

# 腹腔鏡下手術の麻酔管理

阿部 秀宏

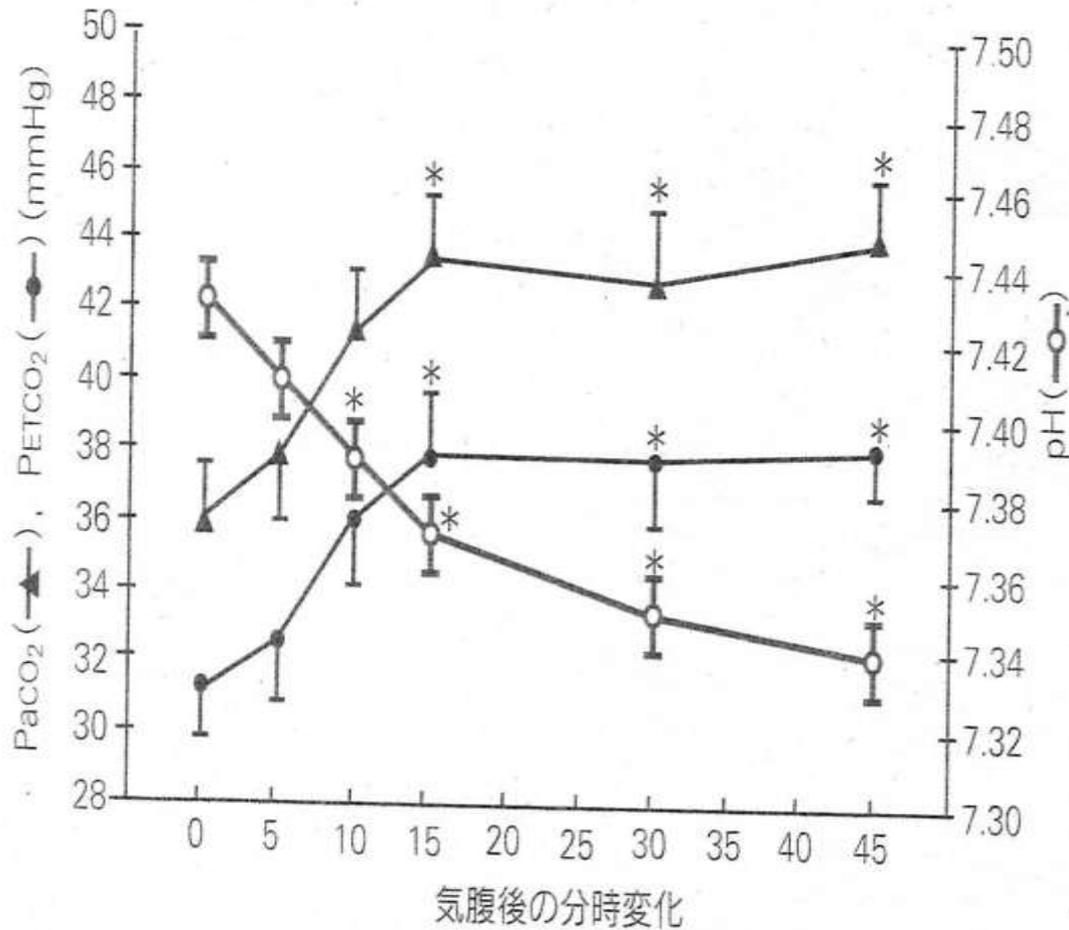
# 腹腔鏡下手術時の換気と呼吸の変化

## 換気の変化

- ・胸郭肺コンプライアンスの低下
- ・機能的残気量の減少(横隔膜の頭側への移動)
- ・換気血流分布の変化(体位、気道内圧上昇による)

10～20度の頭高位または頭低位、14mmHgまでの腹腔内圧上昇は心血管病変がなければ生理学的死腔や肺内シャントに有意な変化は生じない。

# 動脈血二酸化炭素分圧の上昇①

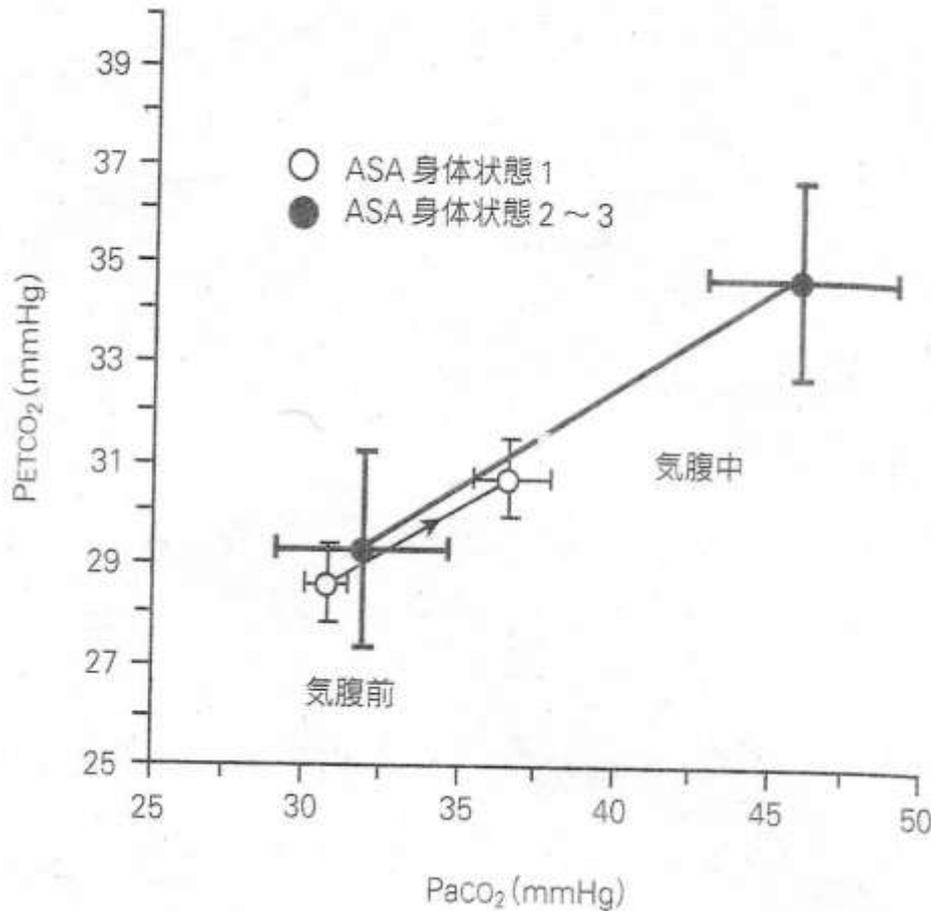


調節呼吸下にCO<sub>2</sub>を用いた気腹が行われると動脈血二酸化炭素分圧はしだいに上昇し、気腹開始後15～30分でプラトーに達する

これ以降にPaCO<sub>2</sub>が著しく高くなる場合はCO<sub>2</sub>の送気と無関係な原因、または皮下気腫のようなCO<sub>2</sub>送気と関連した原因を探る必要がある

PaCO<sub>2</sub>の上昇は腹腔内圧に依存

## 動脈血二酸化炭素分圧の上昇②



ASA 2ないし3の患者のPaCO<sub>2</sub>と  
Δa-ETCO<sub>2</sub>はASA 1の患者のそれ  
より大きく増加する

重症患者ではPaCO<sub>2</sub>とPETCO<sub>2</sub>の  
相関性が失われる

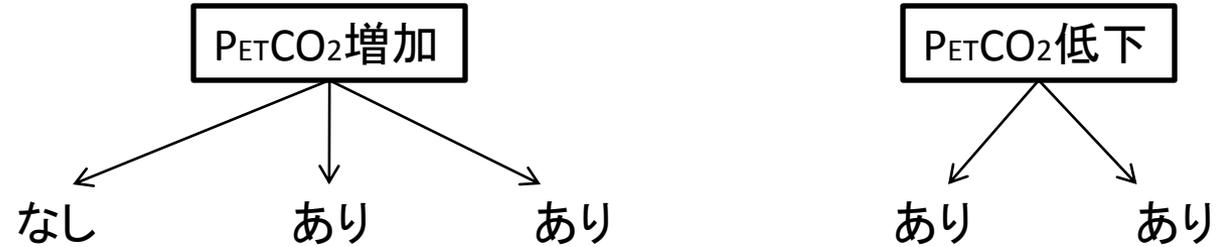
臨床的に高CO<sub>2</sub>血症が疑われる  
場合はPETCO<sub>2</sub>に異常がなくても  
動脈血を採血したほうがよい

# 腹腔鏡下手術でPaCO<sub>2</sub>が増加する原因

- 1) 腹膜腔から血管内へのCO<sub>2</sub>の吸収
- 2) 換気血流不均等: 生理学的死腔の増加  
腹部膨満  
患者体位(傾斜)  
調節換気  
心拍出量の減少  
これらのメカニズムは病的患者で増強される
- 3) 代謝亢進(麻酔が不十分な段階)
- 4) 麻酔薬による換気抑制(自発呼吸下)
- 5) 偶発事故(二酸化炭素皮下気腫、二酸化炭素気胸、二酸化炭素塞栓、気管支挿管など)

# 腹腔鏡下手術の呼吸器合併症の診断

カプノメトリ



パルスオキシメトリ

SpO2低下      変化なし      (SpO2低下)      SpO2低下      SpO2低下

気道内圧

上昇      変化なし      上昇      上昇      変化なし

臨床所見

|           |    |    |       |       |       |
|-----------|----|----|-------|-------|-------|
| A) 換気減少   | あり | なし | あり    | あり    | 心雑音   |
| B) 過共鳴    | なし | なし | あり    | あり    | 低血圧   |
| C) 腫脹と捻髪音 | なし | あり | 可能性あり | 可能性あり | 心電図変化 |

推定診断

気管支挿管

皮下気腫

二酸化炭素気胸

気胸

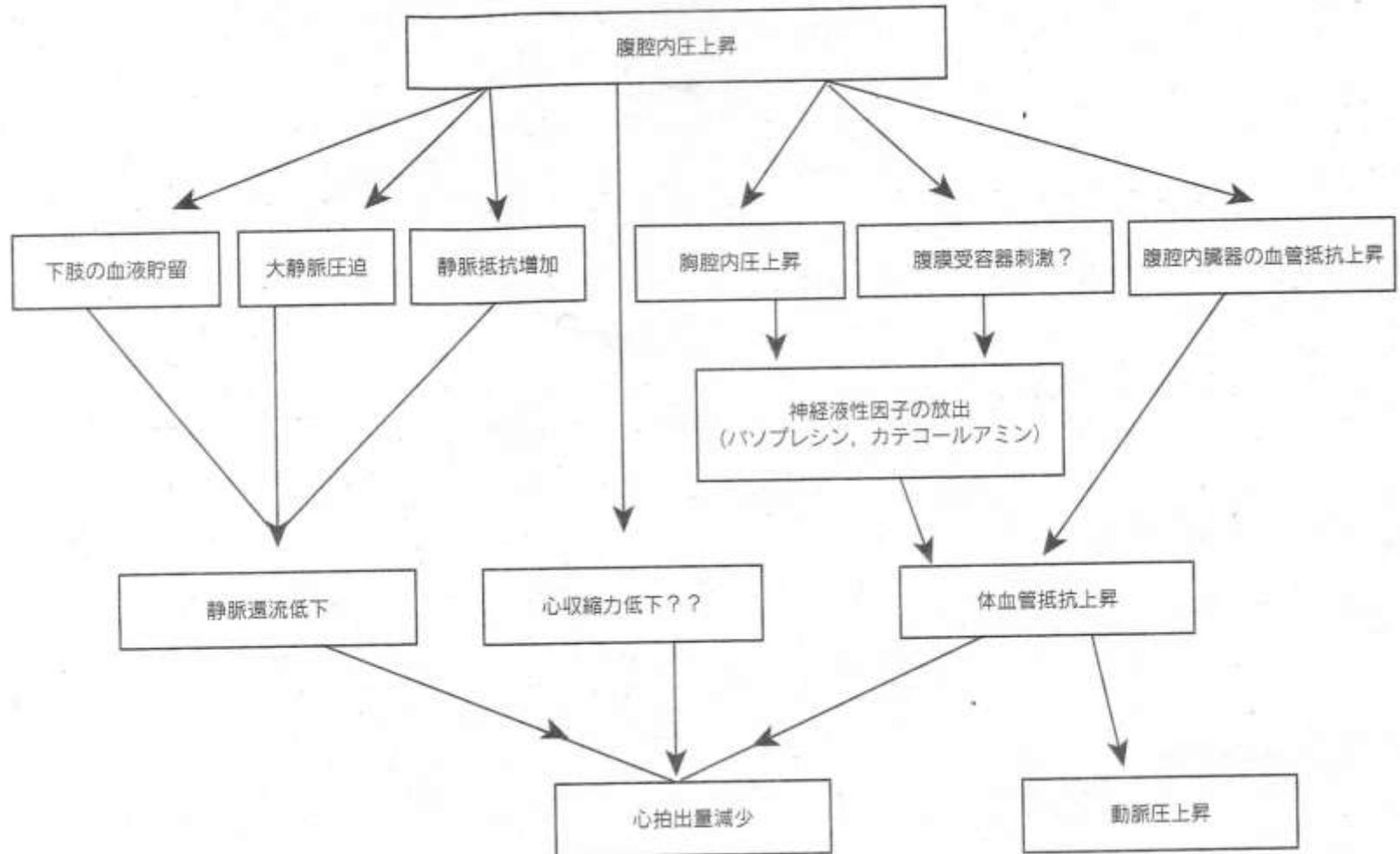
二酸化炭素  
ガス塞栓

# 腹腔鏡下手術の血行動態への影響

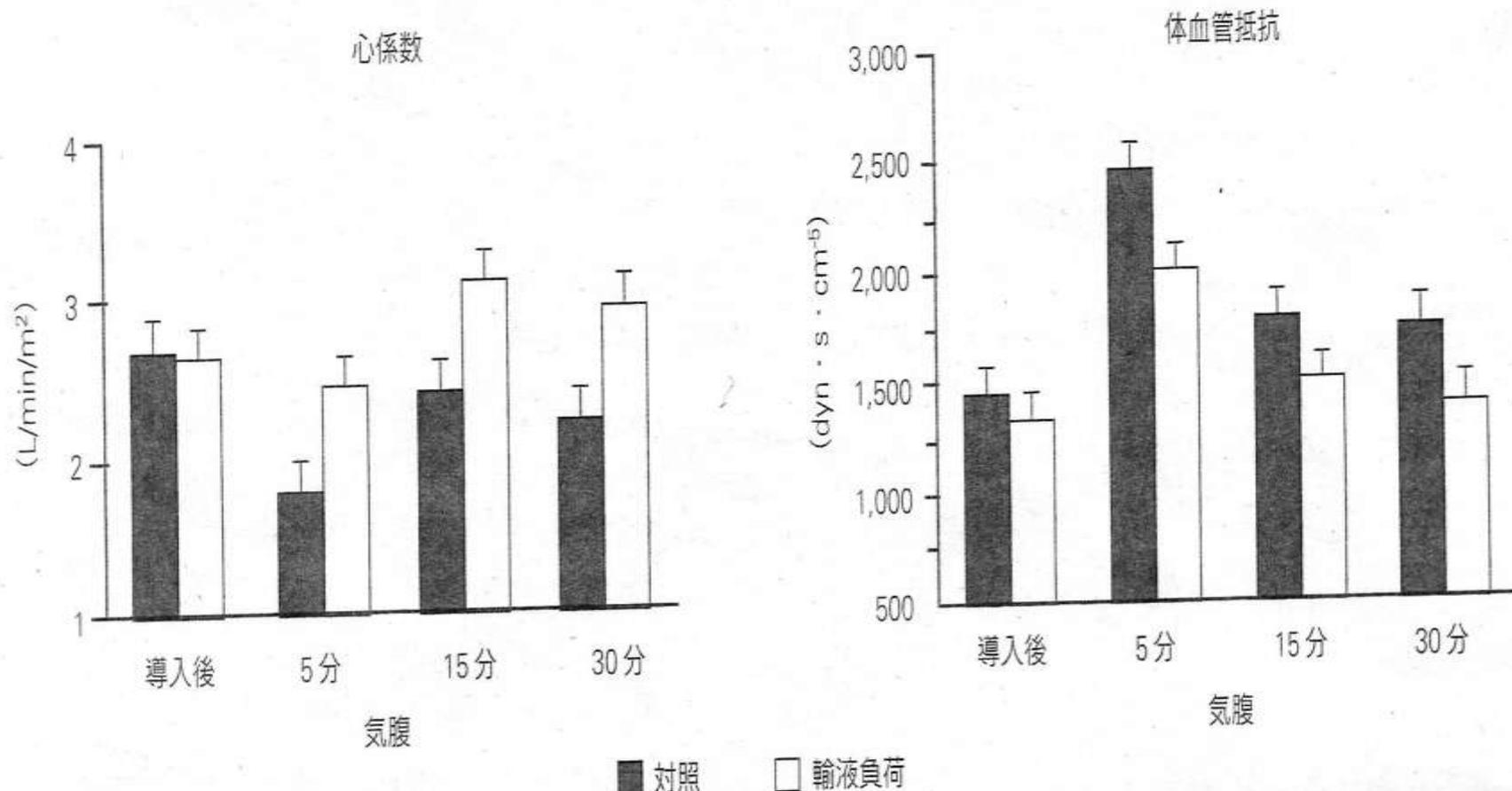
健常患者において10mmHg以上の腹腔内圧は血行動態の有意な変化を起こす

- ・心拍出量の減少
- ・体血圧の上昇
- ・体血管抵抗と肺血管抵抗の増加
- ・心拍数は変化しないかわずかに増加
- ・心拍出量の減少は腹腔内圧の上昇と比例する  
(ほとんどの研究で頭低位であれ頭高位であれ心拍出量の10～30%が減少する)

# 心拍出量減少のメカニズム



# 腹腔鏡下手術の心係数と体血管抵抗の変化



麻酔導入前に乳酸リンゲル液500mlを投与、仰臥位で気腹

# 心疾患患者における血行動態への影響

ASA 3ないし4の患者で術前に肺動脈カテーテルを用いて血行動態を適正化したにもかかわらずSvO<sub>2</sub>は50%の患者で低下した

- 不十分な酸素運搬とともに血行動態が最も重篤に変化したのは術前心拍出量が少なく、中心静脈圧が低く、平均動脈圧が高く、体血管抵抗が高く、すなわち血管内血液量が不足した患者
- 術前輸液は気腹による血行動態の悪化を相殺することが示唆される
- 後負荷の増加は心疾患患者における血行動態変化の最大誘因であり、ニカルジピンは動脈抵抗血管に選択的に働き、静脈還流を減少させない

# 腹腔鏡下手術の利点、問題点

## ① ストレス反応

- ・急性期反応の減少（CRP、IL-6）
- ・代謝反応の減少（高血糖、白血球増加）
- ・腸露出時間の短縮
- ・腹膜切開、手術外傷の縮小

## ② 術後痛

- ・術後痛と鎮痛薬消費量の著しい減少
- ・開腹後では壁側痛、腹腔鏡では内臓痛、横隔膜刺激による肩痙痛
- ・CO<sub>2</sub>気腹ガスの残留は術後疼痛を強める

## ③ 肺機能障害

- ・あまり重度ではなく回復が速い

## ④ 術後悪心・嘔吐

- ・PONVは腹腔鏡下手術後のおもな愁訴の1つ（患者の40～75%）

# 開腹手術と腹腔鏡下手術の比較①

|                    | 開腹          | 腹腔鏡            |
|--------------------|-------------|----------------|
| <b>術中因子</b>        |             |                |
| 血行動態因子             | 手術ストレスによる刺激 | 気腹による抑制 > 手術刺激 |
| 換気変化               | +           | ++             |
| 横隔膜挙上              | +           | ++             |
| 胸腔内圧上昇             | 0           | ++             |
| CO <sub>2</sub> 吸収 | 0           | ++             |
| 調節換気(分時換気量)        | +           | ++             |
| 体位                 | +           | ++             |
| 麻酔薬必要量             | =           | =              |
| 内分泌反応              | ++          | ++             |
| 手術外傷               | ++          | ++             |

0: 因子ではない、=: 差がない、+: 問題が中等度、++: 問題が重度

# 開腹手術と腹腔鏡下手術の比較②

|             | 開腹 | 腹腔鏡 |
|-------------|----|-----|
| <b>術後因子</b> |    |     |
| 疼痛(鎮痛薬必要量)  | ++ | +   |
| 肺機能障害       | ++ | +   |
| 代謝反応と急性期反応  | ++ | +   |
| 術後疲労        | ++ | +   |
| 回復          | ++ | +   |
| 絶食          | ++ | +   |
| 悪心・嘔吐       | +  | ++  |
| 入院期間        | ++ | +   |
| 死亡率         | +  | (+) |
| 合併症発生率      | +  | (+) |

0: 因子ではない、(+): 問題が軽度、+: 問題が中等度、++: 問題が重度

# 腹腔鏡下手術の麻酔管理①

## ①術前評価

- ・脳圧亢進、循環血液量減少、脳室腹膜シャント、腹腔頸静脈シャントの患者には望ましくない
- ・心機能低下患者(重度のうっ血性心不全、弁疾患を有する患者は虚血性心疾患患者よりも心臓合併症を起こしやすい)では術後の利点と術中のリスクのバランスを考慮する
- ・腎疾患患者では気腹中の血行動態を最適にする配慮が必要
- ・呼吸器疾患患者では腹腔鏡下手術は術後呼吸機能障害が少ないが気腹による気胸のリスクや換気血流不均等によるガス交換障害のリスクを考慮する

# 腹腔鏡下手術の麻酔管理②

## ②体位とモニタリング

- ・神経損傷を注意して体位をとる(頭低位の肩用装具による腕神経損傷など)
- ・患者の傾斜は15～20度程度でとどめる
- ・急激な血行動態と呼吸の変化を避ける(傾斜を徐々につけていく)
- ・体位変換後の気管チューブの位置確認
- ・胃内容物の吸引(良好な視野、胃穿孔の回避)
- ・モニタリング(血圧計、心電図、カプノメトリ、パルスオキシメトリ)
- ・重症心疾患患者では経食道エコーが有用(胸腔内圧が上昇するとCVPやPAPの解釈が複雑になる)
- ・心肺疾患患者では観血的血圧測定( $\Delta a\text{-ETCO}_2$ が開大)

# 腹腔鏡下手術の麻酔管理③

## ③麻酔法

- ・気管挿管と調節換気を行う全身麻酔が最も安全な方法(入院患者、長時間手術など)
- ・ $P_{ET}CO_2$ は約35mmHgに保つ(MVの15~25%程度増加させる)
- ・気胸のリスクを減少させる(TVよりRRを増やす)
- ・ニカルジピン、 $\alpha_2$ 作動薬、レミフェンタニルなどは気腹による血行動態変化を軽減させる

## ④覚醒と術後モニタリング

- ・気腹による血行動態変化(特に体血管抵抗の上昇)は気腹の除去後も残存
- ・自発呼吸患者の術後早期の呼吸数と $P_{ET}CO_2$ は開腹手術より腹腔鏡手術後のほうが高い

# まとめ

- ・腹腔鏡下手術後の利点として手術外傷が少ない、痛みが少ない、肺機能障害が少ない、回復が早い、入院期間が短い
- ・気腹中には腹腔からCO<sub>2</sub>が吸収されPaCO<sub>2</sub>は上昇する  
心肺機能の低下はPaCO<sub>2</sub>の上昇を助長する
- ・心疾患患者では血行動態の変化が強くなる  
気腹前に前負荷を最適にし、血管拡張薬を使用する
- ・調節換気と全身麻酔法は腹腔鏡下手術では最も安全な方法である