

エイシス仕様	
外形寸法	
高さ	1899mm*1
奥行	857mm*1
幅	1372mm*1
重量	168kg
定格電源	100VAC, 50/60HZ, 15A
システム漏れ電流	300μA以下
バックアップ用電源	本体内蔵バッテリーにより通常使用で30分動作(フル充電時)
使用環境	
環境温度	10℃～40℃
環境湿度(結露無し条件下)	相対湿度15%～95%
標高	-440m～3565m
ベンチレータ操作 / 表示	
表示言語	日本語
自己診断/セルフチェック	自動セルフチェック機能および自己診断機能内蔵 *気化器のチェックを含む
フローメータ（電子式ガスミキサー）	
流量設定の表示	酸素濃度設定またはフローの設定が可能
酸素流量計表示	グラフィック
笑気流量計表示	グラフィック(O ₂ /N ₂ Oの切り替え)
空気流量計表示	グラフィック(O ₂ /N ₂ Oの切り替え)
ガス供給および安全機能	
許容入力ガス圧	240kPa～700kPa
酸素供給アラーム	193kPa～221kPaで10秒毎にアラーム
酸素フラッシュ	35L/分以上
低酸素濃度防止機能	電子制御
O ₂ バックアップ機能	O ₂ /バックアップ制御により酸素流量を確保 500mL～10L/min(酸素流量計;フルスケールで±5%)
呼吸回路	
カニスタ容量	950mL
APL/バルブレンジ	0～70cmH ₂ O
呼吸回路コンプライアンス	
手動換気時	1.82mL/cmH ₂ O
機械換気時	呼吸回路を含むシステムコンプライアンスの 圧縮容量(損失量)を補償
回路内容量	2,730mL * 1,215mL(バッグモード時)
ベンチレータ部	
換気モード*2	ボリュームコントロール、プレッシャーコントロール、PCV-VG、SIMV/PSV、SIMV-PC、PSVPro
一回換気量設定範囲	20mL～1500mL
吸気圧設定範囲	5～60cmH ₂ O
換気回数設定範囲	4～100回/分(ボリューム/プレッシャーコントロール時) *SIMV時は2～60回/分
I:E 比設定範囲	2:1～1:8
プレッシャーサポート圧	OFF(CPAP)、2～40cmH ₂ O
PEEP設定範囲	電子制御により、OFF、4～30 cmH ₂ O
電子制御気化器	
カセット名称	アラジン2カセット、アラジンカセット
濃度設定範囲	セボフルラン (Of、0.2から8%) イソフルラン (Of、0.2～5%) *分解能0.1%
精度	1L～10L/min(室温8～25℃)で、 設定値±10%または±0.2%v/vのうち値が大きい方

GE 横河メディカルシステム
www.gehealthcare.co.jp



注入方式	イージフィル *注入スピード2mL/s
容量	220mL/250mL
薬液過注入防止機能	カセット内に内蔵
薬液誤注入防止機能	イージフィル、キーファイラーにて対応
モニタリング精度	
換気量	210mL以下 ±9% 210mL以上 60mL以上の一回換気量で±18mL以内 60mL以上 10mL以内
回路内圧	±5% または±2cmH ₂ Oのうち大きい方
アラーム	
一回換気量(Vte)	下限 : OFF, 0～1500mL 上限 : 20～1600mL, OFF
分時換気量(VE)	下限 : OFF, 0～10L/min 上限 : 0～30L/min, OFF
吸気酸素濃度(FiO ₂)	下限 : 18～100% 上限 : 19～100%, OFF
無呼吸アラーム(アプニア)	換気量5mL以下が30秒持続した場合
低回路内圧	4cmH ₂ O (PEEPレベル以上)
アラーム消音	0～120秒(カウントダウンタイマー付き)
その他	
タイマー機能	ダイレクトスイッチによる積算計を装備
酸素流量計	本体とは独立した酸素流量計を標準装備
サブリングガスタン機能	ガスモジュールからの排出ガスを回路内に戻す

- *1 記載した寸法は操作パネルを最大値に伸ばし、モニタを搭載した寸法と重量です
最小値は幅760x奥行760x高さ1360mm、重量135kgとなります
- *2 PCV-VG、SIMV/PSV、SIMV-PC、PSVProはボリュームコントロール、プレッシャーコントロール、患者自発呼吸の同期、患者自発呼吸のサポートそれぞれ複数の組合せにより実現

標準構成品	
●エイシス麻酔器本体	●耐圧ホース各1本(酸素、笑気、空気)
●アラジン2カセットx2台	●余剰ガスホース

北海道リージョン	〒063-0801 札幌市西区二十四軒 1-3-2-12 TEL 011-613-2851 FAX 011-613-2870
東北リージョン	〒981-3133 仙台市泉区泉中央 2-26-17 TEL 022-776-1331 FAX 022-776-6066
関東リージョン / 東京リージョン	〒113-0021 東京都文京区本駒込 2-28-10 文京グリーンコートイーストウィング 3F TEL 03-5319-7331 FAX 03-3945-3763
中部リージョン (長野)	〒390-0831 松本市井川城 3-10-6 TEL 0263-24-2857 FAX 0263-24-2858
中部リージョン	〒465-0051 名古屋市名東区社ヶ丘 1-802 TEL 052-702-3601 FAX 052-702-3603
関西リージョン	〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 5-7-10 TEL 06-6369-1123 FAX 06-6369-1124
中四国リージョン	〒731-0113 広島市安佐南区西原 8-38-29-3 TEL 082-874-8156 FAX 082-875-7809
九州リージョン	〒811-1311 福岡市南区横手 1-12-48 TEL 092-593-2733 FAX 092-593-2753
平和島テクニカルセンター	〒143-0006 東京都大田区平和島 6-1-1 TRC A 棟 AE4-8 TEL 03-5763-6850 FAX 03-5763-6852

販売名：エイシス
医療機器承認番号：21900BZX00741000
販売名：S/S 患者モニター
医療機器承認番号：21300BZY00457000
販売名：ユニフィルター
医療機器承認番号：21500BZY00201000

製造販売業者名：ジーイー横河メディカルシステム株式会社

掲載されている画像は日本仕様と異なります。
また、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。
Bulletin N1E1 7L-D1(KM)

GE Healthcare

エイシス

見て、触れて、体感してください
デジタルだからできること…
デジタルにしかできないこと…
それは、コストとデータ管理



*日本仕様とは異なります

麻酔における換気量保証式プレッシャーコントロール換気 (PCV-VG) の紹介

The best of both worlds...

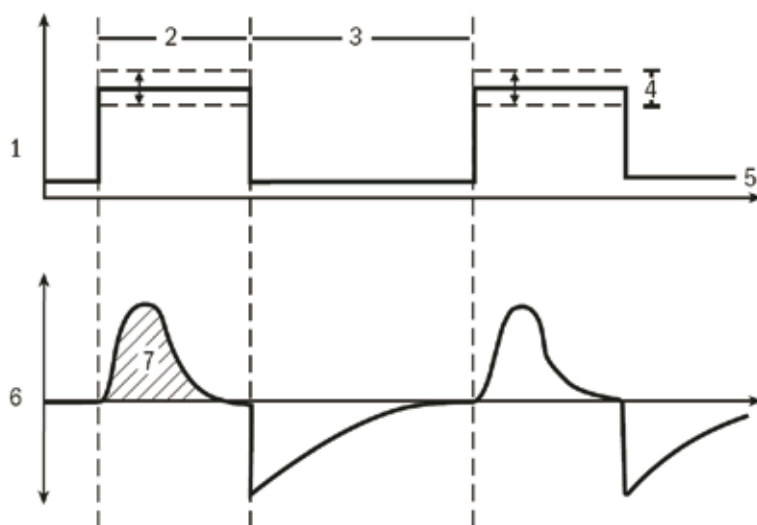
換気量の保証されたプレッシャーコントロール換気の利点

PCV-VG モードであらゆる換気モードが1つで？

肺のコンプライアンスは一回の換気毎に変化します。^{*1,2} 腹腔鏡手術やトレンデレンブルグ体位における手術では特にそうです。プレッシャーコントロール換気は、ガス交換の時間を延長し Baurotrauma（人工呼吸陽圧による気道や肺の損傷）を予防する利点がある一方で、肺コンプライアンスの変化により一回換気量が変化してしまいます。PCV-VG ではプレッシャーコントロール換気モードでありながら一回換気量も一定であるという利点があります。つまり固定具、体位、手術手技や筋弛緩によるコンプライアンスの変化があっても一回換気量を一定に保つことができます。



PCV-VG では一回換気量が設定されると 7900 SmartVent は一定の圧でフローを変化させ、一回換気量を供給します。ベンチレータは呼吸毎に変化する一回換気量に応じ吸気圧をコントロールし、その時の最も低い圧で一回換気量を保つことができます。

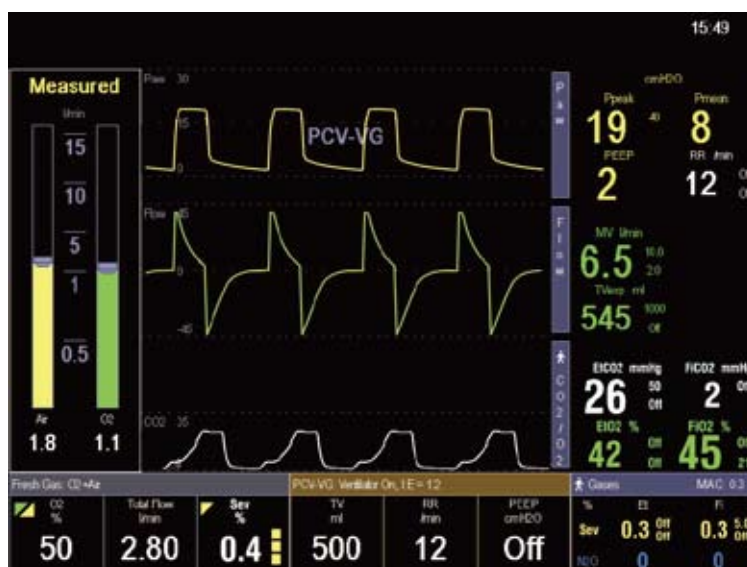


1. 気道内圧波形
2. 吸気時間
3. 呼気時間
4. 設定された一回換気量を保つための圧の変化
5. PEEP
6. フロー波形
7. 一回換気量

7900 SmartVent は優れた人工呼吸を実現することができ、重症患者の周術期管理における人工呼吸器業界のスタンダードとなっています。7900 SmartVent は新生児から成人までの全ての患者層に使用することができます。

References

- *1. P. T. Chuui FANZCA, T. Gin MD (Otago)
FRCA FANCA, T. E. Oh (Qld) FRCP FRACP FANCA.
"Anaesthesia for Laparoscopic General Surgery"
ANESTHESIA & INTENSIVE CARE 1993
- *2. Ninh T. Nguyen, MD, FACS; Bruce M. Wolfe, MD, FACS
"The Physiological Effects of pneumoperitoneum
in the morbidly Obese; Effects of increased
Intraabdominal Pressure During Pneumoperitoneum"
Ann Surg. 2005; 241 (2): 219-226



GE 横河メディカルシステム
www.gehealthcare.co.jp



GE imagination at work

監訳：横浜市立大学附属病院麻酔科教授 後藤隆久、准教授 宮下徹也

販売名：エイシス 医療機器承認番号：219008ZX00741000
製造販売業者名：ジーイー横河メディカルシステム株式会社
東京都日野市旭が丘 4-7-127

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。
Bulletin N1F2 7L-C1(KM)



電子制御のミキサーと気化器



呼吸回路システム (ABS)



麻酔ガス使用量



エイシスは麻酔中のコストとデータ管理をサポートします

システムボリユームの最小化、ミキサーの電子化、気化器の電子制御化などによって、早く正確なフレッシュガスや吸入麻酔薬の濃度コントロールが可能となり、吸入麻酔薬やフレッシュガスの消費量を必要最小限とすることで、そのコストがセーブできます

システムボリユームの最小化

エスパイアやアバンスケアステーションで採用している呼吸回路システム (ABS) は、ケーブルやチューブ類などを一切使用せずにシステムボリユームを 2.7L (器械換気時) に抑えました。エクセルシリーズのシステムボリユームに比べ容積比を 50% 以下にすることで、スタンダード化されつつある低流量麻酔に対応し、麻酔ガスや吸入麻酔薬の使用量と麻酔時間をセーブします。また、ディスポーザブルアブソーバの採用や、オートクレーブ滅菌対応の呼吸システムにより感染症対策に十分対応できます

ミキサーの電子制御化

酸素 / 笑気 / 空気ガスのミキシングを電子制御でコントロール、たとえばダイナミックにガス流量が変化したとしてもフレッシュガスの濃度 (混合比) を維持します。ミキシングされたフレッシュガスの流量は、常に Dual flow sensing によって 200ms 毎にチェックされ、フレッシュガスの設定に対する測定濃度の精度を高めています。また、バックアップ O₂ 制御により偶発的なミキサーの故障時においても、酸素によりフレッシュガスが流せます

気化器の電子制御化

自動車業界では燃焼効率の最適化により燃費を改善するため、多くの車で電子制御燃料噴射方式が採用されていますが、麻酔器の気化器の多くはいまだにアナログ方式です。気化器も車と同様にフレッシュガスと吸入麻酔薬との気化効率を電子制御によって最適化することにより、無駄なフレッシュガスや吸入麻酔剤の消費を抑えることができます。エイシスに搭載された電子制御気化器は、設定されたフレッシュガスの流量に合わせて最適な吸入麻酔薬量をコントロールし、麻酔ガス濃度はアナログ方式に比べ、広い範囲でのフレッシュガス流量において出力濃度の精度を維持します

麻酔ガス使用量の測定

エイシスは、診療保険算定に必要なフレッシュガス (酸素 / 笑気 / 空気) と吸入麻酔薬の使用量を過去 3 例までさかのぼり自動計算して表示するので、手計算に比べより正確な使用量が把握できます。また、麻酔中にリアルタイムで使用量が表示されるのでコスト意識の改善や誤請求の防止などに有用です

始業点検時間と消耗品の削減

オプションのガスモジュールを使用することで、始業点検時に必要とする酸素センサの校正が不要となります。また、消耗品である酸素センサの交換も不要となるので、校正に必要な時間と、酸素センサの交換コストが削減できます



360° 自在にアレンジ可能な *INview Patient Display*

操作パネルは上下、左右、360°回転できるので
刻々と変化する麻酔中の動線に合わせ
最適なポジションに固定できます
また、患者モニタとの組み合わせにより
麻酔器から遠ざからなければならない状況においても
常に最適なポジションで麻酔器のコントロールと
モニタリングが可能です

*掲載されている画像は日本仕様とは異なります

エイシスの充実した機能と操作性を体感してください

あると便利な充実したモニタリング機能

1. 自発呼吸の出現を気道内圧波形上でリアルタイムにモニタできるので、自発呼吸の出現による麻酔中の呼吸管理に素早く対応できます
2. 実測された気道内圧をリアルタイムで、デジタル気道内圧ゲージによりモニタできます。数値や波形上からはわかり難かった気道内圧が、従来と同様にアナログと同じ形でモニタできます
3. 麻酔ガス (O₂, N₂O, EtCO₂, MAC, SpI₂ 以外)、代謝 (VO₂, VCO₂) など、各種パラメータの測定が可能な Datex-Ohmeda のコンパクトガスモジュールがエイシス本体に内蔵できます。麻酔中に必要な、測定パラメータを3つのモジュールから選択できます (E-CaiO / E-CaiOV / E-CaiOVX)



麻酔ケアステーションとして

S/S 麻酔モニターやガスモジュールとの一体化により、麻酔ケアステーションとして機能します。また、局所麻酔などに必要な酸素流量計、ジャクソンリース回路などに必要な専用のフレッシュガスアウトレットの標準装備*や、オプションのモニターマウントキット、ケーブルマネジメントホルダなどにより局所麻酔から高度な全身麻酔に至るまで広く対応ができ、小スペースで機能的な麻酔ワーキングスペースの確保ができます

*フレッシュガスアウトレット (ACGO) の標準装備

エイシスに従来の気化器は不要です

吸入麻酔薬の濃度コントロールは、エイシス本体に内蔵された電子制御による気化システムによってコントロールしています。従って、従来の気化器は不要となり、吸入麻酔薬を充填するためのカセット (アラジン2カセット) を本体に挿入するだけです。気化器をカセット化することにより、従来の気化器と比べ低価格でメンテナンスやオーバーホールの必要がないため気化器に関するコストを削減できます。Tec7 気化器でも採用されているイーゼフィルシステムにより、従来型のキーフィルタータイプに比べ、気化器への麻酔剤の注入がより早く確実に行えます。



*キーフィルタータイプもご用意しております

CIS-OR 周術期患者情報管理システム

CIS-OR は手術中に必要なすべての情報を一元的に集約し、現場の作業と流れに沿って表示・記録・管理することを目的としており、院内の情報システムとの連携が可能な自動麻酔記録装置です

業務の効率化を推進します

「記録業務」の効率化が図れます。全ての「医療行為」は共有情報として麻酔台帳への抽出や HIS (電子カルテ、オーダリング) と連携し、システム間のデータとして共有されます

安全・リスク対策に貢献します

プロセスナビゲーション機能 (CIS-ORシステム) により、術式にそって行われる麻酔処置を確実に記録します。麻酔プロセスを明示することにより、安全性の高い麻酔管理が行えます

診療報酬・使用材料の請求漏れを防ぎます

「CIS-ORシステム」(麻酔記録) と HIS (電子カルテ、オーダリング) の連動により、症例ごとの使用薬剤の自動集計や麻酔加算情報の自動抽出によるコスト情報のチェック漏れが防げます

エイシスは自動麻酔記録装置へオンラインで各種のデータを送ることが可能です。フレッシュガス (酸素 / 笑気 / 空気) の使用量、揮発性吸入麻酔薬の使用量、人工呼吸器の設定条件などオンラインにて出力します

*掲載されている画像は日本仕様とは異なります

高度な呼吸管理ができる呼吸モードを搭載

ICU ベンチレータで採用されている PCV-VG モードを搭載、また、SIMV-PC、PSVPro モードなど、エイシスは麻酔中で必要とされる高度な呼吸管理においても対応可能な麻酔用ベンチレータです

エイシスには以下のモードが標準装備されています

- ♥ ボリュームコントロール
- ♥ プレッシャーコントロール
- ♥ PCV-VG
- ♥ SIMV/PSV
- ♥ SIMV-PC
- ♥ PSVPro

より良い人工呼吸をめざして

従量式換気 (VCV)、従圧式換気 (PCV)をはじめ、従圧式換気 (PCV) でありながら、一回換気量を保証する PCV-VG モードを全モデルに標準装備、自発呼吸を生かした麻酔中の呼吸管理には、SIMV/PSV、SIMV-PC や PSVPro (無呼吸時のバックアップ換気機能付き)、CPAP に対応できます。また、人工心肺中の呼気管理に有用な VCV- 人工心肺 (VCV-CB) により、従圧式換気 (PCV) 下において不要なアラームを OFF にすることが可能です

PCV-VG モード

従圧式換気 (PCV) 下では、手術中の肺コンプライアンスの変化により一回換気量が変化してしまいますが、PCV-VG では従圧式換気 (PCV) でありながら、一回換気量も一定に保つことができます。PCV-VG は従圧式換気 (PCV) と従量式換気 (VCV) の両方の利点を合わせ持ったモードです。新生児から成人までの全ての患者層に応じて使用することができ、重症患者の周術期においても優れた能力を発揮します *1

*1 クリニカルペーパーの「麻酔における換気量補償式プレッシャーコントロール換気」を参照ください

SIMV-PC モード

従圧式換気 (PCV) 下では、自発呼吸を残しながら、あるいは自発呼吸が出現し始めた場合において、人工呼吸器に患者さんの自発呼吸を合わせることはできません。SIMV-PC では、患者さんの自発呼吸に合わせて従圧式換気 (PCV) ができますので、自発呼吸を残した全身麻酔中の呼吸管理やファイティングの予防として有効です

PSVPro モード

SIMV モードでは、強制換気中の送気時間が固定されるため、患者さんの呼吸にうまく同調しない場合や、逆に呼吸仕事量が増大する場合があります。この呼吸仕事量を軽減することを目的としたのがプレッシャーサポートベンチレーション (PSV) です

GE 社の PSVPro モードは、この PSV にバックアップ機能を加え、たとえ無呼吸になり PSV が働かない場合でも、PCV や SIMV によってバックアップ換気を行います。また、このモードでは麻酔専用開発されたターミネーションクライテリアの設定ができますので、リークの発生が生じやすい、ラリングルマスク (LMA) や、カフなし気管チューブを使って行う全身麻酔中の適切な呼吸管理が可能です

*掲載されている画像は日本仕様とは異なります



PCV-VG



SIMV-PC

Service

GE サービスが3つの安心により
医療機器安全管理責任者様をフルサポート

- 安心1 品質、安全性を維持します
- 安心2 最適な定期点検プログラムをご提供します
- 安心3 コストセーブ
機器管理費用の予算計画にお役立てください



GE Healthcare が提供するサポート体制

- 医療機器安全管理責任者様の業務、
装置の安全管理をサポートいたします
- ・装置の保守点検に関する計画書を作成し、
保守点検を適切に実施します
 - ・修理実績等のレポート提出を行います
 - ・弊社装置の使用上の安全に関する説明を行います
(年1回対応可能 弊社装置のみの対応)
 - ・弊社装置の安全使用の為の情報、改善の方策をご提供いたします

定期保守点検契約 (各種保守契約プランをラインナップ)

- ご使用の機器への保守管理に対するご要望とご予算を、弊社サービスエンジニアへお知らせください
ご満足頂ける定期保守管理プランをご提供させていただきます

医療機器安全管理責任者について

病院等の管理者は、法第6条の10及び規則第1条の11第2項第3号イに規定する医療機器の安全使用のための責任者（以下「医療機器安全管理責任者」という）を配置すること

※医政指発第0330001号_医政研発第0330018号より抜粋

医療機器安全管理責任者の業務について

4. 業務

医療機器安全管理責任者は、病院等の管理者の指示の下に、次に掲げる業務を行うものとする。なお、病院及び患者を入院させるための施設を有する診療所においては、安全管理委員会との連携の下、実施体制を確保すること

- (1) 従業者に対する医療機器の安全使用の為の研修の実施。
- (2) 医療機器の保守点検に関する計画の策定及び保守点検の適切な実施
- (3) 医療機器の安全使用の為に必要となる情報の収集その他の医療機器の安全使用を目的とした改善のための方策の実施

※医政指発第0330001号_医政研発第0330018号より抜粋

*掲載されている画像は日本仕様とは異なります

低流量麻酔における SmartVent の有用性

臨床医学は常に進歩しています。

麻酔領域においてはこの数年の間にフレッシュガス流量について大きな進歩がみられます。

かつては笑気と酸素を混合し 3 ~ 4L/分が用いられていましたが、今日ではフレッシュガス流量は大幅に減少し、一般的に 2L/分以下、場合によっては 1 L/分以下で管理されるようになりました。

高流量、低流量または極低流量麻酔の定義は様々ですが、次のようにフレッシュガス流量と分時換気量の関係は常に考慮する必要があります。

高流量麻酔

フレッシュガス流量を分時換気量より多く使用

低流量麻酔

フレッシュガス流量を分時換気量より少なく、一回換気量よりは多く使用

極低流量麻酔

フレッシュガス流量を一回換気量より少なく使用

通常の麻酔器では、フレッシュガスを分時換気量や一回換気量に比較して減らしていくと、麻酔回路内のガスの動きに変化がみられます。SmartVent を搭載した麻酔器は、以下の理由で低流量や極低流量麻酔に適しています。

1. 低流量や極低流量麻酔でも 吸入麻酔薬の濃度変化が素早く変化します。

高流量麻酔では呼気の再呼吸がほとんど起こらないので、麻酔回路は非再呼吸型回路として機能します。低流量や極低流量麻酔では、呼気ガスの再呼吸が起こります。再呼吸の量はフレッシュガス流量と一回換気量の比率に反比例します。

吸入麻酔薬の混ざったフレッシュガスが呼吸回路に入る供給口の位置は、揮発性麻酔薬の気化器のダイヤルを回してから回路内の麻酔薬濃度に反映されるまでの時間に大きな影響を及ぼします。

理想的には、吸気一回ごとに、一回換気量分のガスが設定濃度の吸入麻酔薬を含んでいるように、フレッシュガス供給口の位置を決めるべきです。

例えば一回換気量が 800cc の時、理想的には設定された吸入麻酔薬濃度のフレッシュガスが吸気一回ごとに 800cc ずつ供給されればよいのです。このためには、麻酔回路内におけるフレッシュガスの供給口の位置を工夫しなければなりません。例えば Y ピースの位置でフレッシュガスを直接供給すれば、フレッシュガスの流速は患者の吸気の最大流速に等しくなければなりませんし、フレッシュガスの量は一回換気量に等しくなければなりません。このためには、著しく高流量のフレッシュガスを流さなければならなりません。流速をできるだけ速くしながら設定された吸入麻酔薬濃度を含む一回換気量のガスを供給するためには、リザーバを回路にいれることが必要になります。フレッシュガスの供給口を吸入側の一方弁の位置に装着することにより、フレッシュガスが呼気中に流れる分も含めて全て次の吸気に用いられます。したがって、フレッシュガス供給口をこの位置にもってこることが理想的といえます。供給口をさらに遠位にすると（例えば二酸化炭素吸着剤（ソーダライム）より患者から離したり、呼気側につけたりすると）、吸入麻酔薬の濃度変化はかえって遅くなってしまいます。フレッシュガスの流量を減少させればさらに遅くなります。



2. 気管挿管をして全身麻酔と人工呼吸をした場合、声門レベルでの生理的 PEEP が失われます。特に小児ではその影響が大きくなります。

近年の麻酔器ではいくつかの部位により 2 ~ 3cmH₂O の PEEP をかけるようになっています。呼気弁で約 0.5cmH₂O、ペローズで約 1.5cmH₂O、それとフレッシュガスの分で PEEP が掛かります。呼気弁による PEEP は一定ですが、ペローズはベンチレータ使用時にのみ PEEP を発生します。またバッグ / ベンチレータのスイッチをバッグにすればペローズの影響はなくなります。

フレッシュガスを増やせば PEEP は増えますが、高流量でも PEEP は通常 2 ~ 3cmH₂O に抑えられるようになっています。

この麻酔器による PEEP をかけることには、下に述べる人工呼吸中の呼吸機能の変化に対する対応という意味があります。

1. 人工呼吸中の機能的残気量の変化
2. 気管挿管中の小児や幼児の喉頭における反射による PEEP の消失
3. 人工呼吸中の呼気終末容量の低下

人工呼吸中に 30% ほど機能的残気量が低下することは、よく知られています。この影響は、新生児や小さな幼児で特に大きく、これらの子供では麻酔導入後、すぐに動脈血酸素飽和度が下がりますし、ちょっとした無呼吸にも耐えられません。

人工呼吸中に機能的残気量が低下してクロージングボリュームを下回ることがあり、この場合、無気肺を生じやすくなります。これは上記と同様、新生児や小さな幼児で問題となることがしばしばです。

新生児や小さな幼児では、喉頭閉鎖反射により、呼気中に声帯間がせばめられて呼気にブレーキがかかり、PEEP が発生します。この PEEP は空気が完全に肺から吐き出されてしまうのを防ぎ、機能的残気量や呼気終末容量を維持します。この喉頭における PEEP は年齢に応じて減少しますが、新生児や小さな幼児では非常に重要な意味を持っています。

3. 正確な吸入麻酔薬の濃度を維持しつつフレッシュガスフローの変化に対応した換気量補償

吸気時には呼気弁が完全に閉じているので、実際に患者の肺に入る一回換気量は、フレッシュガス流量とペローズが押し出すガス量の両者を足したものとなります。換気量補償がない麻酔器では、一回換気量の設定を変更していないにもかかわらず、フレッシュガスフローの流量変化に応じて一回換気量が変化してしまうことを経験しているでしょう。

Smartvent では、このような問題を解決するため、吸気間のフレッシュガス流量に応じてペローズの動きを調節することで、一回換気量を一定にします。この機能により、フレッシュガスフローが変化したときでも一回換気量を正確に保ちます。

またこの機能のおかげで、フレッシュガスの供給口を呼吸回路上の吸気弁付近におくことができるようになりました。これにより、吸気一回ごとにフレッシュガスが吸気に入るため、吸入麻酔薬濃度を気化器の設定により近づけることができるようになりました。



電子制御による安定した PEEP の臨床上的利点



手術中に強制換気や補助換気を行う上で、肺胞を拡張する方法として PEEP を使用することがあります。これは肺胞リクルートメント戦略の一環として、あるいは各麻酔科医の好みで行われます。GE の SmartVent を搭載した麻酔器はこれから述べる適正な PEEP を可能にします。

1. 電子制御による安定した PEEP を付加します

SmartVent はベンチレータの流量制御弁により PEEP を電子的に制御しているため、幅広いレンジにおけるフレッシュガス流量で安定した PEEP を付加することができます。

興味深い事として PEEP を低流量もしくは極低流量のフレッシュガスで可能にしていることです。呼気抵抗を利用した PEEP のメカニズムではフレッシュガスを減少させれば PEEP も減少してしまいます。幅広い範囲のフレッシュガス流量で正確な PEEP を得るには、PEEP を電子的に制御することが必要です。呼気ガスは PEEP を付加するために制限されます。その不足した分の呼気ガスは PEEP レベルを維持するためにベローズでコントロールされます。

近年、麻酔中の無気肺や無気肺形成についての研究が進んでいます。小児では年齢が低くなるにつれ、声門の閉鎖は末梢気道からの空気の呼出による気道閉塞を防ぐのに不可欠になります。また乳児では麻酔中の機能的残気量はクロージングボリュームより少ないことが知られています。精度の高い PEEP により無気肺を防ぐことができ、また肺胞のリクルートメント手技後に起こる肺胞の虚脱を予防できます。

PEEP を付加することで、毎回の吸気-呼気サイクルを圧容量曲線の下変曲点の間におさめることができます。PEEP を安定して下の変曲点より高く保つことは容易です。このための PEEP のレベルは 5 ~ 7cmH₂O と設定されることが多く、より正確な制御が必要になります。

GE 横河メディカルシステム

www.gehealthcare.co.jp



GE imagination at work

2. Negative End-Expiratory Pressure (NEEP、呼気終末陰圧) の防止

SmartVent の基本設計では直立式ベローズ (スタンディングベローズ) を採用しているため、十分なガスがベローズに返ってきたときにのみベローズは膨らみます。回路内ガスの量が不十分だとベローズが膨らまず、ベンチレータはベローズを動かすことができなくなるため、NEEP は発生しません。

NEEP が発生すると、手術室の空気が麻酔回路内に吸引されるため、吸入麻酔薬濃度や FiO₂ が低下します。また NEEP に繰り返しさらされると、陰圧性肺水腫になることがあります。

監訳：横浜市立大学附属病院麻酔科教授 後藤隆久、准教授 宮下徹也

販売名：エイシス 医療機器承認番号：21900BZX00741000
販売名：アバンス ケアステーション 医療機器承認番号：21600BZY00044000
販売名：エスティバ 7900 医療機器承認番号：21000BZY00595000
製造販売業者名：ジーイー横河メディカルシステム株式会社
東京都日野市旭が丘 4-7-127

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。
Bulletin N1F3 7L-C1(KM)

ユーザーレポート

GE 製フルデジタル麻酔器エイシス

フルデジタルなのに
違和感がなくスツと使える麻酔器

関西ろうさい病院 麻酔科部長
上山博史



はじめに

麻酔科の規模

関西ろうさい病院は

大阪と神戸の間に位置する 680 床の病院であり、手術室は 9 室。

麻酔科医は 10 名であり、年間麻酔科管理数は約 4,000 件の病院です。

違和感なくスツと使える

私たちの施設では、9 台ある麻酔器すべてを更新しました。

私たちが麻酔器を選定していた当時(2007年)、新発売のエイシスを使っている病院はほとんどなく、評判がわからなかったため、試用して使い勝手を判断するしかありませんでした。以前の勤務先で使っていたエスティバも選択肢の一つでしたが、どうせ買い換えるなら新製品ということで思い切ってエイシスを選定しました。

私たちがエイシスを選定の最大の理由は、違和感なくスツと使えたことです。

予算を少しオーバーしましたが、今では正しい選択だったと満足しています。麻酔器自体が優れているのはもちろんですが、電子カルテと自動麻酔記録装置の導入を近々予定しているので、フルデジタル化したエイシスから得られる麻酔薬濃度やフレッシュガスの流量、酸素濃度のデジタルデータを自動麻酔記録装置に出力できる点も魅力でした。



デジタル化で使いやすくなり より安全な麻酔器になっている

これまでの麻酔器では、流量計のノブを回して酸素、笑気、空気の流量を設定しました。でも、エイシスには流量計がありません。

フレッシュガス、揮発性麻酔薬の濃度はすべてディスプレイ上のデジタル表示をダイヤルを回して調節します。この調節の仕方には一工夫があって、酸素や笑気、空気の流量を設定するのではなく、総流量と酸素濃度をかえることにより酸素、笑気、空気の流量を調節します。

最初は、慣れ親しんできた流量計はあった方がいいかなとも思ったのですが、このデジタル流量計は実際に使ってみると操作が非常に簡単で、今日では、従来の麻酔器で流量計のノブを回すと、もどかしく感じるほどです。良い例えではありませんが、昔のグルグル回すテレビのチャンネルがリモコンにかわったくらい操作性が改善しました。エイシスでは流量計だけでなく、揮発性麻酔薬の濃度もデジタル表示のダイヤルを回して調節します。従来の気化器はダイヤルを微妙に回して麻酔薬の濃度を調節していましたが、エイシスでは麻酔薬の濃度を0.1%刻みでいとも簡単に変化させることが可能になっています。さらに従来の気化器ではフレッシュガスの流量を下げると揮発性麻酔薬の濃度が下がりましたが、エイシスの気化器(アラジン2カセット)では流量を変化させても揮発性麻酔薬の濃度がほとんど変化しないことも新鮮な驚きでした。

これまでの麻酔器ではこんな当たり前のことができていなかった、ということのを再認識させられました。



アナログよりも視認性のいい 気道内圧計と呼吸ディスプレイ

アナログの気道内圧計はこれまで麻酔に必須のモニターでしたが、エイシスにはアナログ気道内圧計も備わっていません。アナログ気道内圧計はなくて大丈夫かな、と導入前には思ったのですが、実際に使ってみると、液晶ディスプレイに気道内圧やフローが波形と数字で大きく表示されるので不自由は感じませんでした。むしろ、エイシスのカラー表示の呼吸ディスプレイは12インチ

の大きさがあるので、離れたところからも適切に換気できているかが一目瞭然でわかります。

視認性のいい大型ディスプレイ上に気道内圧やフローが表示されることは、視認性の悪いアナログ気道内圧計より安全性の点で格段に優れていると、今では断言できます。

また気道内圧が針ではなく数字で示されることは、気道内圧のわずかな変化を捕らえることができる点で優れています。これまでの麻酔器に当たり前のようについていた流量計や気道内圧計がなくなっていくことは寂しい気もしますが、デジタル化によってこれまでなかった新たな性能を備えた麻酔器が普及することは非常に喜ばしいことです。このような点から、エイシスは安全性と操作性が向上した新世代の麻酔器と行うことができます。



小型で優秀な呼気ガスモニター (ガスモジュール)

私達はすべてのエイシスに、オプションのGE製のガスモジュールを装着しました。GE製のガスモジュールは、麻酔科ではおなじみのCapnomacを製造していたDatex社の技術を継承しています。呼気ガスモニターの動作が不安定で呼気炭酸ガスの波形や値が出なくなると、挿管操作中や術中に怖い思いをしますが、このガスモジュールはトラブルなく動いてくれて非常に安心感があります。大きさもエイシスのラックの片隅に収まるくらいコンパクトです。このガスモジュールをエイシスに装着すると、麻酔器本体の酸素濃度計が不要になります。酸素濃度計の酸素セルは、一年に一度の交換が必要で、しかも高価なので経済的にいい買い物だったと思っています。



* 日本仕様と異なります

低流量麻酔への対応について

従来の麻酔器では、フレッシュガスのフローを下げると、気化器で揮発性麻酔薬の濃度を変化させても、回路内の濃度はなかなか変化しませんでした。その理由の一つは回路内容量が大きいために、フレッシュガスの流量を多くしないと、新たな濃度になかなか置き換わらなかった点にあります。

従来の麻酔器の呼吸回路は7リットルであったのに対し、エイシスでは低流量麻酔に対応するため回路容量が2.7リットルと非常に小さく作られています。そのため、揮発性麻酔薬の濃度を変えても、短時間で回路内の麻酔薬濃度を気化器の設定濃度に近づけることができます。回路容量を小さくするために、キャニスタの容量が小さくなり、ソーダライムの交換頻度が増したのは玉に瑕ですが、麻酔導入、麻酔覚醒時のように、すばやく回路内の麻酔薬濃度を変化させたいときには大変助かっています。私達の実感としても、揮発性麻酔薬を切ってから呼気や回路内の揮発性麻酔薬の濃度が下がるスピードは従来の麻酔器より随分早く感じられます。

保険診療に目を向けると、現在、わが国の手術・麻酔部門は出来高払いであり、ほとんどの全身麻酔はフレッシュガスフローが3L/min～6L/minの高流量麻酔で行われていきます。

全身麻酔下に行われる一般的な手術では、薬剤や消耗品を含めた麻酔コストの大部分は吸入麻酔薬、笑気が占めます（図）。低流量麻酔を行うと、高価な揮発性麻酔薬や笑気のコストは流量に比例して下がります（図）。したがって、包括払い（DPC）が手術・麻酔部門に波及して麻酔コストを下げる必要に迫られた場合、最も有効な手段は低流量麻酔であるわけです。麻酔器のライフサイクルは10～15年です。

今後、DPCが麻酔の部門に導入されるのかどうかは不明ですが、将来の制度改革を見越した上で低流量麻酔に対応した麻酔器が求められている、と言えるでしょう。

私の考える理想の麻酔器

エイシスにはこのように、新しい技術とアイデアが盛り込まれています。そうは言っても、エイシスを含む現在の麻酔器には様々な問題点があります。麻酔器は吸入麻酔薬を投与するための機械としてスタートしたので、仕方がないのですが、現在、普及している完全静脈麻酔に対応できていないことが不満です。

これからの麻酔器には、プロポフォールやレミフェンタニルなどの薬剤をTCI（Target control infusion）で投与できるポンプと、これらのポンプの作動状況をモニターできる液晶モニターを搭載してもらいたいですね。

現在、わが国において自動麻酔記録装置が普及しつつありますが、自動麻酔記録装置があれば麻酔記録を書くために必要であった麻酔器のテーブル部分が不要になります。現在市販されている麻酔器の大部分は、“引き出し付きテーブル型”ですが、今後、テーブルと引き出しをなくせば、麻酔器はずいぶん小型化できるはずです。私たちは狭い手術室で1日の大半を巨大な麻酔器とともに過ごします。麻酔器がもっと小さくなれば、麻酔器の圧迫感も軽減できますし、麻酔科医や看護師の動線も改善されるはずです。50年前のオープンリールのテープレコーダーは今日では手のひらに隠れるくらいまで小型化しました。麻酔器にもそのような大きな変化があってしかるべきだと思います。今後、あっと驚くような麻酔器が実現するようにGEヘルスケアには大いに期待しています。

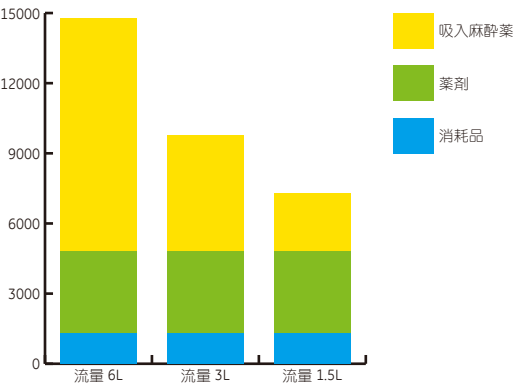


図)3時間の全身麻酔に要する麻酔コストの内訳
by 関西ろうさい病院麻酔科

ユーザーレポート

GE社製全身麻酔装置エイシス

落ち着いて、じっくり考え、麻酔を楽しむ麻酔器

北里研究所病院 麻酔科 部長

(現：東京慈恵会医科大学麻酔科学教室 准教授)

木山 秀哉





21世紀の麻酔器のスタンダード

「手術」という言葉のとおり、皮膚切開のメスを入れた時から、最後の一针で創を縫い終わるまで、外科医はずっと手を動かしています。

一方、麻酔科医は導入と覚醒の忙しい時期を除くと、麻酔維持の大半を患者のバイタルサインと手術野の監視に費やしています。ときには半日以上の長時間、手術室内で過ごす麻酔科医にとって、麻酔器とモニタの選択は、自分の働く環境を居心地よいものにできるか否かを決定する大きなカギになります。

私たち麻酔科医が、麻酔器に求めるものとは何でしょうか？

それは患者さんが私たちに求めているもの、ひいては社会の要請の反映と言ってよいでしょう。高齢化社会では、合併症を多く有するハイリスクの患者さんが、確実に増えています。

個々の患者さんのニーズに応じて吸入麻酔、静脈麻酔あるいは局所麻酔／鎮静など、種々の方法が適用されるようになっていきます。しかし吸入麻酔法が基本のひとつであることは今も昔も変わりません。

21世紀の吸入麻酔はどのようなものでしょうか？厳しい経済状況の下、医療費の抑制が強く求められている今日、低流量麻酔は以前のように、一部の興味を持った麻酔科医が行うマニアックな手技ではなく、すべての麻酔科医が習熟しておくべき方法になりつつあります。

したがって低流量麻酔を安全確実に行えることは、これからの麻酔器が備えるべき必須の機能のひとつと言えると思います。

生活習慣の変化に伴い、日本でも肥満人口は増加しており、極端に体重の多い患者さんではプロポフォルによる維持は、頻繁にシリンジの交換が必要で煩雑であるだけでなく、当然薬物の消費量は増加します。

経済性の観点からは、病的肥満患者は低流量麻酔のよい適応になります。

亜酸化窒素や吸入麻酔薬の地球環境への影響も無視できない時代になっており、まさに低流量麻酔は21世紀の麻酔のスタンダードになるべきものです。



安心できる低流量麻酔

GE社製の全身麻酔装置エイシスは、総流量をデジタルで設定する方式です。したがって、従来のアナログ式麻酔器の流量計では浮子の動揺により、どうしても不安定になりがちであった0.5ℓ/min以下の範囲においても、正確な流量を得ることができます。



これは麻酔器内の2個の熱線流量計で、酸素および亜酸化窒素、空気の流量を常時測定し、設定流量を維持するための電磁弁の応答時間が約450msときわめて短いことによるものです。

セボフルランの吸入による麻酔導入、いわゆるVIMAの場合はもちろん、プロポフォール等の静脈麻酔薬で就眠させる場合も、吸入麻酔薬の脳内濃度を麻酔維持に必要な濃度に迅速に高めるためには、導入初期に5～6ℓ/minの高いフレッシュガス流量が必要です。

エイシスは、酸素濃度をデジタル設定することにより、自動的に酸素と亜酸化窒素、または酸素と空気の混合割合が調節されるので、導入時の高流量から、維持期の低流量に変更する場合も、これらのガス流量を別個に調節する手間が省け、一定の吸入酸素濃度を維持することが容易です。

私はフレッシュガスの流量を1.0～1.5ℓ/min程度にしていますが、長時間の麻酔でもまったく総流量がふらつくことはなく、安心して低流量麻酔を行っています。

教育的価値のある麻酔器

エイシスにはカセットタイプのデジタル気化器アラジン2が搭載されています。気化器内の揮発

性麻酔薬の気相温度を測定することにより、回路内に供給される吸入麻酔薬濃度が一定に保たれています。呼吸回路システム（ABS）の容積が2.7リットルと少ないため、気化器の設定変更は迅速に回路内濃度に反映されます。



アラジン2カセット



呼吸システム（ABS）

エイシスの吸入麻酔薬の残量警報は、知らない間に気化器内の吸入麻酔薬が空になって術中覚醒を生じる危険性を低くしています。

吸入麻酔薬の使用量も計算されてデジタル表示されるので、保険請求の点でも便利です。



麻酔ガス使用量の表示

全静脈麻酔や、局所麻酔にプロポフォールによる鎮静を併用する場合は、麻酔器は正確な酸素濃度と換気を保証する機器となります。呼吸パラメータ（気道内圧、流速、換気量）をスパイロメトリ画面で観察して呼吸生理の理解を深めることで、学生や研修医に対する教育的価値も高いと言えます。

回路内流速は、航空機の速度計にも使われるピトー管の原理で測定されているD-ライトセンサーまたは麻酔器本体に内蔵された2つの差圧トランスデューサーにより測定しています。したがって臨床麻酔の基礎である物理学（流体力学）について、研修医や医学生に質問する材料には事欠きません。

きめ細かい始業点検

安全な麻酔を行う上で始業点検は不可欠の手順です。緊急手術等、他の準備に忙しい時には、点検が疎かになって重要なチェック項目が見逃される恐れがあります。

エイシスは、電源をオンにすると、自動的にきめ細かい始業点検をおこなうため、安全性向上に寄与しています。



豊富な人工換気モード

集中治療領域では、各種病態に対応可能なバラエティに富む換気モードを備えたベンチレータが以前から利用されていますが、手術室においては従量式換気（VCV）、従圧式換気（PCV）が主たる換気方法になっています。

もともと肺病変のない手術患者の比較的短時間の人工換気において、換気モードの差が予後を左右するという明確な根拠はないものの、手術手技の進歩は、全身麻酔中の陽圧換気の再考を促してきました。

近年各科で増えている腹腔鏡手術は、気腹圧が高い場合や極端な頭低位で横隔膜が上方に押し上げられると、術中に肺コンプライアンスが小さくなるので、単純な従圧式換気では十分な一回換気量が得られなくなります。

エイシスには、換気量を保証する従圧式換気（PCV-VG）モードがあり、肺コンプライアンスの低下によって一回換気量が減少した場合は、自動的に最大吸気圧が調節されて、設定した換気量が保証されます。



PCV-VGの設定画面

一方、ラリンジアルマスク等の比較的低侵襲の器具で気道を確保して、自発呼吸で維持する場合は、吸気圧補助（Pressure Support）を行うPSVProモードが便利です。このモードは、万一患者さんの呼吸が停止しても、自動的にバックアップ強制換気に移行するため、少量のオピオイドを併用するような場合に安心です。



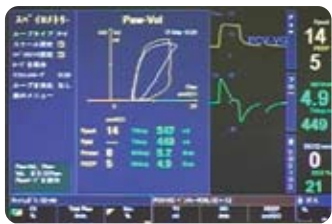
PSVProの設定画面

その他、同期式間歇的強制換気（SIMV）も従量、従圧式の両者を選ぶことができます。

エイシスに搭載されている人工呼吸器SmartVentのベローズは、呼気によって上昇する直立型を採用しています。そのため、気管チューブのカフ周辺の漏れ等があるとベローズが十分に上昇しないため、回路内のリークを視覚的に捉えることが容易になっています。

このように、エイシスには多くの換気モードがあるため、単純な機能の麻酔用人工呼吸器に慣れていた導入当初は、どの換気法を選ぶべきか途惑う時もありましたが、エイシスは、適切な換気条件を選択するための十分な情報を提供してくれます。

リアルタイムで表示される気道内圧、気道流速と換気量を組み合わせたPressure-Volume curveやFlow-Volume curveのグラフを見ることで、換気モードの変更が最大吸気圧や、一回換気量に与える影響を評価できます。個々の患者さんに最適の換気方法を選択する上で、エイシスのこれらの機能は大変参考になります。



スパイロメトリ画面（P-Vカーブ）

人間工学にもとづく麻酔環境の構築に向けて

近代的なオフィス空間は、事務機のデザインや備品の配置から、部屋の照明・採光、ひいてはBGMに至るまで、人間工学的配慮がなされてストレスの少ない労働環境形成を目指しています。

航空機のcockpitには、おびただしい数の機器がありますが、これらのデザインや配置は、パイロットの負担とヒューマンエラーを極力減らすように設計されています。

翻って麻酔科医のオフィスである手術室を考えてみましょう。麻酔科医も多くの医療機器を取り扱いますが、これらは複数のメーカーが必ずしも互

いに連携することなく、それぞれ独自の発想で作られたものであるため、その組み合わせとしての麻酔システムを考えた場合、人間工学的配慮は、残念ながらcockpitのレベルには到底達していないのが現状です。

エイシスは、麻酔器本来の機能（酸素および各種麻酔ガスの供給と人工換気）に関わる情報のディスプレイと、患者生体情報モニタ（心電図、血圧、酸素飽和度、脳波、神経筋遮断等）のディスプレイが、麻酔科医の同一視野内に収まるように配置されています。したがって無駄な視線の動きを減らすことができ、麻酔器やモニタの監視に余裕が生じ、患者や手術野の観察に専念しやすくなる利点があります。



この2つのモニタは、麻酔器本体を動かさずに、360度自由に回転させることが可能です。硬膜外麻酔、脊椎麻酔や、動脈圧ライン挿入などのために麻酔器本体から離れる場合、従来の機器では、麻酔器と患者生体情報のモニタリングが疎かになる恐れがありました。しかし、エイシスでは INView モニタ画面を回転させることで、麻酔科医がどこにいてもモニタを見ることができるので、手技中の安全性を高めることに役立っています。

エイシスのサイズは比較的小さめなキャストが付いているので、移動もスムーズです。気化器もコンパクトな大きさなので、テーブル面積には十分なゆとりがあり、筆記作業などをストレスなく行うことができます。

全体は白を基調とするデザインで、清潔なイメージがあり、非常に圧迫感の少ない麻酔器です。長時間そばに座っていても麻酔科医の疲労が少ないことは、医療事故防止にもつながると考えています。

さらに、エイシスのベンチレータ SmartVent は動作音が非常に小さく、麻酔科医の労働環境を静かなものにしてくれています。麻酔維持中の心電図や脈波に同期する音量をどの程度にするかは、麻酔科医の好みが分かれるところでしょう。しかし、手術医や看護師等とのコミュニケーションを的確に行うためには、あまりに騒々しい手術室環境は望ましくないと考えられます。

現実には、常にモニタの音が溢れている環境で、重大な警報への対応が遅れて、患者が危険に陥った事例は、残念ながら今日でも報道されています。エイシスは、麻酔器の動作や、患者のバイタルサインが安定している時には、その存在を忘れるほど静かで、事態の急変時には迅速的確に知らせる麻酔器なので、いわゆる「オオカミが来た!」という誤警報を発しない点でも優れていると考えています。

エイシスは「考えさせる」麻酔器である

エイシスは麻酔科医にいろいろなことを考えさせる麻酔器です。フレッシュガス総流量をいくらまで下げることができるかは、患者の代謝に基づく酸素消費量を考えることにつながります。エイシスは数多い換気モードの中からどれを選ぶか、人工呼吸に関わるパラメータ（気道内圧、流速、換気量）のグラフをどう評価するか等、呼吸生理学が、薬理学と並んで、臨床麻酔の大きな柱になっていることを再認識させてくれる麻酔器です。

非常に静謐に作動し、しかし確実に麻酔回路や患者情報をモニタして、臨床の醍醐味を実感させてくれる、エイシスは教育的価値の高い21世紀の麻酔器です。

はじめに

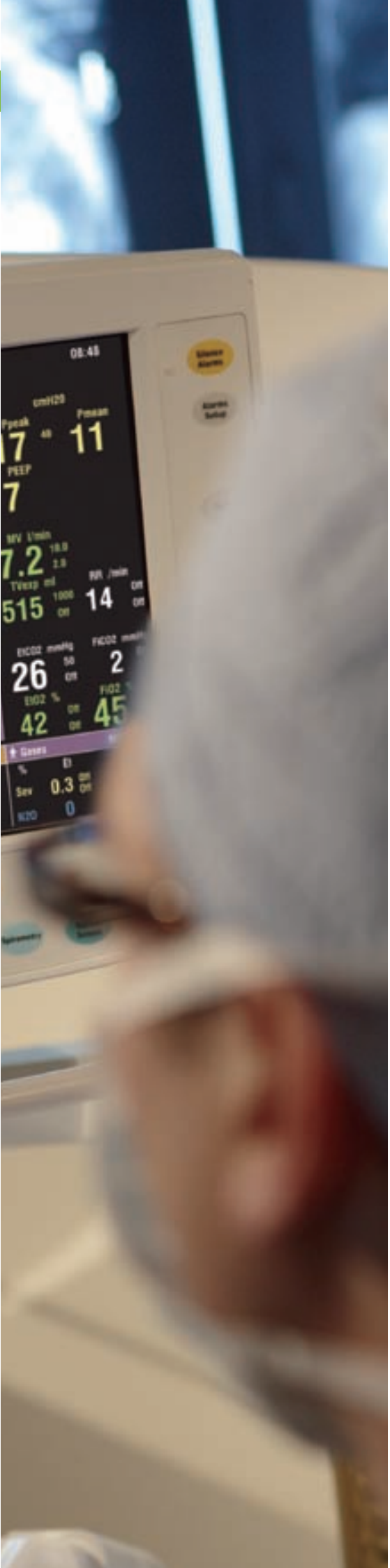
今回、エイシスを試用させていただいた横浜市立大学附属病院は、横浜市の南部、金沢区福浦の医学部キャンパスに隣接する 623 床の病院です。手術室は 12 部屋、年間手術件数は 4,500 件超、そのうち 3,500 件超が麻酔科管理症例です。麻酔科は手術室における麻酔の他、ペインクリニック、緩和ケア、集中治療 (8 床)、救急部 (二次救急) を担当しています。

21 世紀の麻酔器とは？

さて、21 世紀を迎え、医療を取り巻く環境も激動するなか、どんな麻酔器が今後有用になっていくのでしょうか。

ただ単に麻酔をかけるだけなら、現在の麻酔器はほとんど成熟していると言えます。たとえば電子レンジのような家電製品も、マイコン装備とかむやみにいろいろな機能がつくと、値段も高く、器械本体も大きくなるばかりでせっかくの付加機能も結局つかいこなせず終わっていることもあるようです。安くて小さくてシンプルなものがかえって好まれることもあります。麻酔器も、現在のものよりシンプルで小さくて安価なもの、耐久性と信頼性さえあれば 21 世紀でも重宝されるでしょう。一方で、より高性能の麻酔器も必要です。それは、医療が以下の 3 点で大きく変化してきているからです。

1. 低流量麻酔が当たり前になってきた。
2. 訴訟が増えた。
3. より重症患者を多く扱うようになってきた。



GE 横河メディカルシステム
www.gehealthcare.co.jp



GE Healthcare

臨床評価レポート

21世紀の麻酔とフルデジタル麻酔器エイシス

横浜市立大学大学院医学研究科 生体制御・麻酔科学 教授

横浜市立大学附属病院診療科長 (麻酔科、集中治療部、救急部)

後藤 隆久

販売名 : エイシス 医療機器承認番号 : Z19008ZX00741000
製造販売業者名 : ジーイー横河メディカルシステム株式会社
東京都日野市旭が丘 4-7-127

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。
Bulletin N1F8 8K-C1(KM)



低流量に対応する麻酔器とは？

つい 10 年ほど前までは、新鮮ガス流量は亜酸化窒素 3 ～ 4 L/ 分と酸素 2 L/ 分の計 5 ～ 6 L/ 分が常識でしたが、最近の横浜市大では、空気 1 L/ 分、酸素 1 L/ 分の計 2 L/ 分がそれ以下の流量が標準となっています。このようにすることで、吸入麻酔薬や酸素の使用量を削減でき、国民医療費にも環境に対してもやさしい麻酔を実現することができます。標準的な患者さんが消費する酸素量は一分間に約 200 ～ 250ml ですから、麻酔中の新鮮ガス流量も麻酔器からの漏れ（リーク）さえなければ、この程度まで減らすことができるはずです。

エイシスは低流量麻酔に適した特徴を 3 つ持っています。1 点目は、人工呼吸器のペローズが呼気中に上昇し、吸気中に下降する、スタンディングペローズ^(*)の構造をしていることです。このため、呼吸回路から漏れが発生し、回路内ガス量が不足してくると、ペローズが呼気終末に上がりきらなくなるので、漏れの発生を視覚的にとらえることができます。ペローズの構造には、呼気時に下降するぶら下がり式のもの、水平式のものもありますが、どちらも呼気時に重力（ぶら下がり式）やばねの力（水平式）によってペローズが強制的に膨らませられるため、呼吸回路から漏れが発生して回路内ガス量が不足しても、視覚的に気づくことができません。

また、ある種の麻酔器では、呼気時に肺に陰圧がかかることを防ぐため、回路内ガス量が不足すると自動的に周りの空気を吸い込む安全機構もありますが、この場合は呼吸回路内の麻酔ガスや酸素濃度が下がります。以上より、私は低流量麻酔の時にはスタンディングペローズが最も安全であると考えています。

2 点目の特長は低流量麻酔に対応し、呼吸回路の容積が小さく設計されていることです。呼吸回路はエクセルの場合、約 7 L ありますが、エイシスはソーダライムなどもカセット方式で小さく設計されており、回路容積は全体で 2. 7 L 程度です。このため、新鮮ガス流量が少なくても、呼吸回路内の吸入麻酔薬の濃度を比較的速やかに変化させることができます。



3 点目の特徴は、デジタル麻酔器であるため、酸素や空気の流量設定が低流量領域でも正確なことです。一般の麻酔器のノブは遊びがある上、流量計の中に浮かぶ浮子（うきこ）もゆれていますので、300 ～ 500ml/ 分程度の設定になるとどうしても不正確になりがちです。デジタル麻酔器はそのあたりの信頼性が高い上、エイシスでは合計の新鮮ガス流量と酸素濃度を設定すると、空気（笑気）と酸素の流量を自動的に設定してくれるので、酸素濃度を信頼性高く確保することができます。



※1 エイシスで採用されているスタンディングペローズ

訴訟に対応する麻酔器とは？

現代医療は訴訟のプレッシャーと常に戦っているといっても過言ではありません。エイシスはデジタル麻酔器であることの特性を最大限に活かし、麻酔器の作動状況を詳しく記録、保存しています。航空機におけるフライトレコーダーのようなものです。麻酔事故が起きると、正確に何がいつ起こったのか、詳しく再現する必要に迫られます。あることが起きたのがいつなのか、分単位の差が事故原因の解釈に大きな影響を与える可能性もあります。（例えば呼吸回路がはずれて患者さんが低酸素血症に陥った事故としましょう。気道内圧が急に下がったのがいつなのかを特定できれば、誰のどんな動作で呼吸回路がはずれたかを解く鍵となります。）しかし、人間の記憶は非常にあやふやで、まして事故後の調査でプレッシャーがかかると、ますます思い出せなくなります。だから、デジタル麻酔器で作動状況を詳細、正確に記録しておくことが重要なのです。デジタルの記録であれば、裁判資料としても信頼性が高いと考えられます。

またエイシスは始業点検を自動的にに行い、記録として残してくれます。麻酔器の始業点検を行うかどうかは、患者の術後 1 ヶ月の死亡率を左右する要因の一つであることが、オランダの大規模研究で証明されています。（Anesthesiology 2005; 102: 257）



CIS-QR 周術期患者情報システム搭載例

重症患者の管理——ICU なみの呼吸モード

従来の麻酔器の人工呼吸器はポリウムコントロールしかできない単純なものが多く、重症患者の管理にしばしば難渋しました。エイシスは PCV-VG（Pressure Controlled Ventilation Volume Guarantee）、PSV-Pro（Pressure Support Ventilation）、SIMV-PC（SIMV を従圧式で行う）など、ICU で好んで用いられている呼吸モードを搭載しています。デジタル麻酔器なのでこれらの設定はすべてパネル上で数字で行え、PEEP も正確にかけることができます。



PCV-VG

PCV-VG は陽圧換気中の気道内圧を低く保ちながら、患者の肺コンプライアンスが変化したとしても換気量を保証する換気モードで、最近 ICU で好んで使われています。手術室の開腹術の患者でも、同じ換気量を得るのに PCV-VG の方がポリウムコントロールより気道内圧が低くなります。

陽圧換気が肺に損傷をあたえる可能性があることは、ARDS ネットから 2000 年に New England Journal of Medicine に発表された、一回換気量を抑えて気道内圧を低くした換気の方が、ARDS 患者の予後がよいという [Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome] 論文で、ヒトでも証明されました。その後、手術室において吸気陽圧を低くしたほうがよいという証拠は、肺全摘術（Anesthesiology 2006; 105: 14）や食道全摘術（Anesthesiology 2006; 105: 911）でも示されています。また、肺合併症のない患者の開腹術でも、12ml/kg のポリウムコントロール換気より 6ml/kg の換気に PEEP をかけた方が術後の肺ダメージが少ないことが示されています。（Anesthesiology 2006; 105: 689）

麻酔中の換気モードとしての PCV-VG が肺損傷を少なくするという直接の証拠はまだありませんが、特に大手術後の肺合併症は麻酔科学がまだ解決していない問題であるという認識に立てば、PCV-VG が気道内圧を低めに保つという特性は非常に好ましいといえましょう。

また PCV-VG では、開腹手術中に開腹鉤の位置が変わって横隔膜が押されたり、腹腔鏡で急に気腹されたり、あるいは肺手術で急に片肺換気を始めたりなど、単純な PCV では換気量が大幅に変わる場面でも、換気量を保証してくれるので、安全面からもすぐれた換気法といえます。

Pressure-Support

手術中の Pressure-Support も便利なモードです。私は個人的には、手術の終了に向かって非脱分極性筋弛緩薬が切れ、弱いけれど自発呼吸がでてきた患者さんに PS を使い、呼吸数を見ながら麻薬の量を調整して術後疼痛管理の質を高めるようにしています。筋弛緩を用いない短時間手術の呼吸管理にも有効でしょう。

その他、エイシスは見やすいパネル上からすべての操作ができる、気道内圧波形で自発呼吸区間を可視化する、呼吸回路のコンプライアンスを測定することで人工換気の換気量補正の精度を向上させているなど、いろいろな特徴があります。吸入麻酔薬の気化器もデジタルなので、麻酔薬の使用量を計算してくれ、保険請求もれの解消に役立ちます。21 世紀の究極の麻酔器は、全身麻酔を電子自動制御でやってくれる、航空機で言えばオートパイロットのような麻酔器ですが、エイシスは現時点でのデジタル麻酔器としては高い品質と使い勝手を備えた麻酔器といえると思います。

