人工肺使用により上昇し、ECMO 30、50では、実験開始時と同様の値を示した。また、

この下大静脈血酸素分圧は肺動脈血酸素分圧と同様の推移を示し、左心バイパス時の31 mmHgと比較して ECMO 30、70ではそれぞれ40 mmHg、46 mmHg 有意差が存在した。

動脈血酸素分圧と下大静脈血酸素分圧において、両者の相関関係は認められなかった。(ECMO 30、50では、両者間の相関係数は $r < 0.1$ 、ECMO 70では $r = 0.45$ 、 $p = 0.33$) また、動脈血酸素分圧と肺動脈血との相関関係は、ECMO 30では $r = 0.57$ 、 $p = 0.15$ と相関傾向を認めたが、ECMO 50、ECMO 70では一定の傾向を示さなかった。さらに、送血の酸素分圧と下大静脈の酸素分圧との間にも相関関係は全く認められなかった。($r < -0.035$)

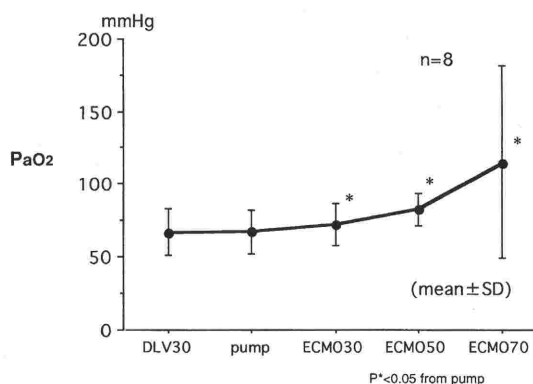
考 察

胸部下行または胸腹部大動脈瘤手術時の補助循環には、単純遮断法、左鎖骨下動脈と大腿動脈をバイパスする一時的バイパス法、大腿動静脈を使用する部分体外循環法、左心バイパス法⁴⁻⁸⁾などがある。1987年より、著者らの施設では、胸部下行大動脈遮断時の左室後負荷を減少させ、下半身に腹部臓器の虚血を防ぐという利点から、左心バイパス法を採用しており^{6,7)}、血行動態的には

表2 酸素分圧からみた酸素化能の変化

	実験開始時	DLV30分時	左心バイパス15分時	ECMO30	ECMO50	ECMO70
pH	7.353** ±0.042	7.328** ±0.052	7.221 ±0.065	7.261* ±0.059	7.234 ±0.07	7.249 ±0.083
PaCO ₂ (mmHg)	31** ±5	36* ±5	38 ±6	32** ±4	32* ±5	32* ±6
PaO ₂ (mmHg)	137 ±40	67 ±16	67 ±15	72* ±14	83* ±11	115* ±66
BE	-6.9** ±2.3	-6.4 ±2.4	-11.5 ±2.5	-11.2 2.2	-12.8 ±2.3	-12.1 ±2.4
PpaO ₂ (mmHg)	48** ±6	40** ±6	36 ±6	38 ±4	44* ±4	45** ±5
PlaO ₂ (mmHg)	180** ±41	83 ±33	87 ±56	86 ±22	107* ±51	116 ±37
PivcO ₂ (mmHg)	48** ±5	37** ±6	31 ±4	40* ±12	48 ±19	46* ±15

(*:p<0.05, **:p<0.01)

PaCO₂:動脈血二酸化炭素分圧、PaO₂:動脈血酸素分圧PpaO₂:肺動脈血酸素分圧、PlaO₂:左房血酸素分圧、PivcO₂:下大動脈血酸素分圧図2 PaO₂の変化

安定した結果を得てきた。特に左心バイパス法は、回路が簡便で、脱血部位が直視下に挿入でき、左室前後負荷の軽減が行え、さらに脊髄、肝臓、腎臓など重要臓器の血流が保たれるという利点を持っている⁹⁾。

胸部下行大動脈を遮断すると、末梢血管床が急激に減少するため¹⁰⁾左室後負荷が増大し、平均動脈圧、収縮期動脈圧、LVEDP、LV dp/dt は上昇し¹¹⁾、冠動脈血流量も増加する。大動脈遮断時の左室仕事量の増大は、単純遮断や一時的シャント法、ニトロプルシッド投与では変化がみられず、増大したままであるが、部分体外循環を行うと遮断前値にほぼ復帰しており、左室負荷が軽減され

るとされている¹²⁾。本研究でも、大動脈遮断により、MAPの上昇、LVEDPの上昇、LVSWの増大などが観察されたが、左心バイパス開始後、これらの諸量は遮断前値に回復した。冠動脈血流量は、遮断や左心バイパスによる有意な変化はみられなかった。また、以前報告した著者らの研究では、虚血心の大動脈遮断時にジルチアゼム、プロスタグランジン E₁、ニトログリセリンなどの血管拡張薬を使用した時、MAP、収縮期動脈圧、LV dp/dt は遮断前の値まで低下したが、LVEDPの低下はみられず^{13~15)}、今回の研究の左心バイパスのみでLVEDPの低下が観察された。最近の胸腹部に及ぶ拡大手術や高齢者、冠動脈疾患など心合併患者への手術適応の拡大を考慮すると、長時間の大動脈遮断による左室後負荷やLVEDPの急激な上昇から、心筋虚血が惹起される可能性が考えられ、臨床上的問題となる。左心バイパスは、左室後負荷を軽減させることにより左室仕事量を低下させ⁹⁾、心筋酸素消費量の増加を抑制するのみならず、LVEDPを低下させることにより、心筋内膜側の血流を保ち、心筋の虚血防止に有利に働くと思われる。

左心バイパスの右心系に関する影響に関しては、平均肺動脈圧は右一側換気により上昇傾向がみられた。これはDLVによる肺血流分布の変化により、右肺動脈に血流がシフトしたためかもしれない。左心バイパス開始により、肺動脈圧はやや低

下する傾向にあったが、中心静脈圧は上昇傾向を示した。これは、左心バイパスの流量が増加すると、遮断末梢側に送血される血液量が増加するため、静脈還流量が増加し、結果として中心静脈圧が上昇するものと考えられた。このことにより、バイパス流量は適切な流量に維持しないと、右心負荷を惹起する可能性があると思われる。また、左心バイパスによる肺動脈圧の正常化は、中心静脈圧の上昇から考えると、矛盾する現象であるが、平均血圧の正常化、血液ガスの改善等の因子が、好影響を与えた可能性がある。

胸部下行大動脈瘤手術において、手術操作を容易にするために右一側肺換気が行われることが多い。しかし以前より、右一側肺換気および肺出血による低酸素血症やヘパリン使用による出血傾向、まれには体外循環の延長および大量輸血によって生じる低体温による不整脈等の合併症が問題となっていた。特に、低酸素血症は麻酔管理上しばしば遭遇し、その低酸素血症対策として、健側肺に呼吸終末陽圧呼吸 (PEEP) をかけたり、術側肺への酸素の吹送、持続陽圧呼吸 (CPAP) のなどがある¹⁶⁻¹⁸⁾。動脈血酸素分圧が低下しはじめると、急激に低酸素状態に陥ることが知られており、直ちに両肺換気が必要とされる場合が多い。しかし、これがかえって健側肺への分泌物の流れ込みを助長させたり、完成されていた適切な換気血流分布を終了させて、低酸素血症を増悪させる危険性もある。また、術中の頻回の右肺加圧は、手術時間延長の原因となる。特に補助循環に伴うヘパリンの使用により、術野肺からの出血が多くなる。そこで著者らは、ヘパリン使用中にはDLVを継続し、流れ込みを防止し、完成された換気血流比を維持し、また左心系に人工肺を組み込むことで、動脈血酸素分圧を適切に保つ臨床上の有用性を確認してきている^{2,3)}。

本研究で、左心バイパスに人工肺を併用することで、すべての採血部位において、DLV時および左心バイパス単独時より血液酸素分圧、酸素飽和度は上昇した。また、下大静脈血酸素分圧は、左心バイパスの流量が増加するにつれ上昇しており、人工肺使用前と比較して、ECMO 30, 70では有意に上昇がみられ、ECMO 50においても上昇傾向が認められた。このことから、大動脈遮断遠位側動脈に送血した高い酸素分圧の血液の余剰酸素

が、下大静脈血の酸素分圧の上昇をもたらすと考えられる。しかし、本実験で、動脈血酸素分圧と、下大静脈血酸素分圧および肺動脈血酸素分圧との相関関係は認められなかった。これは、臨床でみられている相関関係の存在と相反している^{3,15)}。

本研究では、臨床研究と比較して動脈血酸素分圧の上昇が少なかったが、これは動脈血酸素分圧をかなり低く設定しているために、酸素化の効果が現れにくかった可能性が考えられる。また、静脈系である下大静脈血酸素分圧、肺動脈血酸素分圧は、流量が増加するにつれ上昇しているため、研究中の健側の肺庇護を工夫することで、さらに動脈血酸素分圧の上昇が得られるものと思われる。さらに、左心バイパスは、脱血部位が左房であるため、肺循環に影響せず、心拍出量にみあった酸素化が期待される。イヌでは、開胸により、両側開胸となることも酸素化の効率の面で臨床と差がでた点かもしれない。

pHにおいては、バイパスにより低下がみられており、これは、BEの低下による代謝性アシドーシスの影響であった。この原因として、体外循環による影響が最も大きいと考えられるが、研究経過中の低体温の進行が増悪因子であると考えられた。臨床では、熱交換器一体型の人工肺を使用しているため、自在な体温が可能であり、むしろ人工肺による脱二酸化炭素のためにアルカローシスに傾く傾向にあり、基礎研究とは結果を大いに異にする点であった。

本研究結果から、人工肺併用左心バイパス法は、右一側換気中においても、血行動態と動脈血酸素分圧の安定をもたらす、下行大動脈遮断中の補助手段として有用であると考えられた。

文 献

- 1) 近藤 泉, 野村 実, 小高桂子: 左心バイパスを補助手段とした胸部下行大動脈瘤手術における周術期合併症. 第14回臨床麻酔学会総会抄録号 14, S245, 1994
- 2) 内田桂子, 野村 実, 長沢千奈美ほか: 胸部下行および胸腹部大動脈瘤の麻酔管理. 循環制御 15: 272-276, 1994
- 3) 田鎖 治, 青見茂之, 橋本明政ほか: 胸部下行および胸腹部大動脈瘤手術における新しい補助手段—膜型人工肺併用左心バイパスおよび限外濾過自己返血装置. 人工臓器 22: 1332-1337, 1993
- 4) Dinardo JA, Schwartz MJ: Anesthesia for cardiac surgery. Norwalk, Appleton & Lange 764-765, 1990
- 5) Kwita G, Kindey SA, Nugent M: Thoracic and abdominal

- aortic aneurysm resections. In: Kaplan JA, Vascular Anesthesia, New York, Churchill 374-377, 1991
- 6) 大谷則史, 笹嶋唯博, 稲葉雅史ほか: 胸部大動脈瘤手術における左心バイパスおよび一時的体外バイパスの比較検討. 人工臓器 21: 747-750, 1992
 - 7) 土田弘毅, 橋本明政, 小柳 仁ほか: 全身ヘパリン化をしない左心バイパス (Bio-Pump) 使用による胸部下行大動脈グラフト置換術の臨床経験. 人工臓器 17: 884-887, 1988
 - 8) Diehl JT, Payne DD, Rastegar H, et al: Arterial bypass of the descending thoracic aorta with biomedic centrifugal pump. Ann Thorac Surg 44: 422-423, 1987
 - 9) 青見茂之: 胸部下行および胸腹部大動脈瘤手術時の補助手段としての遠心ポンプを用いた左心バイパス—血行動態の制御性についての実験的検討 人工臓器 21: 1344-1348, 1992
 - 10) Gelman S, Reves JG, Fowler K: Regional blood flow during cross-clamping of the thoracic aorta and sodium nitroprusside. J Thorac Cardiovasc Surg 85: 287-291, 1983
 - 11) Hug HR, Taber RE: Bypass flow requirements during thoracic aneurysmectomy with particular attention to the prevention of left heart failure. J Thorac Cardiovasc Surg 57: 203-213, 1969
 - 12) Roberts AJ, Nora JD, Hughes WA, et al: Cardiac and renal responses to cross-clamping of the descending thoracic aorta. J Thorac Cardiovasc Surg 86: 732-741, 1983
 - 13) 高橋 薫: 冠動脈狭窄犬における大動脈遮断時のジルチアゼムの血行動態に及ぼす影響. 循環制御 12: 495-501, 1991
 - 14) 河合典子: 冠動脈狭窄犬における大動脈遮断時のプロスタグランジン E₁ およびトリメタフンの血行動態に及ぼす影響. 麻酔 40: 965-971, 1991
 - 15) 野村 実, 三浦芳則, 内田桂子ほか: 冠動脈狭窄犬における大動脈遮断時のニカルジピンおよびニトログリセリンの血行動態に及ぼす影響. 麻酔 43: 321-328, 1994
 - 16) 清水唯男, 平尾 収, 福岡哲男ほか: 片肺換気時の患側肺 CPAP と動脈血酸素分圧. 臨床麻酔 12: 1589-1593, 1993
 - 17) 高橋隆平: 開胸手術における片肺麻酔法. 県立がんセンター新潟病院医誌 28: 1-6, 1989
 - 18) Benumof JL: One-lung ventilation which should be PEEP-ed? Anesthesiology 56: 161-163, 1982

Changes of Hemodynamics and Oxygenation during Thoracic Aortic Clamping using Left Heart Bypass with Membranous Oxygenator

Keiko Kodaka, Minoru Nomura, Mayumi Kato, Tinami Nagasawa,
Izumi Kondo, Yoshinori Miura and Hidehiro Suzuki

Department of Anesthesiology, Tokyo Women's Medical College, Tokyo, Japan

Hypoxemia due to bleeding with differential lung ventilation (DLV) is one of the most serious complications during thoracic aortic surgery with left heart bypass (LHB). In this report, we use a new system, which contains a centrifugal pump and a membranous oxygenator, and report its usefulness during thoracic aortic surgery. Eight mongrel dogs were anesthetized, intubated an endotracheal tube with a movable blocker, which directed to the left main bronchus. The left anterior descending coronary artery was stenosed to 50%, following hypoxemia due to DLV and the descending thoracic aorta was cross-clamped, we started left atrio-left femoral ar-

tery bypass with 30 ml/kg flow. And then, LHB flow was increased to 50, 70 ml/kg with each 30 min. In our study, LHB with the membranous oxygenator significantly increased systemic arterial oxygen pressure compared with DLV. The increase of arterial oxygen pressure was partly explained from the shunt flow through the descending aorta flow by the membranous oxygenator. Application of the left heart bypass decreased LVEDP to pre-clamping values. We conclude that our new method, LHB with the membranous oxygenator, is useful during thoracic aortic surgery.

Key Words : Left heart bypass, Membranous oxygenator, Differential lung ventilation

(Circ Cont 17: 560~565, 1996)