



わかりやすく
解説しています

よくわかる パルス オキシメータ



- COI（利益相反）について
一般社団法人日本呼吸器学会は、COI（利益相反）委員会を設置し、内科系学会とともに策定したCOI（利益相反）に関する共通指針ならびに細則に基づき、COI状態を適正に管理している。<COI（利益相反）については、学会ホームページに指針・書式等を掲載している。>
以下に、「よくわかるパルスオキシメータ」執筆者のCOI関連事項を示す。
- 1) 研究助成金等に関する受入状況
(企業名) アステラス製薬(株)、エーザイ(株)、小野薬品工業(株)、グラクソ・スミスクライン(株)、中外製薬(株)、日本ベーリンガーインゲルハイム(株)、ノバルティス ファーマ(株)、ファイザー(株)
 - 2) 講演料・原稿料等の受入状況
(企業名) アクテリオン ファーマシューティカルズ ジャパン(株)、アストラゼネカ(株)、(株)医学書院、MSD (株)、杏林製薬(株)、グラクソ・スミスクライン(株)、第一三共(株)、武田薬品工業(株)、中外製薬(株)、(株)ツムラ、日本ベーリンガーインゲルハイム(株)、ノバルティス ファーマ(株)、ファイザー(株)、(株)メディックメディア
 - 3) 作成委員の個人的収入に関する受け入れ状況
本学会の定めた開示基準に該当するものはない。

一般社団法人日本呼吸器学会

<http://www.jrs.or.jp/>

〒113-0033 東京都文京区本郷3-28-8 日内会館7F

TEL:03-5805-3553 FAX:03-5805-3554

■編集協力／株式会社 法研

許可なしに転載、複製することを禁じます。

H26.4初 ① H26.4 / 20,000 (計 20,000)



日本呼吸器学会

はじめに

日本呼吸器学会では、一般の方や患者さん向けに、パルスオキシメータの測定方法と酸素飽和度(SpO₂)の評価についてまとめた本小冊子『よくわかるパルスオキシメータ』を作成しました。パルスオキシメータは当時日本光電工業(株)に所属した青柳卓雄氏が発明したものです。その後ミノルタ[現在のコニカミノルタ(株)]が現在の主流となるパルスオキシメータを発売しました。比較的安価で、侵襲なく、簡単にSpO₂が測れることから、医療者だけでなく、最近では在宅酸素療法をしている患者さん、高地旅行や航空機内などで一般の方も利用されています。SpO₂の測定自体は手軽ですが、測定値は生命に直結する重要な情報です。正しく測定を行い、適切に対応することで、日々の体調を管理し、重篤な状態を回避することもできます。呼吸器疾患の患者さんたちからも、わかりやすく信頼できる解説書が欲しいという要望が寄せられていました。

この小冊子の作成にあたっては、日本呼吸器学会肺生理専門委員会が中心となって、コニカミノルタや日本光電工業の技術者の方にも監修に加っていただきました。この小冊子がSpO₂の正しい知識の普及と皆様の健康維持と疾病のコントロールのため役立つことを祈念しています。

2014年3月

日本呼吸器学会 肺生理専門委員会 委員長 金澤 實

もくじ

パルスオキシメータの基本事項

Q: 酸素飽和度 SpO ₂ とは何ですか？	3
Q: 値が低い時にあわてずにチェックする項目は？	4
Q: 酸素吸入時には値をいくつ以上に維持すれば良いですか？	5
Q: 表示の見方を教えてください。	6
Q: プローブ装着後すぐに出た値を読めばいいですか？	7
Q: SpO ₂ 値が正常なら体内で酸素は十分に運ばれていますか？	8
Q: 息苦しくても SpO ₂ 値が正常な場合がありますか？	9
Q: プローブは体のどこにつけても良いですか？	10
Q: プローブをずっとつけていると火傷になりますか？	11
Q: 機器の精度には国の定めた基準がありますか？	12
Q: 機器の価格の違いは精度にも影響しますか？	13

使用シーンに合わせて

●在宅酸素療法時

Q: 体動時の測定は必要ですか？	14
Q: 症状が悪化した時、値をどのように参考にしたら良いですか？	15
Q: 酸素吸入しているのに値が下がることはありますか？	16
Q: 機器の購入に際して公的な補助はありますか？	17

●旅行時

Q: 航空機の中で SpO ₂ 値を測定することはできますか？	18
Q: 登山や高所に旅行する際、パルスオキシメータを携帯する必要がありますか？	19

●睡眠時

Q: 睡眠中に、なぜパルスオキシメータで酸素の値を測定するのですか？	20
Q: 酸素飽和度低下指数 (ODI) は肥満の影響を受けますか？	21

コラム パルスオキシメータで測定したSpO₂でSASの簡易診断が可能です 22

Q 酸素飽和度SpO₂とは何ですか？



A

肺から取り込んだ酸素は、赤血球に含まれるヘモグロビンと結合して全身に運ばれます。SpO₂とは、心臓から全身に血液を送り出す動脈の中を流れている赤血球に含まれるヘモグロビンの何%に酸素が結合しているか(酸素飽和度)、皮膚を通して(経皮的に)調べた値です。

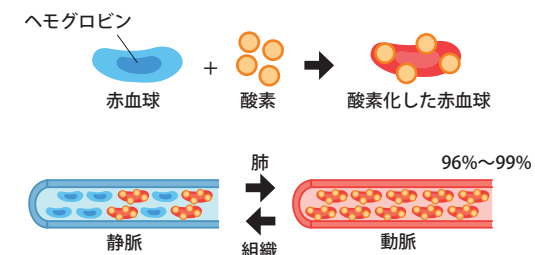
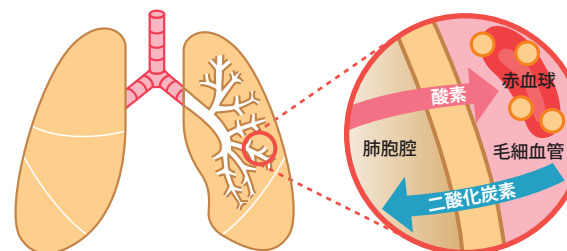


酸素はどのようにして全身に運ばれるのでしょうか？

空気中の酸素は呼吸により、小さな風船が集まった構造の肺胞に運ばれます。酸素はヘモグロビンと結合し、全身に運ばれます。ヘモグロビンは鉄を含み、これに酸素が結合すると鮮紅色となります。正常ではヘモグロビンの

約96~99%に酸素が結合し、その比率を動脈血酸素飽和度(SaO₂)と呼びます。パルスオキシメータで皮膚を通して光の吸収値で測定したのが酸素飽和度SpO₂で、SaO₂とほぼ同じ値を示します。

$$\text{動脈血酸素飽和度 (SaO}_2\text{、サチュレーション、\%)} = \frac{\text{酸素と結合したヘモグロビン量}}{\text{全体のヘモグロビン量}}$$



Q 値が低い時にあわてずに チェックする項目は？



A まず、きちんと測定されているかをチェックします。酸素飽和度は脈拍変動を感知して酸素飽和度の動脈成分を計算していますので、腕を動かすと変動しますし、安定した値を得るのに装着してからしばらく時間がかかります。脈拍がしっかりと検知されているかどうかチェックしましょう。



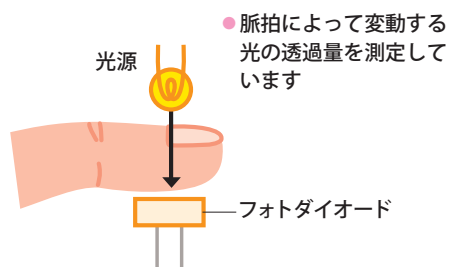
酸素飽和度が、本当の値を示さない場合があるので注意しましょう

経皮的酸素飽和度 SpO₂ は、赤色光と赤外光の2つの光が指を通過する光の量で測定されます。多くの酸素が結合し、鮮紅色となった動脈血では赤外光が多く吸収されます。しかし、指には動脈、静脈、間質組織があり、各々酸素飽和度は異なります。そこで、動脈は脈を打っているのだから、脈を検知することによって動脈血の酸素飽和度を測

定しています。手を動かしたり、指が冷たいなどの末梢循環が悪いと正しく測定されません。測定時には以下の項目をチェックしましょう。

測定時の注意点

- 運動直後の数値は体動の影響があります。20～30秒後の値を読み取っていますか。
- 安静時の状態を測定する時は、呼吸や心拍が安静時に戻っていることを確認し、測定しましたか。
- 測定部位は動かさず静止の状態で測定していますか。
- 爪のマニキュアや白癬症で光の透過を妨げていませんか。
- 測定機器がはずれていませんか。
- 屋外など強い光の下で測定していませんか。
- 手足が冷たくなっていませんか。
- 指のむくみはないですか。
- しっかり動脈拍動を検知していますか（P6参照）。
- 装着直後ではなく、動脈拍動を検出してから20～30秒後に読み取っていますか。



Q 酸素吸入時には 値をいくつ以上に 維持すれば良いですか？



A 酸素飽和度 SpO₂ は、酸素吸入時に90%以上に酸素流量を維持します。SpO₂ が90%以上であれば、通常は充分組織に酸素が供給されているので、健康な方の標準値を維持する必要はありません。ただし、何らかの原因で組織に充分な酸素が供給されない場合には少し高めに維持します。



なぜ SpO₂ を90%以上に維持するのでしょうか？

SpO₂ が90%未満は呼吸不全の状態です。長期に継続すると、心臓や脳といった重要な臓器に充分な酸素が供給されず、障害を起こすことがあります。そこで、SpO₂ を90%以上に維持する必要があります。健康な方の SpO₂ の

標準値は96～99%ですが、酸素吸入にて標準値を維持する必要はありません。むしろ、標準値を維持するために酸素量を増やすと、二酸化炭素が身体に貯留してしまふことがあります。

● SpO₂90% 以上を維持しましょう



● 必要以上の過剰な酸素流量は、二酸化炭素の貯留を来すことがあるので注意しましょう！



急激に二酸化炭素が身体に貯留すると、頭痛、発汗、血圧上昇を来し、最悪の場合、昏睡状態になってしまいます（CO₂ナルコーシス、P16参照）。

Q 表示の見方を教えてください。



A パルスオキシメータには、酸素飽和度 SpO₂ と脈拍数の2つの数値が表示されます。



パルスオキシメータの装着方法

パルスオキシメータは、プローブ（センサー部）、機器本体、プローブと本体をつなぐケーブルからできています（図1）。また、機器本体とプローブが一体



となったものもあります（図2）。SpO₂を測定する場合、発光部が爪側、受光部が指の腹側になるようにプローブを装着します。



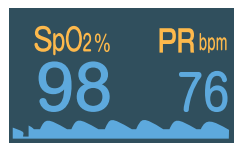
表示数値およびマークの示す意味

パルスオキシメータは、プローブの発光部から赤色光と赤外光を指先に当て、拍動する動脈の血流を検知しています。動脈血の測定データから SpO₂ と脈拍数を計算し表示しています。

波状や帯状のマークが変動している時は、動脈の血流が検知できていることを

示しています（機種により表示の仕方が異なります）。

●表示は機種により異なる



Q プローブ装着後すぐに出了値を読めばいいですか？



A SpO₂ は、プローブ装着後一定の時間あるいは脈拍数ごとに得られた値を平均して求めます。従って脈拍が安定してから数値を読みましょう。



パルスオキシメータは平均値（移動平均）で表示しています

パルスオキシメータは、赤色光と赤外光の2つの波長の光を出して、その比から酸素飽和度を計算します。プローブを指に装着すると、体外から当てられた光は、動脈のみならず静脈血や組織（毛細血管）でも吸収されます。動脈には拍動がありますので、拍動している成分を分析しているわけです。SpO₂ は一定時間（6～12秒）、あるいは一定の脈拍数ごとに得られた値を平均して求めます。そのためプローブ装着後早いものでは6～8秒で数値が表示されます。その後は、一般に直近の数秒間相当の平均値を1秒毎に更新して表示されます。

短時間に SpO₂ が変動する場合には、測定値に時間遅れ、すなわち応答の遅れと平均化の影響が表示に出ますので、注意が必要です。この応答の速さは機種により異なります。

測定の状況が安静時であれば、測定値の時間の遅れを考慮する必要はありませんが、酸素を投与、運動、体位変換など呼吸循環動態が変化した直後などでは、測定値の時間の遅れを考慮する必要があります。

プローブを装着してすぐにではなく、脈拍が安定する20～30秒後に数値を読んでください。

Q SpO₂値が正常なら 体内で酸素は十分に 運ばれていますか？



A 必ずしもそうとは限りません。SpO₂ 値は酸素が結合しているヘモグロビンの割合を表しているため、貧血でヘモグロビンが少ない状態では、SpO₂ 値が正常でも血液中の酸素の量は少ない場合があります。



SpO₂ 値の解釈には注意が必要

SpO₂ は簡易的な測定ですから測定自体の正確さには限界があります。プローブを着ける指先の循環が悪い場合や爪に濃いマニキュアをつけている場合などには、SpO₂ 値が正確に測定できず低い値となる場合がありますので、注意が必要です（P4も参照）。

測定方法が正しくてSpO₂ 値が正常の場合でも、血液中の酸素の量は充分ではないかもしれません。SpO₂ 値は酸素が結合しているヘモグロビンの割合（%）を表しているため、ヘモグロビン自体が少ない状態である貧血では、SpO₂ 値が正常でも、血液中の酸素の量は少ない場

合があるからです。また、パルスオキシメータでは、酸素に結合したヘモグロビンと一酸化炭素に結合したヘモグロビンを区別できないため、一酸化炭素中毒や喫煙直後では、SpO₂ 値が正確には測定できない場合がありますので注意が必要です。

さらに、血液による酸素の運搬は、血液中の酸素の量とともに、それを組織に送り出す心臓の働きにも影響されます。よってSpO₂ 値が正常の場合でも、心不全があると酸素の運搬量は不足することもあります。

Q 息苦しくても SpO₂値が正常な場合が ありますか？



A 珍しくありません。息苦しさ（呼吸困難）の原因の全てが、SpO₂ 値低下（血液中の酸素の量の低下）によるとは限らないので、SpO₂ 値が正常でも息苦しさを感ずる場合があります。



息苦しさ（呼吸困難）とSpO₂ 値低下は別物

息苦しさ（呼吸困難）は、必ずしも低酸素血症だから生じるわけではなく、SpO₂ 値が正常でも息苦しさを感ずる場合があります。

たとえば、気管支喘息や慢性閉塞性肺疾患（COPD）では、呼吸困難の度合いが進んでもSpO₂ 値の低下が見られない場合があります。呼吸困難はSpO₂ 値の低下のみで生じるわけではないことがわかります。

呼吸困難は、痛みなどとは異なり、単一の神経が刺激されて感知する単純な感覚ではありません。息苦しさの感覚は、

呼吸がスムーズにできているかをチェックするいくつもの情報が、血液だけでなく呼吸中枢や呼吸筋、肺組織からも集められ、さらに精神的要素なども加わって総合的に大脳で形成されるといわれています。

精神的ストレスが原因でみられる過換気症候群では、息苦しさを感ず呼吸が速くなりますが、肺や心臓の病気などを伴わない限りSpO₂ 値は低下しません。

健常人では運動時もSpO₂ 値は低下しませんが、呼吸が速くなり息苦しいと感ずることもあります。

Q プローブは体のどこにつけても良いですか？



A 装着部位として手の指、足の指、耳たぶ、鼻筋、足背、手の甲、前額（反射型）などがあり、プローブごとに使用法は異なります。クリップタイプでは手または足指の爪を発光部に向け、奥までしっかり入れ、スポット測定を行います。その他の部位では主に密着タイプが使われます。密着タイプでは様々な部位で長時間測定が可能です。

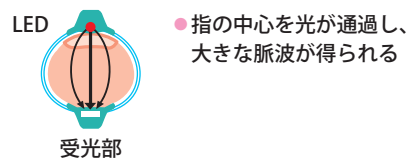
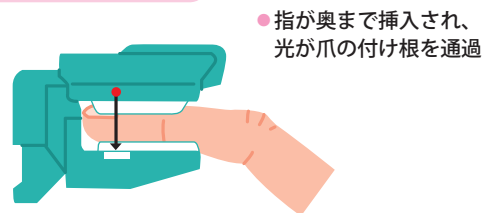


プローブの装着部位に関する注意

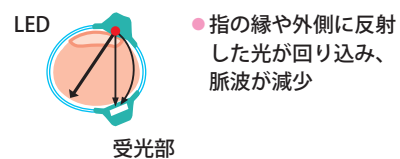
爪の上でなくても測定可能ですが、マニキュアや爪白癬症が結果に影響する可能性があります。プローブは一定の厚み（約10mm）を想定して設計されており、部位により脈波の強さにも違いがあります。第2～5指の中で脈波が検出しやすい手の指での測定が適切と考えられます。耳たぶは通常指より脈波が弱い

ですが、末梢循環障害がある場合は指より測定に適しています。一方、動脈血ガス（酸素）の変化は手の指で耳たぶより数秒、足の指で手の指より約1分遅れるため、足では酸素飽和度の変動をすばやく捉えられません。足背や手の甲は主に乳幼児で使用されます。

良い装着位置



悪い装着位置



Q プローブをずっとつけているとやけど火傷になりますか？



A 発光部直下の温度上昇は約2～3℃ですが、密着タイプのプローブを過剰にテープ固定して長時間経過した場合、熱傷が発生する危険があります。長時間、同じ部位に装着しない方が安全と考えられます。



プローブの装着方法に関する注意

装着部位の火傷は圧迫が強いときに起きます。原因として発光部の温度上昇に加え、圧迫による血流減少が熱の放散を抑制することが考えられます。また、装着部位には皮膚の阻血性壊死やテープなどによるかぶれも発生する危険性があります。従って、密着タイプのプローブの固定には、発光部と受光部の位置関係を適切に保つことに加え、密着の程度、テープの種類と貼り方、定期的な部位の変更などに注意が必要となります。

装着時間はディスプレイの密着タイプでは約8時間以内、リユーズタイプのクリップタイプでは30分から4時間以内とされていますが、個々の製品により異なるため、必ず確認してください。



● ディスポーザブルの密着タイプでも8時間以内に観察と部位変更を行う

さらに短時間での観察と変更を！

- 新生児や高齢者
- 高熱、昏睡、末梢循環不全、皮膚に病変のある患者さん

Q

機器の精度には国の定めた基準がありますか？



A

2014年度内をめどに、国家規格であるJIS（日本工業規格）を定める予定です。人を用いた精度規格を用いているISO（国際標準化機構）の基準になる予定です。

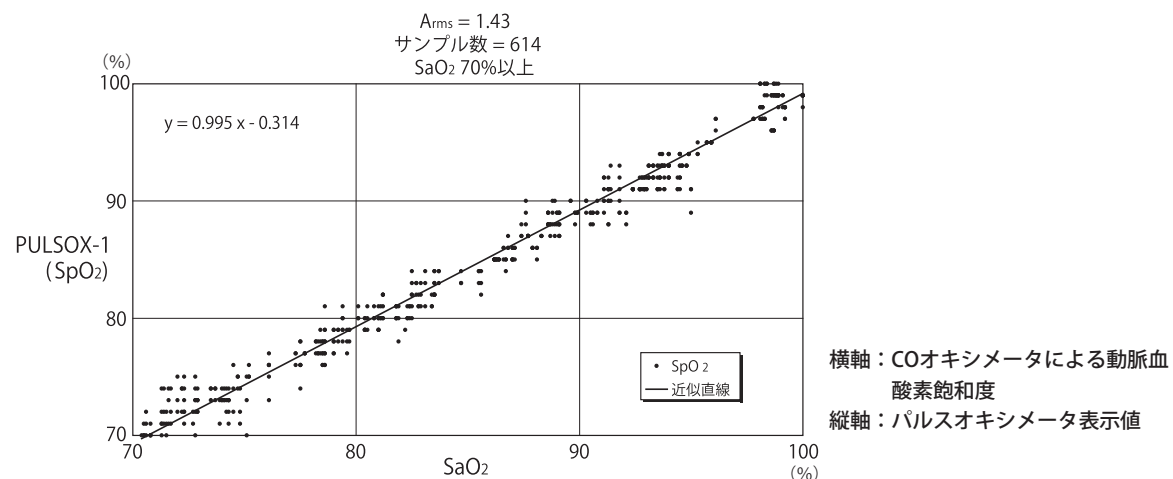


採血による測定値に近い値を示すパルスオキシメータ

日本の精度基準を、国際的な基準に合わせる作業が進行中です。2014年度内には、日本の基準は国際基準に合ったものになる予定ですが、その基準は採血して測定した酸素飽和度に対して、同時に測定したパルスオキシメータの酸素飽和

度 (SpO₂) がどれだけ一致しているかを表すものになります。現在、販売されているパルスオキシメータでは、この国際基準に沿って精度表記をしているメーカーとそうでないメーカーが混在しています。

●コニカミノルタ PULSOX-1 の酸素飽和度精度データ



Q

機器の価格の違いは精度にも影響しますか？



A

はい、影響します。「精度」の意味を、「測定している時に正しい値をどれだけ表示しているかという測定性能」と広い意味で捉えれば、一般論として、廉価な機種では精度評価が不十分なものがあります。



測定精度が開示されている機器は精度が確かです

パルスオキシメータは光を使って測定しており、測定時に発生するノイズ（雑音）信号をいかに効果的に処理できるかによって、測定性能に違いが出ます。また、以下のような状況などで、測定性能に差が出てきます。

測定に差が出るケース

- 指先の脈動が弱い時（指が冷えている時）
- 動作している時など、センサーと指の部分に軽微なズレが生じる時（体を動かしている時、機器が動いている時）
- 酸素飽和度が低下している時

一定以上の価格の信頼できるメーカーでは、困難な測定状況でも正確に測定できる工夫がなされており、それが価格にも反映されています。

一方、安価すぎる機種ですと、寒い時に測れなくなる、酸素飽和度が低下している時に追随せず、本来の値とは大きくかけ離れた値を表示する、といったことが多くなります。また、安価な機種では、耐久性が落ちる（すぐに壊れる）ものもありますのでご注意ください。

Q 体動時の測定は必要ですか？



A 慢性呼吸器疾患では、動作の際に酸素不足を来します。極端な酸素不足になると体に負担をかけてしまいます。パルスオキシメータで SpO₂ の値を確認し、動く時の目安にすることにより、体動時の酸素不足を予防することが可能です。しかし、体動の影響で誤表示することがありますので、主治医に相談してください。

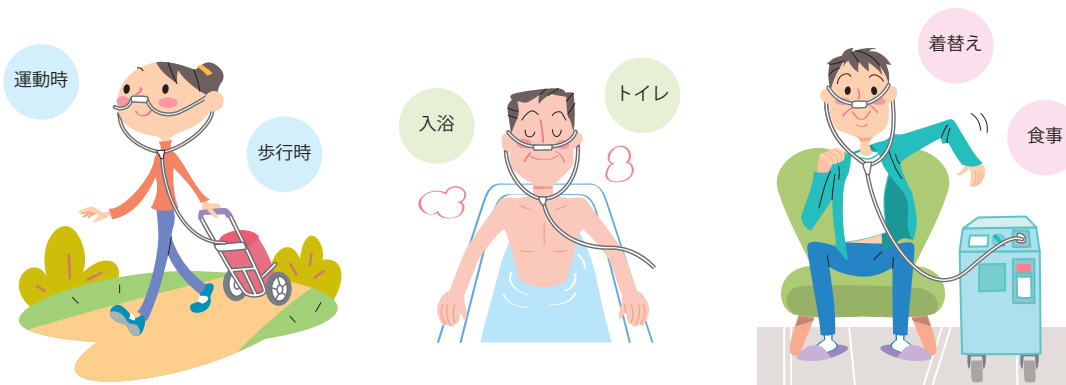


パルスオキシメータを、動く時の目安に

慢性閉塞性肺疾患（COPD）をはじめとする慢性呼吸器疾患では、図に示した様々な動作によって酸素不足を来し、SpO₂ が低下します。動くことにより身体活動を高めることは予後の改善につながりますが、極端な酸素不足になるとかえって体に負担をかけてしまいま

す。そのため、パルスオキシメータを用いて、これらの動作の際に SpO₂ の値を確認すると、動く時の目安となり、体動時の酸素不足を予防することが可能です。動く時の SpO₂ の限界は 88% とされていますので、動作をする時には、この値以下にならないようにしましょう。

- これらの動作は酸素不足を起こしやすい動作です
このような動作をする時には SpO₂ を測定して、動作を行う際の参考にしてみましょう



体動時には振動の影響により誤表示することが多く、測定の際は事前に主治医に相談してください。

Q 症状が悪化した時、値をどのように参考にしたら良いですか？



A 慢性閉塞性肺疾患（COPD）や気管支喘息では、かぜや気管支炎などの気道感染を起こすと、増悪や喘息発作を来します。病状が進行すると、酸素の取り込みができなくなり、生命に関わる場合があります。増悪の症状があり、SpO₂ が 90% を下回る時は呼吸不全と考え、速やかにかかりつけ医に報告または受診をしてください。

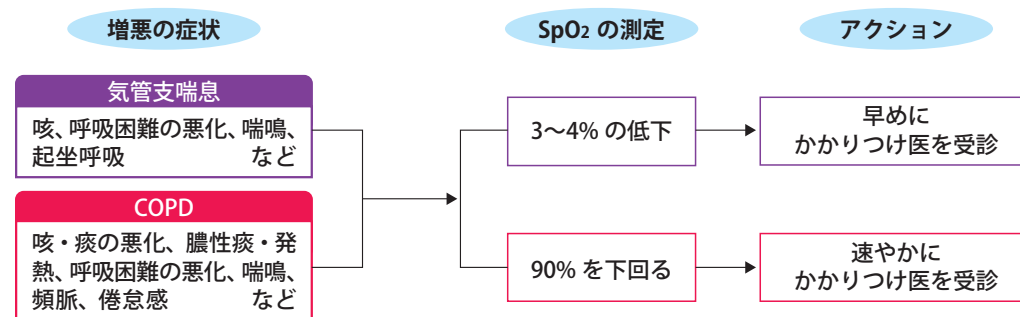


増悪の症状があり、SpO₂ が低下した時は早めの受診を

COPD や気管支喘息では、かぜや気管支炎などの気道感染を起こすと、増悪や喘息発作を来します。病状が進行すると、酸素の取り込みができなくなり、生命に関わる場合があります。パルスオキシメータによる SpO₂ の測定は、増悪の際の受診の重要なポイントとなります。図に示したような増悪の症状に加えて、

SpO₂ が普段の値から 3～4% 低下した場合には増悪により緊急で治療が必要である可能性が高いと考えられ、早めの受診が必要です。特に SpO₂ が 90% を下回ることが持続する場合には呼吸不全と考えられ、多くの場合入院加療が必要となります。速やかにかかりつけ医に報告、または受診をしてください。

- おちついているときの SpO₂ の値をあらかじめ確認しておきましょう



Q 酸素吸入しているのに 値が下がることは ありますか？



A はい、値が下がる場合があります。値が下がる主な原因として、指が冷たくなるなど指先の脈のシグナルが弱くなった場合、歩行するなど体を動かして体に負担がかかった場合、睡眠中に呼吸が浅くなったり無呼吸になった場合、不用意に高流量の酸素を吸入したり病状が悪化した場合などがあります。



不用意な高流量の酸素吸入とCO₂ナルコーシス

呼吸のリズムを決める呼吸中枢は、通常は血液の中の二酸化炭素が高くなると速くなり、低くなると遅くなるように呼吸をコントロールします。肺の機能が高度に障害されると、いつも血液の二酸化炭素が高くなるため、呼吸のリズムは血液中の酸素が低いと速くなり、高いと遅くなるように呼吸中枢のしくみが変わります。そのため、不用意に高流量の酸素を吸入すると呼吸中枢が体に酸素が十分にあると勘違いしてしまい、呼吸が遅くなって二酸化炭素が急に体にたまり、酸素もかえって低くなってしまいます。二酸化炭素が急に体にたまると、頭痛や強い眠気などの症状、場合によっては意識

障害が現れます。これをCO₂ナルコーシスといいます。また、睡眠薬や精神安定剤も呼吸のリズムを遅くするので、肺の機能が高度に障害されている場合は、服用に注意が必要です。



Q 機器の購入に際して 公的な補助は ありますか？



A はい。パルスオキシメータの購入に関しては、重度障害者日常生活用具給付事業と難病患者等日常生活用具給付事業の2つの公的な助成制度があります。給付事業は自治体によって異なります。詳細は各自自治体の福祉課や病院の総合相談センター、医療福祉相談室の医療ソーシャルワーカーにご相談ください。

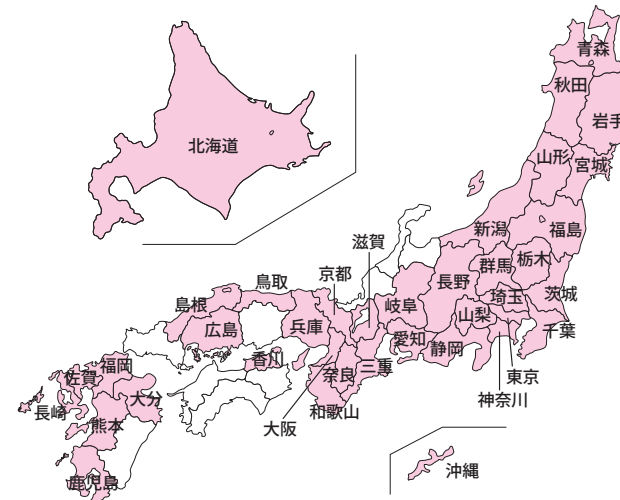


重度障害者日常生活用具給付事業とは

障害者総合支援法に基づいて身体障害者の方や高齢者の方々が生活を維持・向上していくために市町村が実施している事業です。在宅呼吸ケア白書では、身体障害者手帳を持っている人の11%がパルスオキシメータ購入補助を活用してい

ました¹⁾。5年に一度など補助の対象期間が限定されているため、短期間で故障すると修理費用は自己負担になります。図は購入補助を行う市町村がある都道府県のめやすです²⁾。補助を行う市町村は増えてきています。

● 補助を行う市町村がある都道府県のめやす（2013年11月現在）



参考文献

- 1) 日本呼吸器学会 肺生理専門委員会 在宅呼吸ケア白書ワーキンググループ（編）. 在宅呼吸ケア白書 2010. 東京：日本呼吸器学会. 2010.
 - 2) コニカミノルタ. 助成制度の紹介, パルスオキシメータ知恵袋, パルスオキシメータ購入前の知恵袋.
- ・ <http://www.konicaminolta.jp/instruments/knowledge/pulseoximeters/before/promotion/index.html>

Q 航空機の中でSpO₂値を測定することはできますか？



A 測定できますし、正しく作動します。航空会社にもよりますが、航空機に搭載する医療機器として採用している場合があります。全てではありませんが、電子機器としての安全性が確認されている機器もあり機内でも使用できます。



飛行中の機内は酸素不足？

航空機は高度 9,000 ~ 12,000m の成層圏を飛行します。上空の気圧が低いため、客室内の気圧は低くなります。平地では 1 気圧ですが、機内では 0.8 気圧まで低下する場合があります。これは吸入する酸素濃度に換算すると、平地（1 気圧）で約 16% の酸素を吸入する状態に相当します。通常は空気中の酸素は 21% ですから、かなりの低酸素状態になることがわかります。離陸から一定の高度に達するのに約 20 分とすると、健常人であっても短時間のうちに軽い低酸素状態に陥ることがわかります。従って慢性閉塞性肺疾患（COPD）など慢性呼吸器疾患の患者さんや慢性呼吸不全で在宅酸素療法施行中の患者さんでは、さらなる低酸素状態に陥る危険性があり慎重を要します。パルスオキシメータでの SpO₂ 測定が大切になります。



電子機器としての安全性が全ての機器で確認されているわけではありませんが、例として挙げますと、コニカミノルタ社製の PULSOX シリーズは、電子機器が共存しても正しく動作することを保証する規格（IEC60601-1-2）に適合しており、機内でも安全に使用できます。

Q 登山や高所に旅行する際、パルスオキシメータを携帯する必要がありますか？



A 大変役立ちます。最近では旅行会社が高所トレッキングにパルスオキシメータを携行することも稀ではありません。特に高齢の方が参加されるツアーでは、高山病の早期発見に重要な役割を果たします。海外の標高の高い山に挑戦する登山家には、携行することが推奨されています。



高所ではどのくらいの低酸素？

標高が高くなるにつれ気圧が下がるために酸素が不足していきます。標高約 5,500m で気圧は 1/2 になります。これは平地の 1 気圧のもとで 10% 酸素を吸入することに相当し、通常空気中にある 21% 酸素の半分ほどしかかないことになります。従って、登山や高所トレッキングには、酸素不足による急性高山病の



危険性が常に伴います。あまり高いと思えない標高でも、約 2,500m を超えると高山病の症状が出て不思議ではありません。このため高山病の早期発見のためにもパルスオキシメータを携行することが一般的となりつつあります。なお、日本登山医学会でも高山病予防のためのパルスオキシメータの利用を推奨しています。

参考文献

- ・日本登山医学会 増山茂. トレッカーのみなさんへ：急性高山病について. 2004.
- ・ http://www.016.upp.so-net.ne.jp/JSMM2006/pdf/trekker_AMS.pdf

Q 睡眠中に、なぜパルスオキシメータで酸素の値を測定するのですか？

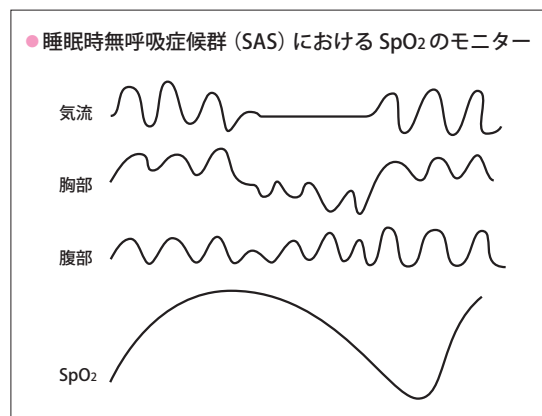


A 睡眠時無呼吸症候群（SAS）の診断と重症度の判定をするためです。無呼吸をパルスオキシメータで酸素飽和度（SpO₂）の低下として捉えることができます。睡眠中の SpO₂ 低下の頻度、程度、時間は、無呼吸の頻度と継続時間を反映します。



SASの簡易診断にはパルスオキシメータが必須です

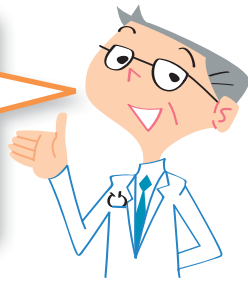
鼻口での気流が10秒以上停止した状態を無呼吸、気流が半分以下に低下した状態を低呼吸と呼びます。正常では睡眠中の無呼吸と低呼吸を合わせた回数（無呼吸低呼吸指数：AHI）は5回/時未満ですが、5回/時以上になった時にSASと診断します。SASの正式な診断には、口・鼻の気流の測定に加え脳波など多チャンネルの測定が必要です（ポリソムノグラフィー）。一方、簡便なスクリーニング検査として、無呼吸の代わりにSpO₂の低下頻度（酸素飽和度低下指数：ODI）を用いる簡易検査が行われています。パルスオキシメータはできるだけ一晩中着けます。データを記録し、PCで解析するパルスオキシメータを使用します。



Q 酸素飽和度低下指数（ODI）は肥満の影響を受けますか？



A ODIは睡眠中にSpO₂が普段よりも1時間あたり3～4%低下した回数を表します。肥満では正常に比べて肺気量が低下しているため、同じ無呼吸時間でもSpO₂の低下は大きくなり、ODIも大きく出る傾向があります。



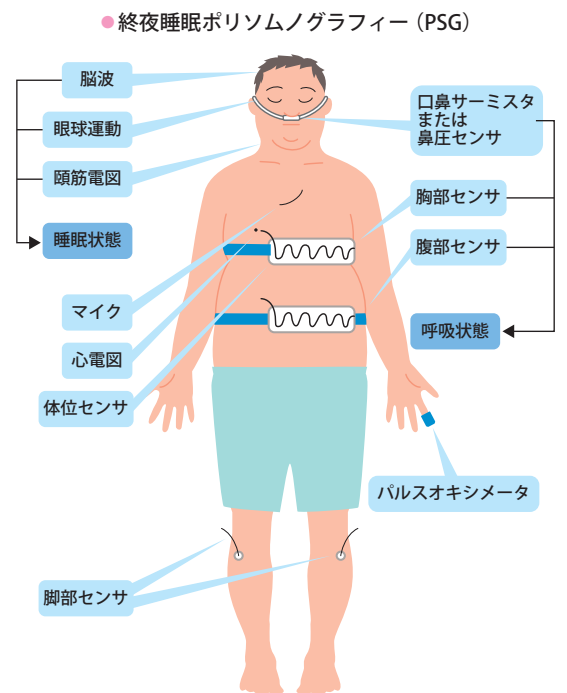
SASの確定診断は無呼吸の回数で行うべきです

通常、睡眠時無呼吸症候群（SAS）の重症度は無呼吸低呼吸指数（AHI）の大きさに判定しますが、その理由は、AHIがSAS患者の心血管系の重大な疾患の合併や生命予後に最も関係するからです。多数のSAS患者にすべてポリソムノグラフィー（PSG）を施行することは困難で、スクリーニング目的でSpO₂を用いた簡易型診断を行うことは意味があります。重症者では簡易型診断だけでも治療を行うことができます。ただし、肥満者などではAHIとODIが食い違うことをよく理解しておくことが重要で、やはりSASの確定診断には原則としてAHIを測定するPSGで行うべきです。

参考文献

・Bradley TD, et al. Physiological determinants of nocturnal arterial oxygenation in patients with obstructive sleep apnea. J Appl Physiol 1985; 59: 1364-8.

・Hurewitz AN, et al. Voluntary breath holding in the obese. J Appl Physiol 1987; 62: 2371-6.



パルスオキシメータで測定した SpO₂ で SAS の簡易診断が可能です

睡眠時無呼吸症候群 (SAS) の無呼吸は正式にはポリソムノグラフィ (PSG) で口・鼻での気流の停止を測定します。簡便に診断するには、睡眠時に SpO₂ の低下 (1 時間あたりの低酸素血症の頻度を指数で表す ODI) を利用して、SAS のスクリーニングが可能です。

ODI の見方にはいくつか注意点があります

SAS の正式な診断は PSG で行われ、無呼吸の検出は口・鼻での気流の停止で判定します。無呼吸になると肺での酸素の取り込みが少なくなり低酸素血症になるので、SpO₂ の低下で検出できますが、無呼吸の回数・程度 (AHI) と ODI は必ずしも一致しないことがあります。呼吸が

停止した時の肺での酸素の取り込みは肺の中にある気体量 (肺気量) に依存します。例えば、肥満者は肺気量が低下するので、短い無呼吸時間でも SpO₂ はより大きく低下します。逆に肺気量が大きめの方は、同じ無呼吸時間でも SpO₂ の低下の程度は小さくなります。

おわりに

本書の目的は、正しいパルスオキシメータの機器選択とその使用方法を知っていただくことにあります。2013 年春、日本呼吸器学会のパルスオキシメータ小委員会が中心となって、まずは Q&A の設問部分を各委員にご作成いただきました。その後、ご提案いただいた設問を整理し一般医療者向けと患者さん向けに分類、肺生理専門委員会のメンバー全員で回答の部分を分担執筆いたしました。なるべく多くの設問を採用したかったのですが、できるだけコンパクトにまとめるという方針もあり、今回のような様式となりました。まだまだ不足している部分もあると思いますが、パルスオキシメータを日常ご使用になる患者さんや医療従事者の皆様のお役に立てれば幸いです。

なお、世界に先駆け、パルスオキシメータを開発された青柳卓雄先生に心からの敬意を表したいと存じます。青柳先生は、この功績に対し 2001 年に紫綬褒章を受章なさいました。

2014 年 3 月

日本呼吸器学会 肺生理専門委員会 副委員長

パルスオキシメータ小委員会 委員長 桑平 一郎

執筆者一覧 日本呼吸器学会肺生理専門委員会

金澤 實 埼玉医科大学呼吸器内科
(肺生理専門委員会委員長)

桑平 一郎 東海大学医学部附属東京病院呼吸器内科
(パルスオキシメータ小委員会委員長)

(以下五十音順)

一ノ瀬正和 東北大学大学院医学系研究科内科病態学講座

一和多俊男 東京医科大学八王子医療センター呼吸器内科

井上 博雅 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科呼吸器内科学

植木 純 順天堂大学大学院医療看護学研究科臨床病態学分野呼吸器系

大森 久光 熊本大学大学院生命科学研究部先端生命医療科学部門医療技術科学講座

笠原 靖紀 千葉大学医学部呼吸器内科

桂 秀樹 東京女子医科大学八千代医療センター呼吸器内科

木村 弘 奈良県立医科大学医学部呼吸器内科

久保田 勝 北里大学医学部呼吸器内科学

黒澤 一 東北大学病院産業医学分野

小林 弘祐 北里大学大学院医療系研究科・医療衛生学部臨床工学

田口 修 三重大学医学部附属病院呼吸器内科

巽 浩一郎 千葉大学医学部呼吸器内科

榎 博久 金沢医科大学呼吸器内科学

長瀬 隆英 東京大学医学部呼吸器内科

仲村 秀俊 埼玉医科大学呼吸器内科

濱田 泰伸 広島大学大学院医歯薬保健学研究院生体機能解析制御科学

平井 豊博 京都大学大学院医学研究科呼吸器内科学

藤本 圭作 信州大学医学部附属病院保健学科検査技術科学専攻生体情報検査学講座

宮本 顕二 北海道大学大学院保健科学研究院機能回復学分野

執筆協力者一覧

(以下五十音順)

小荒井 晃 東北大学病院呼吸器内科

山内 基雄 奈良県立医科大学医学部呼吸器内科