

How low can you flow?

低流量や極低流量麻酔にはさまざまな利点がありますが、麻酔医が効率的に麻酔ガスを使用するための簡単な方法がなく、なかなか低流量麻酔が浸透しないのが実情でした。しかし麻酔ガスの実際の消費量と摂取量を測定するガスモニタリングソフトウェアが進化し、これも過去のこととなりつつあります。



Dräger Primus 麻酔装置にインストールした最新の Software 4 で低流量/極低流量麻酔に関するデータを分析することにより、サンダーランド・ロイヤル病院の麻酔コンサルタントであるロウズ医師は、麻酔科の医療スタッフ一人一人が麻酔を行う度にその使用状況を評価することができ、ルーティン化した業務に沿って麻酔を行えるようにすることで、病院内の麻酔ガス消費量を最大 40% 削減することに成功しました。使用する麻酔ガスの量が減ったことにより呼吸回路を改善し、ガス量を微調整¹できるようになったことにより患者さんの体への負担を軽減し、病院は費用削減を実現することができ、放出される温室効果ガスも削減されることにより、環境にも貢献しています。

このように、低流量麻酔には多くのメリットがあるにもかかわらず、多くの麻酔医は、安全、効率的かつ費用効果的な方法で、呼吸回路システムを使って積極的かつ効率的に麻酔ガスを調整する方法がわかりにくいため、一歩踏み出すことができない状態でした。過去 10 年間、同院の麻酔科監査コーディネーターを務めてきたロウズ医師は、「低流量麻酔を行うための複雑な計算モデルは、多くの麻酔スタッフにわかりにくく、このため、フレッシュガス流量の適切な使用が医療現場で広く採用されずにいました。」と言います。

これは、裏を返せば、より効率的でわかりやすい低流量麻酔のテクニックが必要であったということになります。「麻酔で最も高価なガスの使用を削減できる上、環境にも優しいため、麻酔中に無駄になっている麻酔ガス量を把握する

ことはできないか、それができたら素晴らしいのに」と、ロウズ医師は考えていました。

これまで、これは言うに易しく行うに難しかったです。しかし、最近、サンダーランド・ロイヤル病院に設置されていた Primus 麻酔装置にインストールされていた Software 4 ログブックに新たな機能が加わり、使用されている麻酔ガスの効率性に簡単にアクセスできるようになりました。最新の Software 4 は、麻酔を行う毎に、日時、施行時間、各施行で消費された総キャリアガス量などの概要を表示します。また、効率的な麻酔ガスの使用に重要な、消費された麻酔薬の量 (mL、液状) と取り込まれた麻酔ガス量 (mL、液状) に関するデータも表示します。

吸入麻酔薬比率の算出

麻酔薬消費量は気化器で使用される液状薬剤の量を、麻酔薬摂取量は患者さんが取り込んだ液状薬剤の量を、それぞれ指します。これにより、吸入麻酔薬比率 (消費量: 取り込み量) を簡単に計算することができます。以下に例を挙げました:

Logbook

```
09:35 Standby
09:35 12 Feb. 2011
09:35 duration [h:min]: 0:30
09:35 consumption [L] O2: 6 Air: 8 N2O: 0
09:35 agent consumption [mL] (liquid) Sev: 0 Iso: 28 Des: 0 Hal: 0 Enf: 0
09:35 agent uptake [mL] (liquid) Sev: 0 Iso: 21 Des: 0 Hal: 0 Enf: 0
```

上記の例では、吸入麻酔薬比率は 28 mL (消費量) : 21 mL (摂取量)、すなわち 1.33 : 1であることを示しています。

¹ Baum, J.A. (2007), Low Flow Anesthesia, pp 94-96, Drägerwerk AG Lübeck, Booklet 9097339



サンダーランド・ロイヤル病院

サンダーランド・ロイヤル病院は病床数 970 の救急病院で、イギリス東北部地域の主要都市に住む 33 万人の住民に医療を提供しています。救命救急センター、外科、専門医療、各種治療サービス、産婦人科、小児科など、幅広い診療科および治療サービスがあります。「いきいきと健康に、患者さんを第一優先に考える」というモットーを実現するため、同院では、常に、患者さんの立場に立った治療が提供されています。

デービッド・ロウズ医師はイギリス東北部の大学で医学と麻酔学について学びました。2001 年以降、シティ・ホスピタル・サンダーランド NHS 財団法人で麻酔コンサルタントとして勤務しています。リスクの高い手術を受ける患者さんへの麻酔や、周術期ケアにおける品質保証に特に関心を持っています。

吸入麻酔薬比率の活用

この新しいパラメーターを用いて、ロウズ医師は施行毎の麻酔薬剤使用効率だけでなく、平均毎時麻酔費用を計算できるようになりました。さらに、これらの数値を各麻酔スタッフと関連付けることで、現在の麻酔科の標準/基準値と照らしあわせて、各スタッフのパフォーマンスを確認することもできます。同院の 21 室の手術室に設置された Primus 麻酔装置から幅広くサンプルデータを収集しており、これらの数値は極めて有用です。

ロウズ医師は、麻酔薬剤の使用効率を表示する新たな方法を導入した後、この有用性を証明し、このデータに関係者がアクセスできるようにして、各医療スタッフおよび科全体のパフォーマンスの評価基準として使用するように院内に呼びかけました。

医療スタッフの麻酔施行実態への介入とみなされがちな新たなアプローチをスタッフに受け入れてもらうことは、困難が予想されました。しかし、ロウズ医師は「私たちは、できるだけ早くセボフルランの使用状況を改善しなければなりません。というのは、麻酔科の薬剤購入費用を削減するため、その使用を大幅に制限する必要があります。

ですから、これを機に、薬剤の使用効率を改善する可能性のある新しい方法を導入しましょう」と説明し、スタッフを説得しました。

調査 第 1 段階

第 1 ステップとして、麻酔薬の効率的な使用を何年も実現できなかった従来の「低流量」手法から、「吸入麻酔薬比率」を用いた新しい効率的な手法に移行することになりました。

これは、Dräger Primus 麻酔装置のログブックを用いて、フレッシュガスの平均流量（麻酔終了段階で行われる高流量酸素ウォッシュアウト分を除く）と、麻酔施行毎の吸入麻酔薬比率を比較することで達成されました。

予想通り、吸入麻酔薬比率は麻酔施行中のフレッシュガス流量と強く相関しており（相関係数 $r = 0.63$ - 図 1）、フレッシュガス流量が高いため、吸入麻酔薬比率も高くなっていました（これは、使用した麻酔薬剤では無駄が多かったことを意味しています）。

第 1 段階における成果

科内会議で、ロウズ医師は収集したデータとそこから導き出した結論を発表しました。

- 1) セボフルランの使用が麻酔ガス使用効率性に大きくかかわっていた
- 2) イソフルランの使用がすべての麻酔施行で標準として使用されるようになった
- 3) 麻酔ガスの効率性を特定するため、各麻酔スタッフの麻酔ガス使用状況が記録された
- 4) 麻酔科および各医療スタッフに対して設定された麻酔使用基準値：1 時間未満の麻酔施行では、麻酔ガス使用量を従来の 75% に削減し、吸入麻酔薬比率を 1:3 未満とすること
- 5) 麻酔科および各医療スタッフに対して設定された麻酔使用基準値：1 時間以上の麻酔施行では、麻酔ガス使用量を従来の 75% に削減し、吸入麻酔薬比率を 1:2 未満とすること
- 6) 各医療スタッフは各自のパフォーマンスを上げるため、ログブックを確認することが推奨された

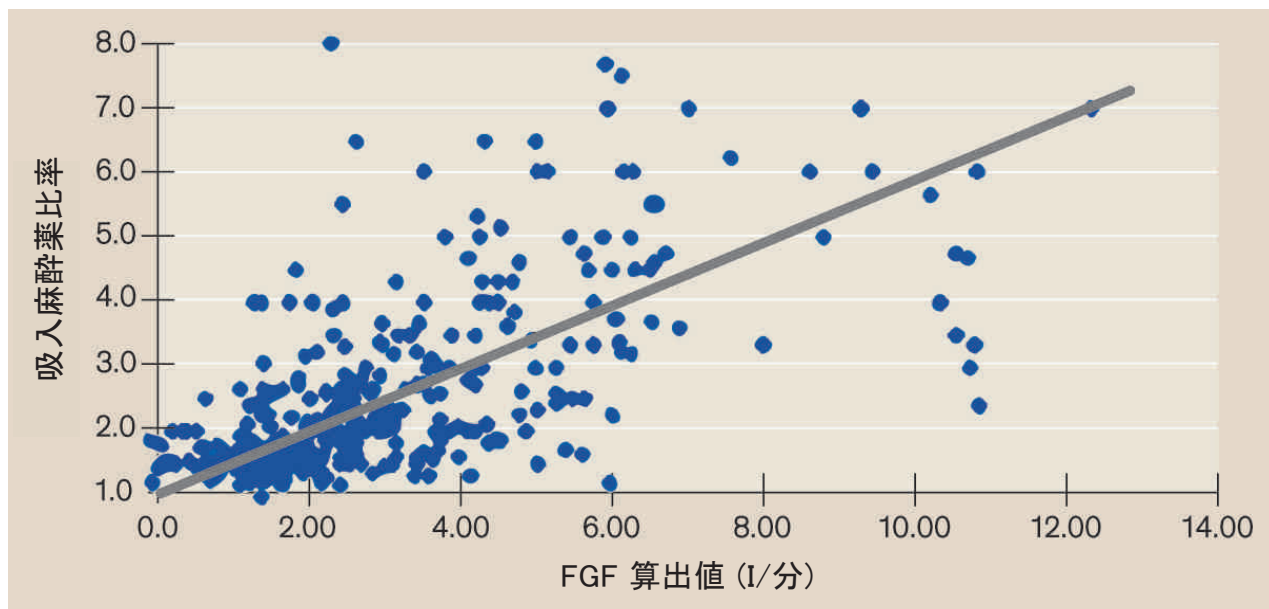


図 1: 吸入麻酔薬比率 vs フレッシュガス流量

調査 第 2 段階

次の段階では、麻酔科の基準値と照らした各医療スタッフのパフォーマンスを通知し、病院の管理科に、麻酔科がセボフルラン使用量を減らし、イソフルラン使用量を増やしていることを示すデータを提出しました。

第 2 段階の成果

今回も、Dräger Primus 麻酔装置のログブックに保存されたデータが鍵となりました。セボフルラン使用量が大幅に減り、これにより、1 時間あたりの平均麻酔薬剤費用が削減されたことがデータにより明らかになりました。

	第 1 段階	第 2 段階
セボフルラン (使用割合)	63.7%	43.5%
イソフルラン (使用割合)	34.3%	51.6%
デスフルラン (使用割合)	1.9%	4.9%
1 時間あたりの麻酔薬剤費用	£6.20	£4.20
麻酔薬剤使用基準値	42.5%	33.3%
使用件数	364	285
総施行時間 (単位: 時間)	422	324

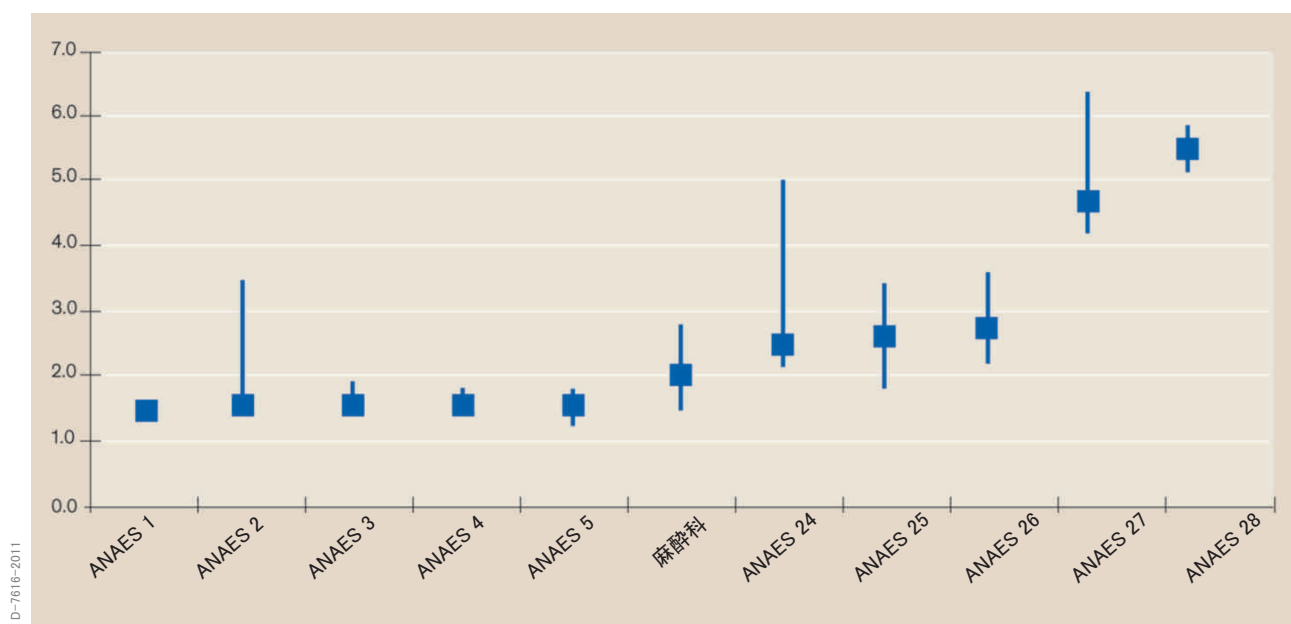


図 2: 吸入麻酔薬比率中央値 (IQR) によるベストパフォーマーおよびワーストパフォーマー

一方、一部は手術内容に起因するとしても、一般的に、麻酔科内のスタッフにより、麻酔薬剤の使用効率には大きなばらつきがある (図 2) ことも明らかになりました。

また、もう 1 つの優れた成果としては、問題の重大性を認識した医療スタッフが、麻酔薬剤の使用効率を改善すべく施行手順を変えたことにより、第 1 段階と第 2 段階の間で吸入麻酔薬比率が全体的に向上したことが挙げられます (図 3)。

これにより、毎月の麻酔薬剤購入費用が 33% 削減されました。

呼吸回路システムを活用しきれていないことがデータから明らかとなった医療スタッフには、ロウズ医師が揮発性麻酔薬別の簡単なマニュアルを渡しました。このマニュアルには、患者の分時換気量に合わせて、適切な FiO₂ に設定するための手順や、最適なキャリアガス選択方法、フレッシュガス流量 (FGF) の設定方法などが記載されていました (下記参照)。

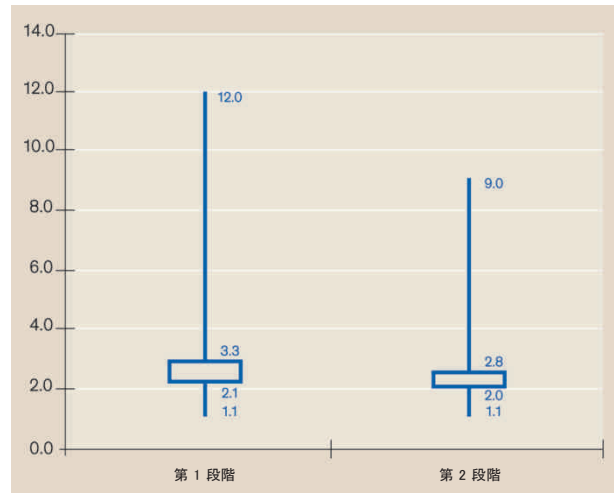


図 3: 麻酔科の月別吸入麻酔薬比率 (IQR 範囲)



セボフルラン:

気化器を呼気終末の麻酔剤の希望濃度 (通常使用時 5%) の 2.5 倍に設定します。分時換気量が適切であれば、呼気終末の麻酔剤の希望濃度が達成されたら、FGF を維持水準 (例: 0.8 l/分) まで減らします。このとき、気化器を最初に調整しません。

イソフルラン:

気化器を呼気終末の麻酔剤の希望濃度 (通常使用時 2.5%) の 2.5~3 倍に設定します。分時換気量が適切であれば、呼気終末の麻酔剤の希望濃度が達成されたら、FGF をまず 2 l/分まで、数分後に維持水準 (例: 0.8 l/分) まで減らします。このとき、気化器を最初に調整しません。

デスフルラン:

気化器を呼気終末の麻酔剤の希望濃度の 2 倍に設定します。分時換気量が適切であれば、呼気終末の麻酔剤の希望濃度が素早く達成されます。呼気終末の麻酔剤の希望濃度を素早く達成するには、規定のフレッシュガス流量 (L/分) を使用すると良いでしょう。希望濃度が達成されたら、FGF を維持水準 (例: 0.8 l/分) まで減らし、希望濃度を維持するために気化器の設定値を引き下げます。

調査 第 3 段階

調査プロセスの次なるステップは、削減された麻酔薬剤使用量を今後も継続し、年次評価で各医療スタッフのパフォーマンスデータを使用していくことです。

第 3 段階の成果

Dräger Primus 麻酔装置に記録されたデータは、麻酔科のセボフルランの使用割合が低下し、低水準で維持されていることにより、1 時間あたりの平均麻酔薬剤費用が持続的に削減できていることを示しています (図 4)。

	第 1 段階	第 2 段階	第 3 段階
高吸入麻酔薬比率	3.3	2.8	2.8
中間吸入麻酔薬比率	2.1	2.1	2
低吸入麻酔薬比率	2.1	2	1.5
セボフルラン (使用割合)	63.7%	43.5%	44.4%
イソフルラン (使用割合)	34.3%	51.6%	48.3
デスフルラン (使用割合)	1.9%	4.9%	7.3%
1 時間あたりの麻酔薬剤費用	£6.20	£4.20	£4.30
麻酔薬剤使用基準値	42.5%	33.3%	31.8%
使用件数	364	285	358
総施行時間 (単位: 時間)	422	324	431

図 4

興味深いことに、より効率的な手順に切り替えた部内の少数派で、さらに吸入麻酔薬比率も低下しました。また、調査期間に肥満治療術が増え、デスフルラン使用量が増加しました。

また、ソフトウェアのログブックのデータを用いて、ロウズ医師は、麻酔科の各医療スタッフのパフォーマンスについて年次評価を行うことができるようになりました。

調査 第 4 段階

直近の調査段階で、ロウズ医師はこの評価方法を導入したことにより、一年を通して麻酔科全体および各医療スタッフのパフォーマンスが向上したかを見極めることにしました。(図 5)。

	第 1 段階	第 2 段階	第 3 段階	第 4 段階
高吸入麻酔薬比率	3.3	2.8	2.8	2
中間吸入麻酔薬比率	2.1	2.1	2	1.7
低吸入麻酔薬比率	2.1	2	1.5	1.5
セボフルラン (使用割合)	63.7%	43.5%	44.4%	48.0%
イソフルラン (使用割合)	34.3%	51.6%	48.3%	39.9%
デスフルラン (使用割合)	1.9%	4.9%	7.3%	12.0%
1 時間あたりの麻酔薬剤費用	£6.20	£4.20	£4.30	£4.36
麻酔薬剤使用基準値	42.5%	33.3%	31.8%	14.2%
使用件数	364	285	358	358
総施行時間 (単位: 時間)	422	324	431	448

図 5

第 4 段階の成果

「図 5 が示す通り、評価プロセスの一環として各医療スタッフのパフォーマンスを評価し、また、評価方法に対する認識がスタッフ内に広がったことで、科のパフォーマンスは大幅に改善されました。データに基づかない評価では、効率性はあまり改善することができなかつたため、これは大きな前進と言えるでしょう。」

麻酔薬剤消費量は、初めて、監査基準値内に収まりました。

全体では、基準を満たさなかつた麻酔施行は 51 回（記録された麻酔施行の 14.2%）で、科内のほとんどの医療スタッフが基準値を 100% 達成しています。興味深いことに、科内 40 名中、5 名の医療スタッフによる施行が、基準を満たさなかつた 51 回の内の 34 回を占めています。

1 時間あたりの費用も同様に低水準に抑えられており（図 6）、直近 12 ヶ月の麻酔薬剤購入費用は大幅に（数万ポンド）削減されています。

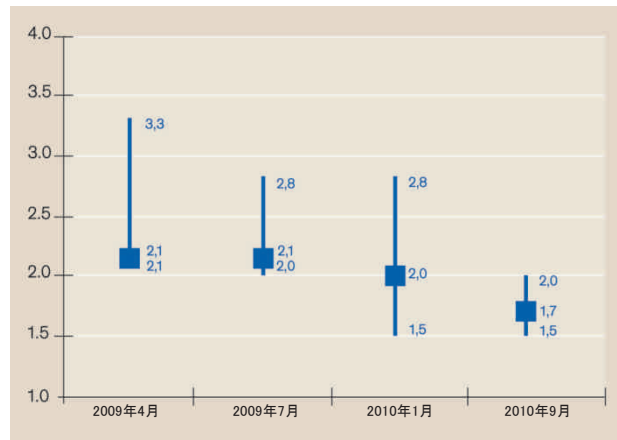


図 6: 麻酔科の月別吸入麻酔薬比率 (IQR 中央値)

考察

ロウズ医師は「かつて、麻酔スタッフが適切な流量で麻酔を行っているかは各スタッフの問題とみなされ、追求しないでおくのが一番という事項でした。しかし、麻酔薬剤の消費量と取り込み量の比率を調査し、呼吸回路システムの使用効率を測定することで、麻酔科全体並びに各麻酔スタッフの麻酔施行に関するパフォーマンスを正しく分析することができるようになりました。」

これにより、揮発性麻酔薬の購入費用を大幅に削減し、Dräger Primus 麻酔装置のログブックの客観的なデータに基づいて患者さんにより良い医療を提供することができるようになりました。」

また、医療スタッフの態度にも大きな変化が現れています。「麻酔科のスタッフのほとんどが、プライミングと呼吸回路システムの維持について積極的に考え、ログブックを使って各麻酔施行での麻酔薬剤の使用効率について考えるようになりました。」

また、調査結果データは、研修中の麻酔スタッフに選択した麻酔薬剤により、呼吸回路システムの適切かつ賢い使用法を教えるのにも役立っています。

「このプロセスにより、麻酔科は大幅な費用削減を実現しながら、揮発性麻酔薬を適切に使用できるようになりました。」と、ロウズ医師。「今後、イギリス国内外の他の医療機関でも、患者さんにも、病院にも、環境にもメリットのあるこのようなアプローチが採用されていくかもしれません。」

本社
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53-55
23558 Lübeck, Germany

www.draeger.com

製造業者:
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53-55
23558 Lübeck, Germany

*写真と実物が一部異なる場合があります。
あらかじめご了承ください。

製造販売業者
ドレーゲル・メディカル
ジャパン株式会社
お問い合わせ、ご用命は
カスタマーサービスへ
Tel 03-6447-7222
Fax 03-6447-7220

本社
〒141-0021
東京都品川区上大崎2-13-17
目黒東急ビル 4F

札幌サービスセンター
〒060-0007
北海道札幌市中央区北7条西
13-9-1
塚本ビル7号館

仙台サービスセンター
〒981-3133
宮城県仙台市泉区泉中央1-14-1
インテレクト21ビル4F

東京サービスセンター
〒135-0047
東京都江東区富岡2-4-10

名古屋サービスセンター
〒460-0008
愛知県名古屋市中区栄2-12-12
アーク栄白川パークビル7F

大阪サービスセンター
〒564-0062
大阪府吹田市垂水町3-3-17

広島サービスセンター
〒733-0002
広島県広島市西区楠木町2-2-27

福岡サービスセンター
〒812-0016
福岡県福岡市博多区博多駅南
2-12-3
トーケン福岡ビル1F

本件に関するお問合せ:
[www.draeger.com/
renrakusaki](http://www.draeger.com/renrakusaki)

