

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東邦大学

菅 規久子より学位申請のため提出した論文の要旨

学位番号甲第 553 号

学位申請者 : 菅 規 久 子

学位審査論文: Impact of left heart bypass on arterial oxygenation during one-lung ventilation for thoracic aortic surgery

(下行大動脈瘤手術における分離肺換気中の酸素化に及ぼす左心バイパスの影響)

著 者 : Kikuko Suga, Yoshiro Kobayashi, Ryoichi Ochiai

公 表 誌 : Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia

DOI: 10.1053/j.jvca.2016.09.026

論文内容の要旨 :

【目的】左開胸で行う大動脈瘤手術（遠位弓部大動脈置換術、下行大動脈置換術および胸腹部大動脈置換術）は、術中長時間の分離肺換気（one-lung ventilation: OLV）を維持しなければならず呼吸循環管理に難渋する。左開胸で行う大動脈瘤手術における補助循環として、左上肺静脈（left upper pulmonary vein: LUPV）を介しての左房脱血、下行または大腿動脈送血による左心バイパス（left heart bypass: LHB）法では、片肺で長時間の酸素化の維持が必要となり、低肺機能患者には不適當と考えられている。しかし、LHB 中に良好な酸素化が得られたとの報告もあり、左心バイパス中の酸素化の機序については明らかにされていない。我々は LUPV に脱血管が挿入され、LHB 開始前に経皮的酸素飽和度が上昇する症例を数例経験した。そこで、今回は LHB 法による酸素化改善の機序について検討を行った。

【対象と方法】対象は左開胸で行う大動脈瘤手術を受ける患者 50 人とした。全身麻酔を導入し、気管挿管した後、右内頸静脈より肺動脈カテーテル（pulmonary artery catheter: PAC）を挿入した。患者を右側臥位にし、OLV を確立し、手術を開始した。ヘパリン投与 2 分後（Point1: P1）、脱血管挿入 2 分後（P2）、LHB 開始直前（P3）、LHB 開始 10 分後（P4）の 4 時点で右橈骨動脈から採血し PaO₂ を測定した。また、OLV 開始からヘパリン投与までの時間（Time1: T1）を測定した。また、脱血管挿入から LHB 開始までの時間（T2）も測定した。さらに、P1 と P3 の 2 時点で PAC から得られた心係数（Cardiac Index: CI）を記録した。吸入酸素濃度は 100% とし、その他の人工呼吸器の設定は担当麻酔科医に委ねたが、ヘパリン投与後から LHB 開始 10 分後までは設定の変更は行わないこととした。PaO₂ の比較には一元配置分散分析を行い、その後の検定としてテューキーの範囲検定

を用い、CIの比較にはスチューデントのt検定を用い、 $p < 0.05$ を有意とした。

【結果】 9人を除外し、41人の患者からデータを得た。P1、P2、P3、P4における PaO_2 の平均±標準偏差 (mmHg) は、それぞれ 244 ± 121 、 250 ± 123 、 419 ± 122 、 430 ± 109 であった。P1とP3 ($p < 0.0001$)、P1とP4 ($p < 0.0001$)、P2とP3 ($p < 0.0001$)、P2とP4 ($p < 0.0001$)の比較で有意な PaO_2 上昇を認めた。P1とP2 ($p = 0.99$)、P3とP4 ($p = 0.98$)の比較では有意な PaO_2 上昇を認めなかった。P1とP3におけるCIの平均±標準偏差 (l/min/m^2) は、それぞれ 2.1 ± 0.6 、 2.1 ± 0.6 で有意差を認めなかった ($p = 0.95$)。T1およびT2の中央値 (範囲) は、それぞれ124 (51-238)分、6 (3-32)分であった。

【考察】 LHB中の酸素化の変化はOLVや血行動態に依存している。側臥位でのOLV中の肺血流量は重力や低酸素性肺血管収縮、肺虚脱による影響を受けるが、本研究ではOLV開始からヘパリン投与までの時間T1が51-238分と長かったことから、様々な因子による変化はヘパリン投与までに終了し、脱血管挿入時やLHB中には影響はなかったと考えられる。また、酸素化改善のタイミングは、脱血管挿入後ではあるが、LHB開始前であり、LHB開始に伴う現象とは言えない。脱血管挿入前後の心拍出量にも変化が認められなかったことから、LUPVから挿入された脱血管そのものによって生じた換気血流比の改善と肺内シャント量の減少によって酸素化が改善したと考えられる。つまり、脱血管挿入という物理的な因子により左肺血管抵抗が上昇し、酸素化が不良な左肺を灌流する血流量が減少し、dependent lung (右肺) に血流がシフトするため、著明な酸素化改善が得られたと推察できる。また今回、脱血管挿入後2分の時点では橈骨動脈採血での酸素化の改善は認めていないが、肺血流のシフトを介して換気血流比が好転し、動脈血酸素分圧の上昇に反映されるためには数分を要するため、脱血管挿入直後に変化は認められなかったと考えられる。LHB法で酸素化が改善する機序の解明がなされ、安全な術中管理が保証されれば、低肺機能患者にもLHB法を選択しやすくなり、結果的には治療成績の向上に繋がるかもしれない。

【結語】 OLVを必要とする左開胸で行う大動脈瘤手術の補助循環として用いるLHB法において、LHB開始前のLUPVから左房への脱血管挿入が酸素化の改善に寄与していた。

1. 学位審査の要旨および担当者

学位番号甲第 553 号	氏 名	菅 規 久 子
学位審査担当者	主 査	渡 邊 善 則
	副 査	小 竹 良 文
	副 査	北 村 享 之
	副 査	池 田 隆 徳
	副 査	本 村 昇

学位審査論文の審査結果の要旨 :

本論文は、左開胸で行う大動脈瘤手術を受ける患者 50 人を対象とし、分離肺換気 (one-lung ventilation: OLV) 下、左開胸で行う大動脈瘤手術における、左上肺静脈 (left upper pulmonary vein: LUPV) を介しての左房脱血、下行または大腿動脈送血による左心バイパス (left heart bypass: LHB) 法施行時における酸素化改善の機序について検討している。

本研究は、全身麻酔を導入し気管挿管した後、患者を右側臥位にした後 OLV を確立、ヘパリン投与 2 分後 (Point1: P1)、脱血管挿入 2 分後 (P2)、LHB 開始直前 (P3)、LHB 開始 10 分後 (P4) の 4 時点で右橈骨動脈から採血し PaO₂ を測定。また、OLV 開始からヘパリン投与までの時間 (Time1: T1)、脱血管挿入から LHB 開始までの時間 (T2) も測定し、P1 と P3 の 2 時点で PAC から得られた心係数 (Cardiac Index: CI) も計測した。麻酔法の影響を最小化するため、吸入酸素濃度は 100% とし、その他の人工呼吸器の設定は担当麻酔科医に委ねたが、ヘパリン投与後から LHB 開始 10 分後までは設定の変更は行わないこととしている。PaO₂ の比較には一元配置分散分析を行い、その後の検定としてテューキーの範囲検定を用い、心係数 (Cardiac Index: CI) の比較にはスチューデントの t 検定を用い、p<0.05 を有意として検討を行っている。

50 人中 41 人の患者からデータが得られ、P1 と P3 (p<0.0001)、P1 と P4 (p<0.0001)、P2 と P3 (p<0.0001)、P2 と P4 (p<0.0001) の比較で有意な PaO₂ 上昇を認め、P1 と P2 (p=0.99)、P3 と P4 (p=0.98) の比較では有意な PaO₂ 上昇を認めず、P1 と P3 における CI も有意差を認めていない (p=0.95)。以上の結果より、脱血管挿入という物理的な因子により左肺血管抵抗が上昇し、酸素化が不良な左肺を灌流する血流量が減少し、dependent lung (右肺) に血流がシフトしたことが明らかとなり、脱血管そのものによって生じた換気血流比の改善と肺内シャント量の減少によって、著明な酸素化改善が得られたと結論付けている。

平成 28 年 12 月 26 日に開催された学位審査会において、研究要旨をプレゼンテーションした後、内容について活発な質疑応答がなされた。小児症例での引用文献との相違、麻酔薬・麻酔方法の本研究における影響、COPD 症例での評価、肺血流シフトの医学的解釈等の質問が、主査および副査から投げかけられた。申請者は、全ての質問事項に対し適切かつ論理的に返答した。

以上より、OLV を必要とする左開胸で行う大動脈瘤手術の補助循環として用いる LHB 法において、LHB 開始前の LUPV から左房への脱血管挿入が酸素化の改善に寄与していたことを証明した本研究の意義は高く、本論文は学位に値するとの結論に達し、学位審査会を終了した。