

最新の非侵襲的パラメータ

はじめに

一酸化炭素(CO)は無色無臭の有毒ガスで、毎年何千人もの命が奪われ、生涯続く後遺症を残す被害も出ている。米国では、CO中毒がガス中毒事故の首位となっている。年間およそ500人が不慮のCO中毒で死亡し、救命救急部の報告によるとCO中毒で来院する患者は毎年4万人を越えている。一酸化炭素は、燃焼による副産物で、一般的な発生源としては火災、自動車の排気ガス、暖房炉やオーブンのガス、プロパンや灯油の暖房機器、炭火焼きなどである。一酸化炭素が人体に有害となるのは肺に吸い込まれた場合で、COが酸素の200倍の強さで赤血球中のヘモグロビンと結合し、カルボキシヘモグロビン(COHB)を生成するためである。カルボキシヘモグロビンによって血液の酸素運搬能が低下するために、組織や主要臓器へ運ばれる酸素量も減少する。

一酸化炭素中毒は、火災や故意に排気ガスを吸入するなど、原因が明らかな場合でなければ診断は難しい。CO中毒の初期症状は、風邪や倦怠感のような症状に類似しており重い症状ではない。他に息切れ、胸痛、頭痛、疲労感、めまい、眠気、嘔気などがみられる。COの暴露が長時間、または高濃度に達する場合、症状の悪化がみられ、嘔吐、錯乱、筋力低下、意識消失が起こる。特に、高齢者、乳幼児、高地にいる人、心臓・肺に疾患を有する人、喫煙者など血中CO値(COHB)がすでに上昇している人は、CO中毒の影響を受けやすいため症状が早期に出現する。CO中毒は、早期に発見できれば回復が可能である。しかし、深刻な中毒の場合は、回復したとしても主要臓器に恒久的な損傷を与え、神経障害を起こすことがある。

CO中毒の正確な診断方法は、採血を行った上で、一酸化炭素飽和度を測定できる血液ガス分析装置で血液検査を行う方法に限定されている。多くの病院ではこのような血液ガス分析装置を備えているが、規模の小さい病院では備えていないことが多く、CO中毒を確認することは不可能である。病院外ではCO中毒だと確認する方法がないため、医療者が処置を決定するには、高度な臨床的判断や患者の一般状態、環境要因に頼らざるを得ない。生命が危険に晒され、重大な局面に立たされた時に正しい判断をくだすことは、非常に重要である。COHBを迅速に、かつ非侵襲的に測定できれば医療処置や搬送の判断を行う際の指針となり、処置の改善、変更にも有用となるだろう。感冒様症状を訴える患者を扱う救命救急部のスタッフから、救急隊の医療スタッフ、火災現場の消防士に至るまでCOHBを迅速に測定できれば、患者の処置を速やかに決定し、予後を改善させることが可能となるだろう。

マシモ社は、迅速かつ非侵襲的なCOHB測定法のニーズに応え、マシモ Rainbow SET Rad-57 パルスCO-オキシメータを開発した。マシモ Rainbow SET 技術の開発は、長年にわたる工学技術の研究成果である。マシモの革新的な信号抽出技術の開発によって培われたパルスオキシメトリの経験をもとに、センサーやアルゴリズム、ソフトウェア、ハードウェアデザインの専門知識を生かし、マシモ Rainbow SET パルスCO-オキシメトリが創り上げられた。血液中のCO(COHB)を測定する際の Rainbow 技術の正確性を調査するために、大規模な臨床試験が行われた。以下にその研究内容と結果を述べる。

方法

本研究では 160 名のボランティア被験者の COHb 値が正常か高値かを調査した。COHb 値が 15%以上の被験者は極度のヘビースモーカーで、COHb の基準値を上昇させるほどの、相当な喫煙歴を持っていた。各被験者の手指4本に Rainbow DC-I 指用センサーを装着した。センサーは、ケーブルを通じて Rainbow SET パルス CO-オキシメータに接続した。パルス CO-オキシメータからのデータはラップトップコンピュータに入力し、酸素飽和度 (SpO₂)、脈拍 (PR)、一酸化炭素飽和度 (SpCO) を連続的に記録した。[注: SpCO は、マシモの信号抽出技術を用いた多波長パルス CO-オキシメータで非侵襲的に測定した COHb 値である。] SpO₂、脈拍、SpCO のベースラインが安定したところで採血を行い、静脈血のサンプルを採取した。サンプルは、CO-オキシメトリを内蔵し、Hb、O₂Hb、COHb、MetHb を測定する ABL700 シリーズ血液ガス分析器で直ちに分析された。被験者の人口統計を表 I に示す。本研究に登録した被験者の多くは相当な喫煙歴を持っており、一様に COHb 値の上昇がみられたが、全員健康であった。

表 I : 被験者の人口統計

	SpCO 被験者 人口統計											
	性別		年齢(年)			体重(Kg)			皮膚の色素			計
	男性	女性	18-25	26-35	36-55	50-70	71-90	91-110	淡	中間	濃	
被験者	102	58	50	78	32	86	65	9	66	51	43	160
割合	64%	36%	31%	49%	20%	53%	41%	6%	41%	32%	27%	100%

結果

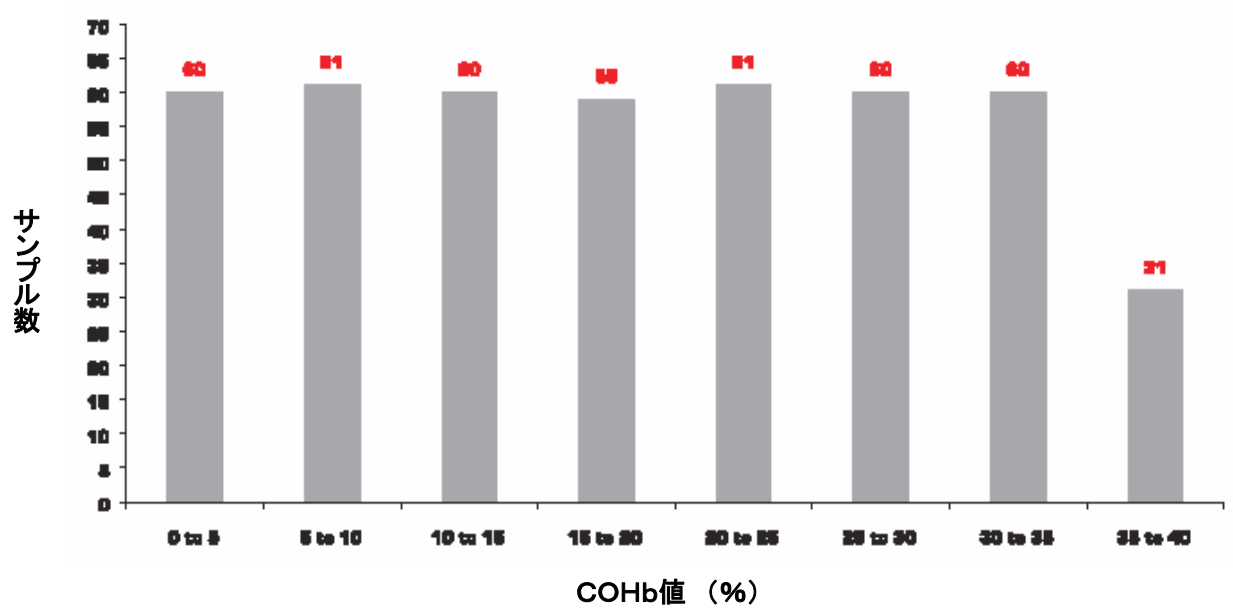
統計結果の偏りがないことを確認するためには、COHb データが測定機器の較正範囲内で均等に分布していることを示す必要があった。そのため、血液サンプルのデータは COHb 値を 5% 間隔にまとめ棒グラフで表わされた。棒グラフ上の各区間は、ほぼ同数のサンプル数となった。

COHb 値 の度数分布を表 II に示した。

本研究では、452 本の血液サンプルで COHb を測定し、Rainbow SET パルス CO-オキシメータで測定した SpCO と対比させた。測定値の範囲は 0.9~39.9% であった。SpCO と COHb の差異における偏りと精度はそれぞれ、-0.2%、2.8% であった(表 III)。

表Ⅱ : COHb値の分布

COHb値の分布(サンプル 452 本)



全てのCOHb測定値を以下に示す。

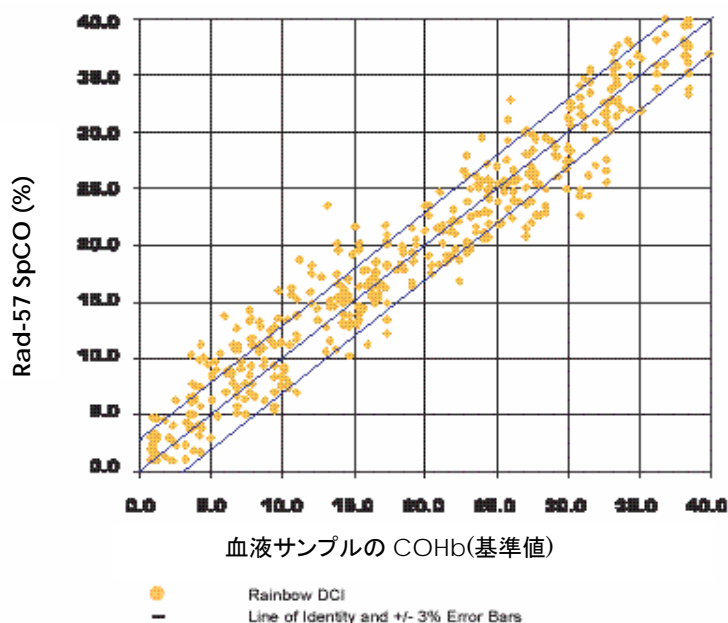
表Ⅲ : Rainbow DCI 指用センサーでの測定結果

被験者データの分析				
COHbの範囲	r 値	偏り	精度	正確度 (ARMS)
0.9–39.9%	0.97%	−0.2%	2.8%	2.8%

160名の被験者全員から採血して得た452本のサンプルのCOHbと、非侵襲的に測定したCOHb(SpCO)のデータの比較を以下の表に示した。

被験者データの散布図(2.8% A_{RMS} , $r=0.97$)

採血サンプルとRad-57の測定結果の比較



結論

測定結果から、マンモ Rainbow SET(パルス CO-オキシメトリ)は、COHb を0~40%の範囲で正確に測定できることがわかる。携帯用の Rad-57 には Rainbow SET テクノロジーが搭載されているため測定精度が高く、CO 暴露患者に対する診断・治療を決定するための新たな手段となり得るかもしれない。Rad-57 は、操作が簡単で、COHb、酸素飽和度、脈拍、灌流指標の正確な数値を提供しており、現場で最初に処置にあたるファーストレスポnder、消防隊員、救急隊員、産業公害や排気ガス汚染の強い地域の安全管理者にとっては、患者評価を行うためのまさに理想的な器機である。

参考文献・ウェブサイト情報

- Hampson NB. Emergency department visits for carbon monoxide poisoning in the Pacific Northwest. *J Emerg Med* 1998; 16(5):695-698
- Hampson NB. Pulse oximetry in severe carbon monoxide poisoning. *Chest* 1998; 114:1036-1041.
- OSHA Fact Sheet. [www.osha.gov/OshDoc/data General Facts/carbonmonoxidefactsheet.pdf](http://www.osha.gov/OshDoc/data%20General%20Facts/carbonmonoxidefactsheet.pdf)
- Source of Indoor Air Pollution- Carbon Monoxide.www.epa.gov/iaq/co.html
- Carbon Monoxide Poisoning Fact Sheet.

www.cdc.gov/nceh/airpollution/carbonmonoxide/cofaq.html