

症 例

超低左心機能合併患者の肩腱板断裂手術に対し
全身麻酔で管理した1症例

安本和正、串本洸輔、青木千尋、吉岡真実

京都府立医科大学附属北部医療センター 麻酔科

General anesthesia for rotator cuff repair in a patient with coexistent
ultra-low left heart function—a case study

Kazumasa Yasumoto, Kousuke Kushimoto, Chihiro Aoki, Masami Yoshioka

Department of Anesthesiology, North Medical center, Kyoto Prefectural
University of Medicine

要 旨

患者は62歳、男性。右肩腱板断裂に対して腱板縫合術が行われた。心筋梗塞の既往があり、術前の経胸壁心臓超音波検査で左室駆出率は18%まで低下していた。麻酔法は腕神経叢ブロック併用の全身麻酔とした。周術期には大量のノルアドレナリンの持続投与を要したが、循環器系合併症は無く順調に退院することができた。Ohmの法則に則った適切な臓器灌流の維持に血管収縮薬による体血管抵抗の増加が有用であったと考える。

キーワード：Ohmの法則、臓器灌流、体血管抵抗

Abstract

A 62-year-old man, with a history of myocardial infarction, underwent rotator cuff repair for a right rotator cuff tear. Preoperative transthoracic echocardiography revealed that the left ventricular ejection fraction had decreased to 18%. Anesthesia consisted of general anesthesia together with a brachial plexus block. Although continuous administration of a large dose of noradrenaline was required during the perioperative period, the patient was discharged without any circulatory complications. An increase in the systemic vascular resistance due to vasoconstrictor administration helped maintenance of appropriate organ perfusion, in accordance with Ohm's law.

Keyword: Ohm's law, organ perfusion, systemic vascular resistance

はじめに

近年、周術期リスクの高い症例が増加している。周術期には適切な臓器灌流の維持が求められ、その指標として体血圧をモニターするが、循環動態の維持にどのような手段を用いるかの判断に迷うこともある。今回、虚血性心疾患による超低左心機能合併患者の肩腱板縫合術において腕神経叢ブロック併用の全身麻酔管理を行った。周術期に大量のノルアドレナリンの持続投与を要したが循環器合併症を起こすことなく退院した症例として報告する。

症 例

患者：62歳、男性。身長167.8cm、体重73kg、BMI 25.9。

臨床診断：右肩腱板断裂。

現病歴：1年前より右肩痛と挙上困難。夜間の痛みが強く、不眠気味なため手術療法を希望された。

既往歴：16年前からの繰り返す心筋梗塞、慢性心不全、高血圧、高脂血症。

内服：ルプラック、オルメサルタン、カルベジロール、フェブリク、セララ、ワーファリ

ン、タケルダ、マグミット、ロスバスタチン、ジクロフェナク、レバミピド。

手術当日までの経過：経皮的冠動脈形成術、冠動脈ステント留置が行われており（詳細は不明）5年前の当院での冠動脈造影後は他院でフォローされていた。利尿薬の服用を怠ると容易に心不全の増悪を来すとの診療情報提供があった。耐術能の評価に経胸壁心臓超音波検査が行われた。左室拡張期終末期径が81.2mm、左室駆出率が17.5%と、極度の左室の拡張と左室収縮能の低下を認めた。5年前の経胸壁心臓超音波検査と比較しても増悪しているため、循環器内科対診後、冠動脈の評価を行うこととなった。冠動脈造影では左冠動脈前下行枝の慢性完全閉塞を認めたが、陳旧性梗塞巣の責任病変であり血行再建のメリットは少ないものとして経皮的冠動脈形成術は行われなかった。後日心肺運動負荷試験が行われ、3.8METsの運動耐容能があるものとして全身麻酔は許容範囲とされた。心同期療法の適応もあったが患者の希望もあり、肩腱板縫合術を先行することとなった。

術前検査他：

・血液生化学検査（表1）：BUN 15.1mg/dL、CRE 1.0mg/dL、eGFR 59.6ml/min/1.73m²と

TP	6.8	g/dL		CRP	0.1	mg/dL	
ALB	4.1	g/dL					
				WBC	5600	/μL	
AST	29	IU/L		Hb	15.4	g/dL	
ALT	24	IU/L		PLT	18.2	万/μL	
BUN	15.1	mg/dL		PT	24.8	sec	H
CRE	1.0	mg/dL		PT-INR	2.20		H
eGFR	59.62	mL/min/1.73 m ²	L	APTT	41.9	sec	H

表1：術前血液生化学検査



図1：術前胸部レントゲン画像

軽度腎機能障害を認めた。PT 24.8sec (PT-INR 2.20)、APTT 41.9sec と延長を認めた。

・胸部 X 線画像 (図1) :CTR 65% と心拡大を認めたが CP Angle は鋭角であった。肺野に異常所見はなかった。

・安静時心電図：洞調律、完全左脚ブロック、心拍数 63bpm。

・呼吸機能検査：%VC 91.7% (3.20L)、FEV1.0% 72.5% (2.32L) と正常範囲内であった。

以上から本症例における周術期管理の問題点は超低左心機能であり、周術期管理における目標を #1 循環動態の維持、#2 周術期循環器合併症の防止とした。

麻酔計画：予定術式である臍板縫合術は予定時間が2時間から3時間、予想出血量は少量であった。術後鎮痛にも有用と考え、腕神経叢ブロックによる伝達麻酔を併用した全身麻酔で管理することとした。極度の血圧低下に備え導入時からノルアドレナリンの持続投与で循環動態を維持することにした。術前に患者本人に極度に低下した左心機能を合併しているため周術期のリスクが高いこと、腕神経叢ブロックを併用した全身麻酔を行う事を説

明し同意を得た。

術中経過：手術室入室後、全身麻酔導入前に左橈骨動脈から観血的動脈圧測定を開始した。全身麻酔はプロポフォール 130mg、フェンタニル 100 μ g、セボフルラン 3%、ロクロニウム 40mg で急速導入後気管挿管を行い、その後酸素、空気、セボフルラン、プロポフォール、レミフェンタニルで維持した。急激な血圧の低下を防ぐために導入時からノルアドレナリンを 0.05 μ g/kg/min で投与した。導入後、エコーガイド化に右腕神経叢ブロック鎖骨上法を行い、0.375% ロピバカイン 20mL を注入した。循環動態に注意を払いながら患者をビーチチェア体位とし手術を開始した。術中は収縮期血圧が 100mmHg 以上となるように適時ノルアドレナリンの投与の調節を行ったが、術中 0.2 μ g/kg/min の投与を要した。

手術が終了し、麻酔薬投与中止後速やかに覚醒が得られ、抜管した。抜管後もノルアドレナリンは 0.2 μ g/kg/min の投与を必要としたため集中治療室で術後管理を行うこととした。

手術時間は2時間7分、麻酔時間は3時間4分、出血量 20mL、輸液量は 300mL、オピオイドの総投与量はフェンタニル 100 μ g、レミフェンタニル 300 μ g であった。

術後経過：集中治療室に帰室後ノルアドレナリンの持続投与は漸減でき、術後5時間で投与を中止できた。またブロックの持続時間は術後6時間であった。経過は良好で翌日一般病棟へ帰室し、リハビリを経て術後33日で退院となった。入院中に循環器合併症は特に認めなかった。

考 察

今回の症例において、術前評価と、周術期における管理とに分けて考察を加える。非心臓手術における周術期心血管評価・管理につ

いて、日本で作成されたガイドライン（2014年改訂）¹⁾では、5つのステップから成るアルゴリズム（表2）があり、本症例の術前評価・管理の妥当性を検討する。緊急手術ではないのでステップ2に進む。続いてActive Cardiac Condition（表3）があるかを考える。重篤な不整脈、高度の弁膜症はなく、左前下行枝は慢性完全閉塞であるため不安定な冠動脈疾患とは言い難い。が、フォロー中の他院からの診療情報提供書にあったように容易に増悪する心不全はActive Cardiac Conditionといえる。故に心血管系評価のために冠動脈造影を行ったが加療にならなかったため

ステップ3,4と進んだ。心肺運動負荷試験で3.8METsの運動能があると測定されたが、これは運動能の低下している本症例の患者の低下した基礎代謝量の3.8倍の酸素消費量に見合う運動が可能であったのであって階段の1階から3階への移動やジョギングに耐えるいわゆる全身麻酔が許容とされる運動能があったかは断定できない。以上より本症例患者の耐術能については、全身麻酔を許容できる範囲であったとしても極度にリスクが高い症例であったと考えられる。

次に周術期における管理について考察を加える。術前評価で、不安定な冠動脈疾患はな

STEP.1	緊急非心臓手術が必要なら、そのまま手術室へ搬送する。その場合、周術期サーベイランスや術後のリスク層別化やリスク因子への治療などを行う。
STEP.2	緊急手術の必要がなければ、active cardiac conditionがあるか検討する。即ち、心臓・血管に重症度の高い疾患・状態があるかどうかを判断する。もし、そのような状況であればガイドラインに沿って心血管評価、加療を行い非心臓手術を行うかどのような治療をするか判断する。
STEP.3	Active cardiac conditionがなければ、計画された非心臓手術が低リスクの手術かどうか判断する。低リスクなら計画された手術を施行し、中等度リスク以上の手術なら次のステップに進む。
STEP.4	患者の運動能力は症状なしで4METs以上かを判断する。4METs以上の運動能力があれば、多くは基本的な術前評価後に計画された非心臓手術を行う事が可能である。ただしRevised Cardiac Risk Indexが複数ある症例などでは、治療法変更や非侵襲的検査を考慮する余地があるだろう。
STEP.5	4METs未達の運動能力ないし判断不能な場合、特にRevised Cardiac Risk Indexの該当項目が1つ以上あれば、β遮断薬で血圧・心拍数をコントロールしてから計画された非心臓手術を施行するのは、状況が整えば一つの選択肢かもしれないが、基本的には循環器医と連携して精査を考慮し、治療方法変更も視野に入れる。

表2：非心臓手術患者の周術期心血管評価アルゴリズム²⁾（文献2）をもとに作成

状態	例
不安定な冠動脈疾患	不安定、高度の狭心症(CCS class III~IV) 最近発症の心筋梗塞(発症後7~30日)
非代償性心不全 (NYHA class IV、心不全の悪化 あるいは新たな心不全)	
重篤な不整脈	高度房室ブロック Mobitz II型 3度房室ブロック 有症状の心室性不整脈 心拍数の高い(>100bpm)上室性不整脈(心房細動含む) 有症状の除脈 新たに認めた心室頻拍
高度の弁膜疾患	高度の大動脈弁狭窄症(mPG>40mmHg または AVA<1.0cm ² または有症状) 症状のある僧帽弁狭窄症(進行性の労作時呼吸困難や労作時失神、心不全)

表3：active cardiac condition（活動性心疾患）

いもののいかに心筋虚血を予防するかと、極度に低下した左室収縮能を合併した中でいかに循環動態の維持に努めるかを相互的に考える必要があった。虚血性心疾患患者の非心臓手術では、気管挿管や抜管の刺激、手術侵襲による血圧上昇や心拍数増加といった、心筋酸素需給バランスを悪化させる血行動態を回避する必要がある³⁾⁴⁾。一般的に肩胛板修復術は侵襲が強い。そこで本症例では全身麻酔に腕神経叢ブロックを併用し、手術侵襲に伴う心筋虚血・血行動態への悪影響を遮断することとした。これによって周術期循環動態の制御は体液管理・循環作動薬の投与とシンプルな管理となった。一般的に全身麻酔中は全身麻酔薬による心抑制・末梢血管拡張作用により低血圧となる。これには強心薬、輸液、血管収縮薬で循環動態の維持を図る。

この理解には Ohm の法則を力学的に近似した式を用いると理解が得やすい (表4)。臓器灌流圧は平均動脈圧と中心静脈圧との差で表現される (表4 最上段)。そしてそれは体血管抵抗と心拍出量の積である (表4 上段)。心拍出量は一回拍出量と心拍数の積である (表4 下段)。相互作用が存在するので厳密な一対一対応とはならないが強心薬は一回拍出量と心拍数を、輸液は一回拍出量を、血管収縮薬は体血管抵抗を上昇させ、それぞれ臓器灌流圧を上昇させる (表4 最下段)。

本症例の循環動態の維持にはノルアドレナリンの持続投与による体血管抵抗の上昇を中心に行う事を事前に計画した。その理由に

$(\text{臓器灌流圧}) = (\text{平均動脈圧}) - (\text{中心静脈圧})$
$(\text{平均動脈圧}) - (\text{中心静脈圧}) = (\text{体血管抵抗}) \times (\text{心拍出量})$
$(\text{心拍出量}) = (\text{一回拍出量}) \times (\text{心拍数})$
$(\text{強心薬}) \uparrow \rightarrow (\text{一回拍出量}) \uparrow \cdot (\text{心拍数}) \uparrow$
$(\text{輸液}) \uparrow \rightarrow (\text{一回拍出量}) \uparrow$
$(\text{血管収縮薬}) \uparrow \rightarrow (\text{体血管抵抗}) \uparrow$

表4：Ohm の法則近似式

は①強心薬投与に対する効果の不確実さと弊害、②輸液投与による心不全の急性増悪に対する予防、を考えての計画であった。①についてだが、そもそも収縮能が極度に低下した心筋が強心薬で収縮力が増加するのかは不確実であり、さらに心拍数の増加は心筋酸素需給バランスの悪化をもたらす可能性が否定できない。②については利尿薬の未服用で容易に心不全の増悪を繰り返す低心機能患者への輸液負荷は慎むべき、むしろ輸液制限をするべきと考えた。結果、血管収縮薬の投与による体血管抵抗の増加により循環動態は維持され、周術期における心血管イベント、退院までの循環器合併症を起こすことはなかった。

結 語

今回、超低左心機能合併患者の腱板断裂手術に対する全身麻酔管理を経験した。術前の評価から非常にリスクが高いことが判明していたが、事前に綿密な計画を立てることで周術期合併症を起こすことなく退院できた。これからますます高齢化していく患者の全身状態は重症化が進むことが予想されるが、事前の評価と安全に管理できる計画とが肝要である。

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

引 用 文 献

- 1) 許 俊英、今中和人、上田裕一他：非心臓手術における合併心疾患の評価と管理に関するガイドライン (2014年改訂版)。“2012-2013年度合同研究班報告”2014
- 2) Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA et al : ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery : a report of the American College of Cardiol-

ogy/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines(Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery) developed in collaboration with the American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Rhythm Society , Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society of Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Vascular Medicine and Biology, and Society for Vascular Surgery. J Am Coll Cardiol 50:e159-e241,2007

- 3) Christopherson R, Glavan NJ, Norris EJ et al : Control of blood pressure and heart rate in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vasucular surgery. Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial (PIRAT) Study Group. J Clin Anesth 8 : 578-584,1996
- 4) Shirasaka t, Iwasaki T, Hosokawa N et al : Effects of landiolol on the cardiovascular response during trachial extubation. J Anesth 22 : 322-325,2008