

Professional Quest™

Vol. 91



SatSecondsの使用経験



北方 基一 先生

市立伊丹病院 臨床工学室

略歴

2005年	神戸大学 海事科学部 卒業
2005年～2013年	システム開発業
2013年	大阪ハイテクノロジー専門学校 臨床工学技士専攻科 卒業
2013年	医療法人回生会宝塚病院
2014年	市立伊丹病院(現職)

免許・資格

臨床工学技士免許
第1種ME技術実力検定試験
JDLA G検定2024#1

所属学会

日本臨床工学技士会
日本循環器学会
日本不整脈心電学会
日本医療機器学会
情報処理学会

1. はじめに

生体情報モニタはHR（心拍数）やSpO₂（経皮的酸素飽和度）を連続的に測定する。心電図電極やSpO₂センサーを患者に装着すれば使用できるため、医療施設では継続的に患者の生体情報をモニタリングする必要のある場合に利用される。そういった簡便さの一方で、生体情報モニタのアラームを見逃したインシデントやアクシデントの報告は後をたたない。原因はアラーム疲労とされている。アラーム疲労とは、過剰な（数の）または誤った警報（偽アラーム）が続いた結果、脅威に対し鈍感になってしまうことをいう。多すぎる偽陽性アラームはスタッフのアラームへの関心を失わせ、真の陽性アラームへの対応が遅れ、その結果、急変の見逃しというインシデント/アクシデントにつながるリスクを生む。モニタのアラーム管理は、医療安全上の喫緊の課題である。

当院では2022年にモニターアラームコントロールチームを設立し、アラームログ分析をはじめとして組織的に様々な対応を続けてきた。その結果、心電図に関するアラームは大幅に削減することができた。SpO₂に関するアラームにおいては、SpO₂プローブの装着方法の教育やSpO₂下限アラーム（SpO₂の計測値が閾値を超えた際に発生するアラーム）の閾値の設定を患者個別に最適化することで一定数削減された。しかし、体動アーチファクトに起因するアラームや閾値を超えて短時間で復帰するような瞬間的なアラームの削減方法については検討を続けているところである。

本稿では、SpO₂下限アラームの発生状況を紹介する。その後、コヴィディエンジャパン社のSpO₂アラームマネジメントシステム SatSecondsを試用した結果を紹介する。



2. SpO₂下限アラームの発生状況

アラーム全数に対する割合

当院は31診療科・414床の急性期病院であり、一般病棟では多大な生体情報をモニタリングできるセントラルモニタを使用している。まず、当院の2025年6月のアラームログを集計しSpO₂下限アラームの発生状況を調べた。

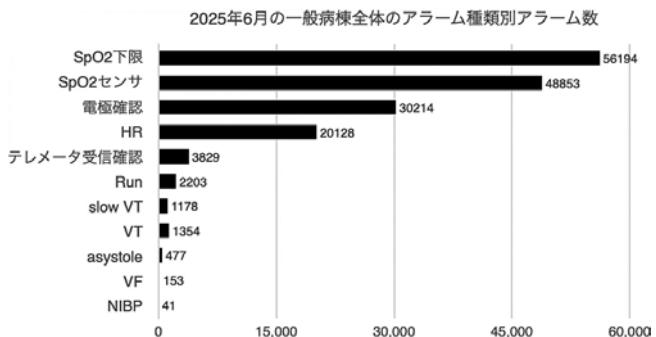


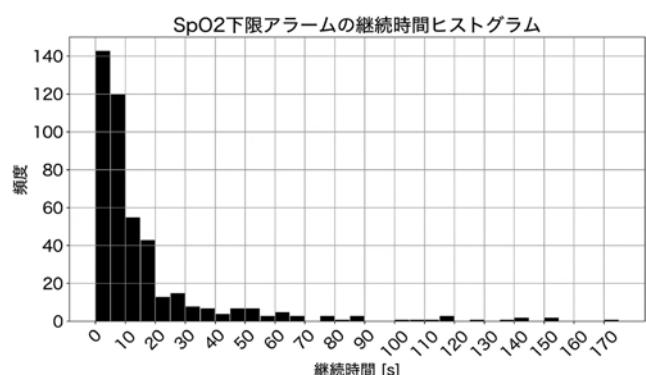
図1 2025年6月の一般病棟全体のアラーム種類別アラーム数。
SpO₂下限アラームが全体の34%を占める。

図1は、一般病棟全体で1ヶ月間に発生した全アラームのアラーム種類別の集計である。アラーム件数が一番多いのはSpO₂下限アラームで、SpO₂センサ確認アラームが続く。心電図に関するアラームは電極確認が多く、HR（上限・下限）アラームがそれに続いている。

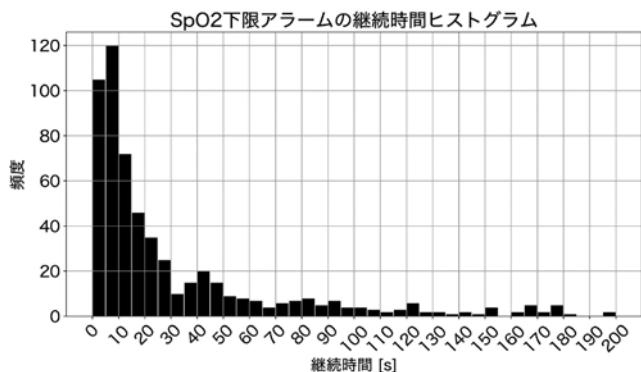
SpO₂下限アラームの削減を考えるため、SpO₂下限アラームの発生状況をログデータから分析を行なっていく。

アラームの継続時間

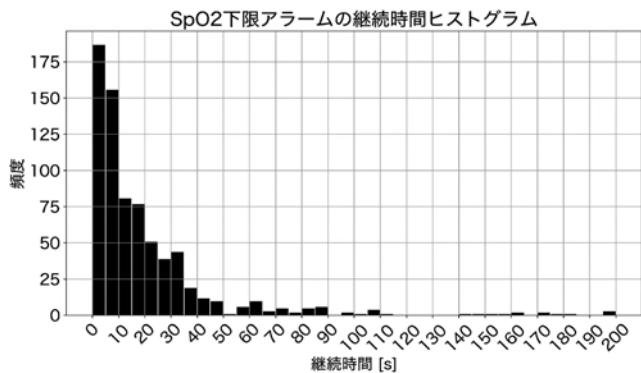
SpO₂下限アラームは、計測値がアラーム閾値を超えると発生し、計測値が閾値内に復帰すると自動的に停止する。ここでは3つの病棟のモニタのログデータから得たSpO₂下限アラームの継続時間のヒストグラムを以下に示す。



病棟A：記録時刻:2025-04-23 22:55:53 ~ 2025-05-02 10:57:55 (201時間)
図2-1 SpO₂下限アラームの継続時間のヒストグラム（病棟A）。
SpO₂下限アラームの半数が8秒以内に収束する。



病棟B：記録時刻:2025-04-06 10:22:35 ~ 2025-04-28 16:18:05 (434時間)
図2-2 SpO₂下限アラームの継続時間のヒストグラム（病棟B）。
SpO₂下限アラームの半数が16秒以内に収束する。



病棟C：記録時刻:2025-04-11 16:45:29 ~ 2025-05-02 10:31:42 (494時間)
図2-3 SpO₂下限アラームの継続時間のヒストグラム（病棟C）。
SpO₂下限アラームの半数が11秒以内に収束する。

表1にデータの統計量を示す。

病棟Aでは、最頻値は1秒、中央値は8秒で、全体の半数が8秒以内に収束している。四分位範囲は15秒で、中央50%が3~18秒に集中しており、短時間に偏った分布といえる。

病棟Bでは、中央値は16秒と病棟Aより長く、半数が16秒以内で終了している。一方で四分位範囲は47秒と広く、中央50%が7~54秒に分布しており、病棟Aに比べて長時間のアラームが多いことがわかる。

病棟Cでは、中央値は11秒で半数が11秒以内に収束している。中央50%が5~26秒に集中し、比較的短時間にまとまる。

	病棟A	病棟B	病棟C
件数	461	629	755
歪度	8.0	7.2	13.2
最頻値	1	2	1
中央値	8	16	11
平均値	21.7	71.8	29.3
四分位範囲	15	47	21
最小値	1	1	1
25%点 (Q1)	3	7	5
50%点 (Q2)	8	16	11
75%点 (Q3)	18	54	26
最大値	741	2623	1732

表1 各病棟のSpO₂下限アラームの継続時間の基本統計量



アラーム発生時のSpO₂低下量

モニタのログにはSpO₂下限アラーム発生時の計測値と設定閾値が保存される。アラーム発生時にSpO₂の値が閾値を超えてどれだけ低下したかを、以下のように「SpO₂低下量」を定義してアラームログ1件ごとに算出した。

アラーム発生時のSpO₂低下量 = アラーム閾値 - 計測値

アラームの発生時のSpO₂低下量 [%] のヒストグラムを示す。

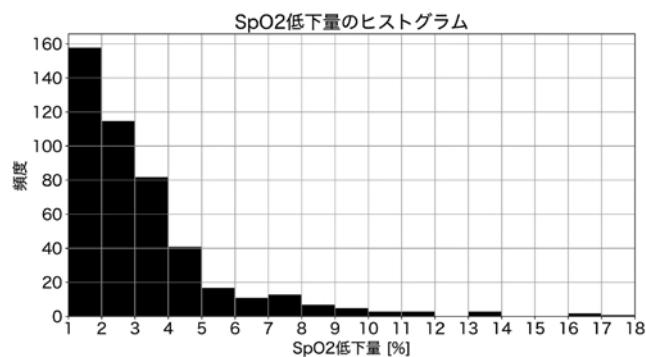


図3-1 SpO₂下限アラーム発生時のSpO₂低下量のヒストグラム（病棟A）。全体の半数のアラームのSpO₂低下量は2%以内である。



図3-2 SpO₂下限アラーム発生時のSpO₂低下量のヒストグラム（病棟B）。全体の75%のアラームのSpO₂低下量は2%以内である。



図3-3 SpO₂下限アラーム発生時のSpO₂低下量のヒストグラム（病棟C）。全体の半数のアラームのSpO₂低下量は2%以内である。

	病棟A	病棟B	病棟C
件数	461	629	755
歪度	2.6	4.8	2.6
最頻値	1	1	1
中央値	2	1	2
平均値	2.8	2.0	3.5
四分位範囲	2	1	3
最小値	1	1	1
25%点 (Q1)	1	1.0	1
50%点 (Q2)	2	1	2
75%点 (Q3)	3	2	4
最大値	18	25	30
90パーセンタイル値	6	4	8

表2 SpO₂低下量の統計量

表2にデータの統計量を示す。病棟Aでは中央値が2%で、全体の50%が閾値との差2%以内に収まっている。第3四分位数 (Q3) が3%であるため、75%の事象が差3%以内に集中していることが分かる。また、90パーセンタイル値が6%であることから、90%が差6%以内に収束している。

同様に病棟Bではさらに集中が強く、病棟Bでは中央値が1%、Q3が2%で、75%が差2%以内、90%が差4%以内に収まる。歪度 (4.8) が特に大きいことから、極端に小さい値に偏った分布といえる。

病棟Cでは中央値が2%、Q3が4%、90パーセンタイルが8%であった。

SpO₂下限アラームの発生様態まとめ

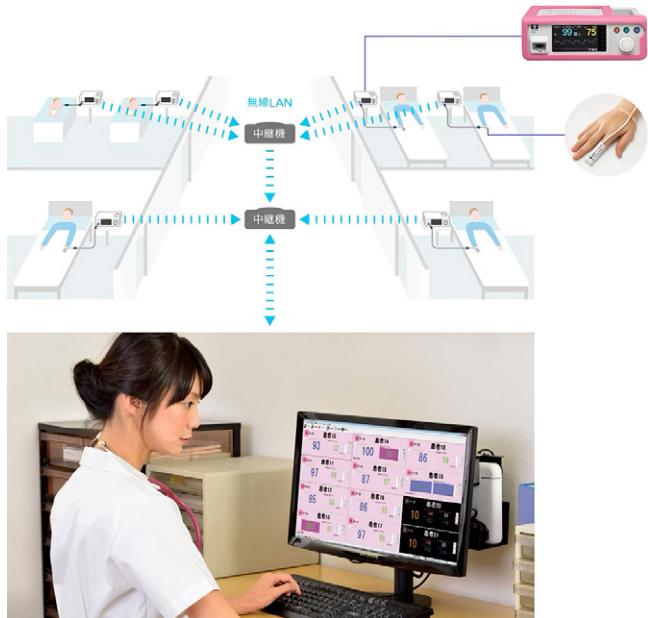
SpO₂下限アラームは多くの場合、計測値がアラーム制限値付近で発生するような小幅な低下 (SpO₂低下量のQ3は大きくて4) で終わるものや、短時間（継続時間の中央値は長くて16秒）のものが多いことがわかる。

3. SatSecondsとは

SatSecondsとは、瞬間的なSpO₂低下によるアラームを制御し、浅くても長時間にわたる低酸素状態ではアラームを発動させるコヴィディエンジャパン社独自のアラームマネジメントシステムである。前述したSpO₂下限アラームの発生様態を考慮すると、SatSecondsはSpO₂下限アラームの削減に寄与する可能性があると考え、SatSecondsの試用を検討した。

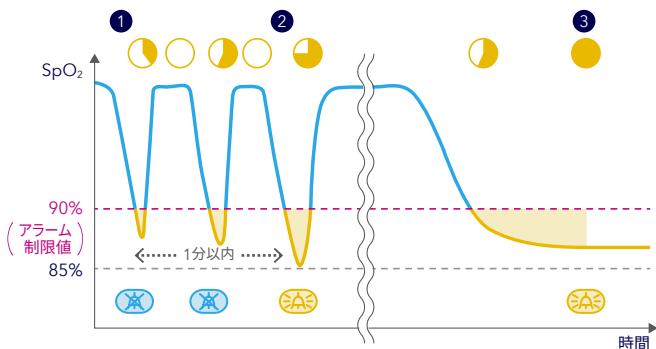
SatSecondsを使用するには

SatSecondsはアラーム制御アルゴリズムであり、SatSecondsアラームはベッドサイドモニタNellcor™ N-BSJ・Nellcor™ N-BSPで利用可能である。複数の患者をリモートモニタリングするには、セントラルモニタSAT-MeSSAGE™シリーズで利用可能である。



SatSecondsの特徴

以下、コヴィディエンジャパン社の資料⁽¹⁾よりSatSecondsの特徴を抜粋する。



• 低酸素状態の定量化

アラーム制限値(上限／下限)を逸脱したSpO₂(%) × 時間(秒)により、低酸素状態を定量化して蓄積し、SatSeconds値^{*}として円グラフで表示します。SatSecondsの制限値はOFF、10、25、50、100から選択でき、これに達するとアラームを発動します。

*SpO₂がアラーム制限値以上に戻った場合、蓄積されたSatSeconds値は減少します。

• 瞬間的なSpO₂低下によるアラームを制御

SpO₂が一時的に低下して、すぐにアラーム制限値以上に戻るような低酸素状態やアーチファクトにより瞬間的にSpO₂がアラーム制限値を逸脱した場合、SatSeconds制限値が制限値に達しなければアラームを発動しません。

• 安全性を高める「セーフティネット」

しかしながら、このような瞬間的なSpO₂の変化が何度も発生する場合は、医療者にそれを知らせなくてはなりません。SatSecondsアラームシステムでは、1分間に3回アラーム制限値に達した場合、SatSeconds制限値に達していくなくてもアラームを発動します。

• 浅いが長時間にわたるSpO₂の低下をキャッチ

アラーム制限値をわずかに下回る低酸素状態の場合、SatSeconds制限値に達しなければアラームを発動しません。しかし、このような浅い低酸素状態が持続し、SatSeconds値が制限値に達するとアラームを発動します。

4. SatSeconds利用を想定したアラーム数削減件数のシミュレーション

前述の3つの病棟のデータについて、アラーム発生時の「SpO₂低下量 × 継続時間」を計算し散布図にプロットした(図4)。プロットの円の大きさは同一ポイントの件数に比例して大きくなるようにした。青色のポイントは、SpO₂低下量 × 継続時間が25以下のポイントである。散布図の上側のヒストグラムはSpO₂低下量のヒストグラムであり、右側のヒストグラムはアラームの継続時間のヒストグラムである。

なお、SatSecondsは毎秒のSpO₂の低下量の積算値を評価するのに対し、アラームログで記録されるのはアラーム発生時の最下SpO₂値である。今回の計算値は厳密にはSatSecondsと異なることを記載しておく。

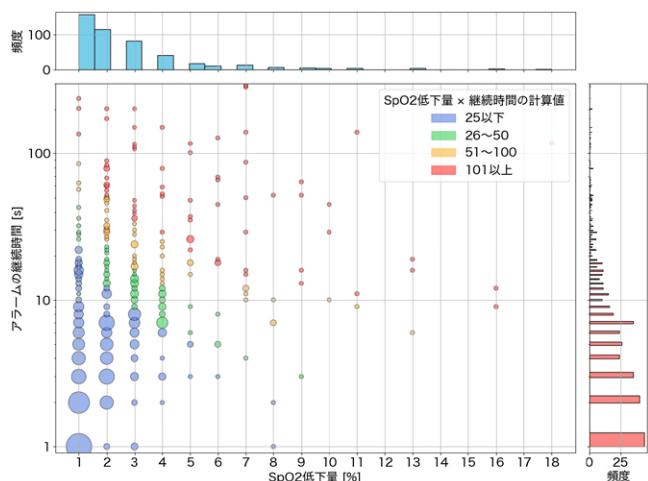


図4-1 シミュレーション結果(病棟A)。

計算値が25以下のアラームは全体の59%である。

SatSecondsを25に設定したと仮定すると59%のアラームが抑制される。

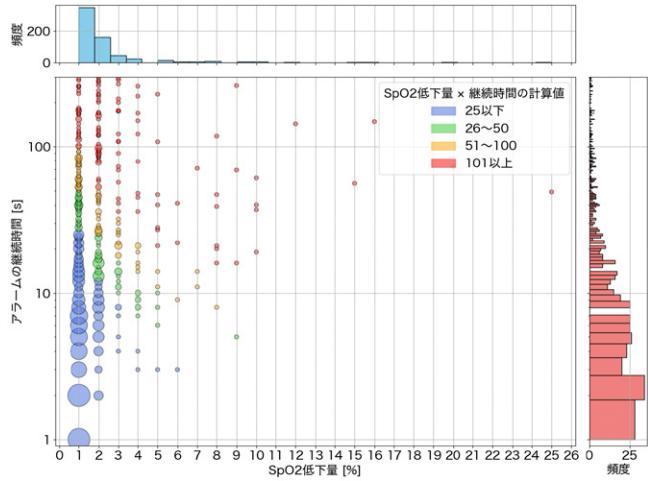


図4-2 シミュレーション結果(病棟B)。

計算値が25以下のアラームは全体の49%である。

SatSecondsを25に設定したと仮定すると49%のアラームが抑制される。

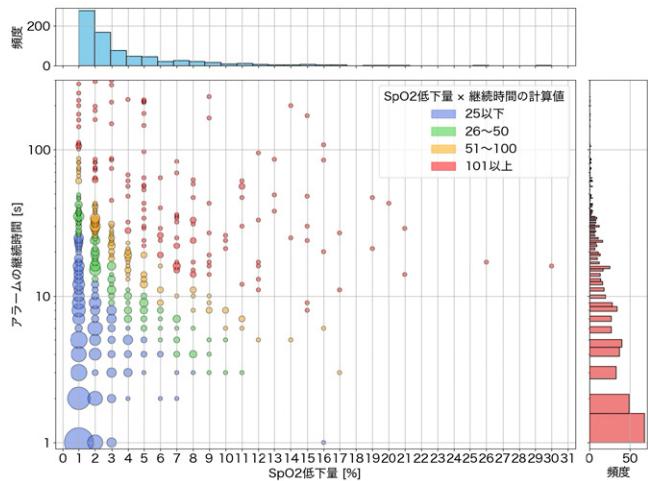


図4-3 シミュレーション結果(病棟C)。

計算値が25以下のアラームは全体の48%である。

SatSecondsを25に設定したと仮定すると48%のアラームが抑制される。

散布図の左下は、アラームの継続時間が短く、SpO₂低下量が小さいものである。逆に右上にいくとアラームの継続時間は長く、SpO₂低下量が大きいものである。

SatSecondsアラーム設定値が25の場合は、青色のプロットのアラームは抑制される。50が緑、100が黄色、100より大きいものは赤色で示した。

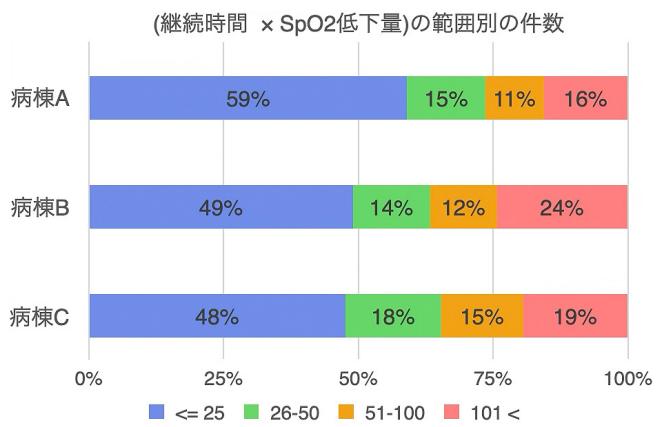


図5 「アラーム継続時間 × SpO₂低下量」値の範囲別の割合。
設定を25にした場合、青色のアラームは抑制される。

5. 臨床試用結果

SAT-MeSSAGEおよびN-BSJを試用して2症例のデータを取得した。それらを処理して、SatSecondsアラームとSpO₂下限アラームそれぞれのアラーム数と鳴動時間を算出した。SatSeconds制限値は、「SpO₂低下量が1%で25秒続いた場合、3%で約8秒続けばSatSecondsアラームが発生する」というような具体例をイメージして、25を選択した。アラーム制限値は症例に応じて選択した。表3に各症例のSatSeconds 制限値とアラーム制限値を示す。

	SatSeconds制限値 [%・s]	アラーム制限値 [%]
症例5	25	93
症例8	25	90

表3 臨床試用時のアラーム設定



SatSecondsアラーム数とSpO₂下限アラーム数の比較

SatSecondsアラーム数とSpO₂下限アラーム数をログデータより算出した。SatSecondsアラーム数はSpO₂下限アラーム数よりも31%、39%少なかった。



図6 SatSecondsとSpO₂下限アラームのアラーム数比較。
SatSecondsアラームはSpO₂下限アラームを31-39%削減した。

	アラーム数(件)		アラーム数 削減の割合
	SatSeconds	SpO ₂ 下限	
症例5	90	130	31%
症例8	28	46	39%

表4 SatSecondsアラームとSpO₂下限アラーム(算出)のアラーム数の比較。
SatSecondsアラームはSpO₂下限アラームを31-39%削減した。

SatSecondsアラームとSpO₂下限アラームの鳴動時間の比較
アラーム数と同様にアラームの鳴動時間の比較を行った。
SatSecondsアラームはSpO₂下限アラームよりも29%、27%短かった。

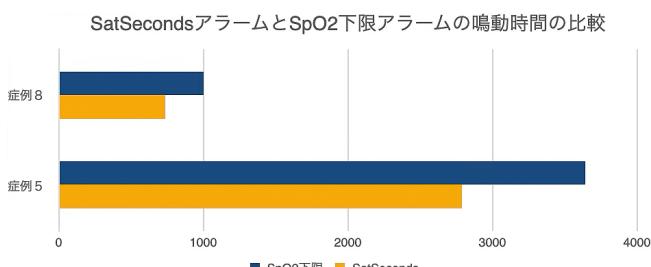


図7 SatSecondsとSpO₂下限アラームのアラーム鳴動時間の比較。
SatSecondsアラームはSpO₂下限アラームを23-26%削減した。

	アラーム鳴動時間(秒)		アラーム鳴動時間 削減の割合
	SatSeconds	SpO ₂ 下限	
症例5	2786	3640	23%
症例8	736	1000	26%

表5 SatSecondsアラームとSpO₂下限アラーム(算出)のアラーム鳴動時間の比較。
SatSecondsアラームはSpO₂下限アラームよりも鳴動時間が23-26%短かった。

6. 終わりに

SatSecondsはアラーム継続時間とSpO₂低下量を積算して評価する仕組みにより、短時間の一過性低下は抑制しつつ、浅い低下であっても長時間持続する場合は確実にアラームを発動する。また、1分間に3回アラーム制限値を下回る低下が発生した場合には、SatSeconds値の到達に関わらずアラームを発動する「セーフティネット機構」も備えており、安全性にも配慮された設計である。これらの特徴から臨床現場でも有用性が期待される。

当院での臨床試用の結果、2症例においてSatSecondsアラームは従来のSpO₂下限アラームと比較して、アラーム数・鳴動時間ともに減少することが確認された。この削減効果は単にモニタリング環境を静かにするだけでなく、臨床現場におけるアラーム疲労の軽減にもつながる。不要なアラーム対応が減少することでスタッフの業務負担が軽くなるとともに、臨床的に重要なアラームへの注意力を維持しやすくなり、結果として医療安全の向上にも寄与すると考えられる。

一方で、アラーム制限値およびSatSeconds制限値が患者背景に適合していない場合には、軽度～中等度の持続低下に対するアラームが遅延する可能性がある。そのため、患者状態に応じた適切なアラーム設定と、導入初期における慎重なモニタリングが重要である。

さらに、SpO₂は患者・環境要因によるアーチファクトの影響を受けやすいパラメータである。アーチファクトによるアラームを防ぐには、装着部位を定期的に変え、プローブやケーブルをしっかりと固定することが有効である。また、Nellcor™ OxySoft™ (2)のようなシリコン粘着のプローブを使用することで、より良好な装着状態が期待できる。加えて、酸素投与中であれば、酸素投与デバイスの装着状態や酸素投与の確実性を観察・確認することも重要である。



参考文献

- (1) Medtronic. (2025年9月16日). Nellcor™ N-BSJ / N-BSJP ベッドサイド SpO₂ 患者モニタリング システム – 製品仕様 (セールスシート) [PDF].
<https://www.medtronic.com/content/dam/covidien/library/jp/ja/product/pulse-oximetry/nellcor-bedside-spo2-patient-monitoring-system-sales-sheet.pdf>
- (2) Medtronic. (2025年9月16日). Nellcor™ OxySoft™ Pulse oximetry sensor [PDF].
<https://www.medtronic.com/content/dam/medtronic-wide/public/asia-pacific/japan/products/patient-monitoring/nellcor-oxysoft-sensor-brochure-ja.pdf>

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意点等の情報につきましては
製品の電子添文をご参照ください。

© 2025 Medtronic. Medtronic及びMedtronicロゴマークは、Medtronicの商標です。
TMを付記した商標は、Medtronic companyの商標です。

Medtronic

お問い合わせ先
コヴィディエンジャパン株式会社

Tel : 0120-998-971
medtronic.co.jp

製造販売元：有限会社メディカルライシステム
販売名：SAT-MeSSAGEシリーズ
医療機器認証番号：227ADBZX00162000

製造販売元：コヴィディエンジャパン株式会社
販売名：ネルコアオキシセンサIII
医療機器届出番号：13B1X00069PS006A

製造販売元：コヴィディエンジャパン株式会社
販売名：ベッドサイドSpO₂モニタリングシステムJP
医療機器認証番号：226AABZX00078000