

## TECHNICAL REPORT

# PRESSURE CONTROL VENTILATION-VOLUME GUARANTEED (PCV-VG)

現代の麻酔用人工呼吸器は、ICUから派生したものも含め、さまざまな換気モードを備えており、重篤な患者に対する複雑な人工呼吸ケアを可能にしています。VCVとPCVは、今日の術中(全身麻酔)で使用される基本的な機械的換気モードを表しており、以下にまとめられています。

### Volume Control Ventilation (VCV)

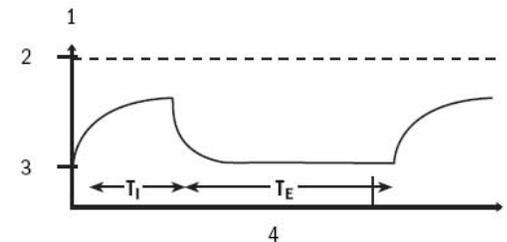
ボリウムコントロール換気(VCV)は、術中における従来の強制換気モードの一つです。VCVでは、プリセットした吸気時間( $T_i$ )中にプリセットした呼吸数と一回換気量(TV)を一定のフローで供給します。

VCVの利点は、一回換気量、分時換気量がコントロールできることです。VCVの懸念は、一定のフローによってピーク圧が高くなり、圧外傷のリスクにさらされる可能性があることです。<sup>1)</sup>

VCV中は、肺内のガス分布が最適化できない場合があります。これは、ガスが充填しにくい肺胞が、吸気時間(吸気相)までに充填しない可能性があり、ガス交換にかかる時間が不足するためです。VCVは、肺疾患や小児にとって理想的な換気モードではない可能性があります。小児の気道は非常に狭く、小児で使用される小口径のETチューブやLMA(laryngeal mask)は、気道抵抗が高くなる可能性があります。一定のフローと高い抵抗の組み合わせにより、非常に高い吸気圧が発生する可能性があります。さらに、カフなしのETチューブはETチューブの周囲でリークを引き起こす可能性があります。

### VCVの主なパラメータ:

- 一回換気量- mlで設定
- 呼吸数(BPM):換気回数
- I:E 比 - 吸気時間( $T_i$ )と呼気時間( $T_e$ )の比の設定
- PEEP - 呼気終末陽圧
- $Tp\% = T_{\text{pause}}$ (ポーズ時間)%
- プレッシャーリミット、Pmax (cmH<sub>2</sub>O)



1. Paw
2. Pmax
3. PEEP
4. Time

### Pressure Control Ventilation (PCV)

プレッシャーコントロール換気(PCV)では、プリセットした吸気時間( $T_i$ )中、プリセットした呼吸数と吸気圧を生成します。吸気時間中、圧力は一定で、フローは漸減します。PCVは、VCVに比べて次のような利点があります<sup>1), 2)</sup>:

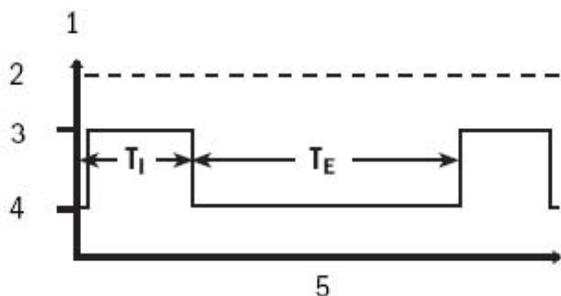
- ピーク気道内圧を低下させる可能性
- 肺内のボリウム分布の改善
- より良い酸素化の改善
- 圧外傷リスクの低減
- 多少の回路リークは補正可能
- あらゆる患者タイプの換気が可能



プレッシャーコントロール換気(PCV)の懸念は、患者の肺・胸郭コンプライアンスの変化に応じて一回換気量が増減し、保証されないことです。PCVを使用する場合は、肺・胸郭コンプライアンスが変化する患者の換気不足や過剰換気を避けるために、临床上は特に注意が必要です。これらの肺・胸郭コンプライアンスの変化は、基礎疾患、手術の体位、サージカルパックまたは開創器等の存在、および弛緩または気腹の程度の変化によって発生する可能性があります。

### PCVのパラメータ:

- P<sub>insp</sub> - cmH<sub>2</sub>O
- 吸気時間 (T<sub>I</sub>) は秒単位で、または I:E 比は吸気から呼気までのサイクル時間を決定します。
- 呼吸数(換気回数/分)は吸気時間の開始を決定します。
- PEEP - cmH<sub>2</sub>O
- P<sub>max</sub> - 最大気道内圧.この時点でアラームを発報し、吸気を終了します。
- Rise Rate(Time)-目標気道圧に到達するまでの時間



- 1. P<sub>aw</sub>
- 2. P<sub>max</sub>
- 3. P<sub>insp</sub>
- 4. PEEP
- 5. Time

PCV-VGは、これら2つのVCVとPCVモードを組み合わせることで、プリセットした吸気時間中に、プリセットした呼吸数(換気回数)で可能な限り低いPIP(最大吸気圧)によって、プリセットした一回換気量(TV)を漸減フローで送達し、換気を向上し容易にすることで、両方のモードの利点を実現可能にします。

## Aisys CS<sup>2</sup>, Carestation 600シリーズ, Carestation 750シリーズ (PCV-VG搭載)

VCVとPCVの臨床的利点を組み合わせた換気モード。

### 動作原理

PCV-VGでは、漸減フローを用い可能な限り低い圧力でプリセットした一回換気量を送達します。患者に送達される最初の換気はVCVです。これは、最初の呼吸のフロー波形(矩形波)と圧波形(shark-fin)で画面に表示されます。

このVCV換気から患者のコンプライアンスが決定され、その後のPCV-VGでの吸気圧レベルが確立されます。PCV-VGは、漸減するフロー波形と矩形の圧波形が特徴です。下のスクリーンショットは、さまざまなフロー波形と圧波形を示しています。黄色のハイライトは気道内圧(回路内圧)を示し、緑のハイライトはフロー波形(流量/流速)を示しています。

### スクリーンショット: AisysCS<sup>2</sup> & Carestation 750



### スクリーンショット Carestation 600



プリセットした一回換気量を送達するために必要な吸気圧を呼吸ごとに調整し、最も低い吸気圧が使用されるようにします。PCV-VGで使用する吸気圧の範囲は、下限で PEEP + 2 cmH<sub>2</sub>O、上限は Pmax より -5 cmH<sub>2</sub>O までです。呼吸間の吸気圧(P<sub>insp</sub>)の変化は最大 ±3 cmH<sub>2</sub>O です。

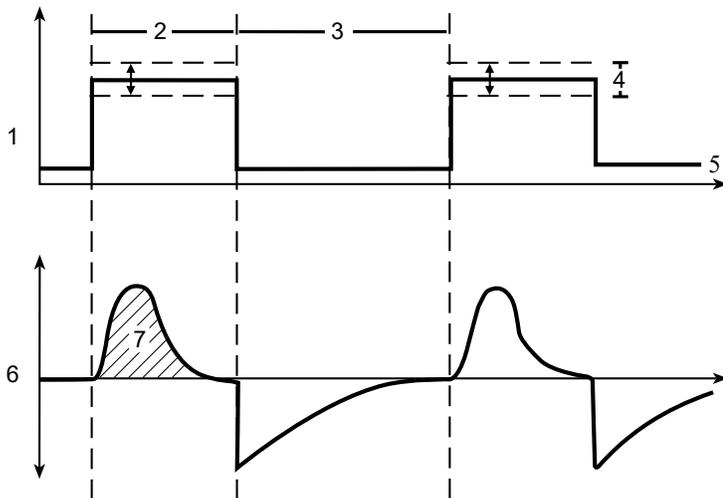
PCV-VG モードでは、PCVの効率性と臨床的利点を備えた呼吸を送達しながら、安定した一回換気量で患者のコンプライアンスの変化を補正します。

PCVと漸減波によるVCV (PCV-VG) はどちらも、VCVと比較して、低い最大吸気圧(PIP)と高い平均気道内圧(MAP)により、酸素化を改善する可能性があります。<sup>3)</sup>

### PCV-VG モード

● 一回換気量 (TV) を ml で設定

- 呼吸数/換気回数 (BPM)
- I:E 比 (吸気時間(TI)と呼気時間(TE)の比)
- PEEP-呼気終末陽圧
- Pmax-最大気道内圧
- Rise Rate(Time)-ライズタイム



### PCV-VGまとめ

1. PCVモード使用時に安定した一回換気量を達成するために必要なコンプライアンスの変化を手動で常に修正することなく、漸減フローパターンで求める一回換気量を患者に送達します。
2. 呼吸中(機械換気中)で最も低い吸気圧、酸素化の改善、および安定した一回換気量の確保によるPCVの利点が得られます。
3. 患者コンプライアンスに即した術中機械換気
  - PCV-VGは、基礎疾患や、腹腔鏡下手術など術前に患者のコンプライアンスが変化すると予想される外科手術に有効です。
4. 呼吸ごとに急激な圧力変化を防ぐ安全機能が組み込まれています。PCV-VGでの吸気圧レベルは呼吸ごとの患者コンプライアンスにより変動しますが、この上限値は Pmax より -5 cm H<sub>2</sub>O (Pmax-5cmH<sub>2</sub>O)としています。例えば、コンプライアンスが極端に低下し、上限値に達成した場合は、回路圧は上限値でリリースされ、一回換気量が達成できなくなり「TV未達成」(プリセットした一回換気量が達成できなかった)というアラームメッセージとアラームが発報されます。PCV-VGでは、圧が優先された場合、換気量は保証されません。

1. Paw 波形
2. Tinsp
3. Texp
4. 目的の一回換気量を達成するための可変吸気圧
5. PEEP
6. フロー波形
7. 一回換気量

### References

- 1) Grundlagen der maschinellen Beatmung, Handbuch für Ärzte und Pflegepersonal, Jörg Rathgeber, Aktiv Druck&Verlag
- 2) Pressure-controlled ventilation improves oxygenation during laparoscopic obesity surgery compared with volume-controlled ventilation by P.Cadi, T. Guenoun, D. Journois, J.-M. Chevallier, J.-L. Diehl and D. Safran: British Journal of Anaesthesia 100 (5): 709-16 (2008)
- 3) Journal of Trauma: Injury and Critical Care, November 1996, Volume 41, Issue 5 pp 808-814 "Comparison of Volume Control and Pressure Control Ventilation: Is Flow Waveform the Difference? Davis, Kenneth Jr. MD, FACS, Branson, Richard D. RRT: Porembka, David T. D.O.

## Built-in PCV-VG mode



Carestation 600 シリーズ  
B650 モニタ搭載例



Carestation 750 シリーズ  
Canvasシリーズモニタ搭載例



エイシス CS<sup>2</sup>  
Canvasシリーズモニタ搭載例

販売名称：Carestation 600シリーズ 医療機器承認番号：22700BZX00422000  
販売名称：エイシス 医療機器承認番号：21900BZX00741000  
販売名称：Carestation 750シリーズ 医療機器承認番号：30200BZX00223000  
販売名称：Tec7気化器セボフルレン 医療機器承認番号：21500BZY00166000  
販売名称：Tec7気化器イソフルレン 医療機器承認番号：21500BZY00167000

販売名称：CARESCAPEベッドサイドモニターシリーズ  
販売名称：Tec800シリーズ気化器 セボフルレン  
販売名称：Tec800シリーズ気化器 イソフルレン  
販売名称：CARESCAPE ベッドサイドモニター Canvas シリーズ  
販売名称：CARESCAPE ONE モニター

医療機器認証番号：231ADBZX00011000  
医療機器承認番号：23000BZX00190000  
医療機器承認番号：23000BZX00189000  
医療機器認証番号：305ADBZX00092000  
医療機器承認番号：231ADBZX00022000

製造販売業者名：GEヘルスケア・ジャパン株式会社

2024 GE HealthCare - 無断複写・転載を禁じます。

GEは商標ライセンスに基づいて使用される General Electric Company の商標です。

GE HealthCare からの事前の書面による許可なしに、いかなる形式でも複製することは禁止されています。この記事で表明されている意見、見解、視点は著者のみのものであり、必ずしも GE HealthCare の意見、見解、視点を反映しているわけではありません。お客様の使用経験および文献に基づく記載です。仕様値として保証するものではありません。

記載内容は、お断りなく変更することがありますのでご了承ください。