

4. まとめ

今日すでに製品化され市販されている Roche 社の Oxygen Monitor 5300 及び 5301 は Huch and Huch により開発された PO₂ - Analyzotr の性能には及ばず、技術的に解決すべき問題が多少残っているが、電極温 44°C における測定では重症例においても tcPO₂ と PaO₂ の相関は良好であり、また PO₂ の相対変化はよく示されるので、現行の観血的 PaO₂ の測定回数を減少せしめよう。

また、tcPO₂ により示される時々刻々と変化する未熟児の oxygenation の状態は、40% 酸素濃度の投与が決して安全なものではないことを示しており、更に酸素投与基準の設定の困難さを示している。未熟児の酸素治療基準の設定には、更に多数の例について種々の条件における tcPO₂ の連続測定の結果の集積が必要であろう。

経皮酸素分圧連続測定に関する基礎的臨床的研究

名古屋市立大学小児科 小川 次郎
研究協力者 小川 雄之亮
渡辺 勇

酸素投与は未熟児の呼吸管理上もっとも安易な方法として低酸素症の予防治療に広く用いられている。酸素投与により、臨床症状が劇的に改善される場合のあることは日常われわれがよく経験するところであり、また近年の高濃度酸素療法により、未熟児の救命率の上昇はもちろんのこと、低酸素症に起因する脳障害の後遺症の減少したことは広く認められているところである。

しかしながら、酸素は未熟児網膜症をはじめ肺に対する毒性など、その副作用が大きな問題である。酸素投与の適応基準、安全限界、さらには投与中の適切な管理方法がまだ完全に解決されていない今日、われわれは酸素投与の効果と副作用の危惧の間において、ジレンマに直面しつつ酸素療法を行っているのが現状である。

酸素療法がきわめて安易に行われているだけに、その必要性和副作用の危険性を再認識し、現在可能な方法を駆使して未熟児の適切な oxygenation をチェックする努力が必要である。

今日、未熟児に対する酸素投与の基準は 1971 年の American Academy of Pediatrics の胎児新生児委員会の勧告に従い、動脈血酸素分圧 (PaO₂) を 60~80 mmHg に保ち 100 mmHg を越えないように投与酸素濃度を調節することがのぞましいとされている。したがって、未熟児に酸素を投与するに際しては PaO₂ を頻回にチェックする必要があり、我々の施設においても 24 時間に 15 回以上も採血し PaO₂ をチェックすることが稀ではない。しかしながら児の PaO₂ は時々刻々と変化するもので、間歇的に採血しチェックする現在の方法は決して満足すべきものではない。

最近、西ドイツの Huch らにより、またスイスの Eberhard らにより、Clark type の微小 PO_2 電極（以下単に電極と云う）を加温し、これを皮膚につけて経皮的に酸素分圧を測定する装置が開発された。これらの装置を用いる PO_2 の測定は非観血的であり、しかも PO_2 の変化の連続測定が可能である。Huch らの装置は電極がきわめて微小で応答速度が速く、また局所血流の状態をみることが出来るが商品化されておらずごく限られた施設においてのみ研究的に使用されている。一方 Eberhard らの装置は多少の問題はあるものの製品化に成功し、すでに市販されている。

我々は今回未熟児における酸素療法の適正化の基礎的検討のため、Eberhard らの開発した Oxygen Monitor 5301 の装置を用いその基礎的検討を行うと共に、主として人工換気中の未熟児について、経皮酸素分圧（ $tc PO_2$ ）の相対変化と、 $tc PO_2$ と PaO_2 の相関を検討した。

I Oxygen Monitor 5301 の基礎的検討

i) 電極安定化に要する時間

$tc PO_2$ 連続測定用の電極はその使用に際して安定化が必要である。電極にマイラー膜を装着してより実際に測定可能となるに要する時間をみると 8.0 ± 1.8 hrs (M \pm S.D) であった。

ii) ゼロ点設定

経皮酸素分圧測定用の電極もポーログラフイーの原理を応用したものであるので残余電流を生じる。したがって理論的に PO_2 がゼロの状態にあっても電流は流れゼロとはならない。すなわちゼロ点を設定する場合、電氣的ゼロ (electric zero) か N_2 ガスによる PO_2 ゼロ (N_2 gas zero) かが問題となる。このため残余電流の大きさを検討したが、電極を $44^\circ C$ の恒温槽において比較した場合 electric zero と N_2 gas zero の差は 4.8 ± 1.8 mmHg (M \pm S.D) であり、 $28.5^\circ C$ の環境下におけるその差は 5.7 ± 0.6 mmHg であった。

iii) calibration の方法

水蒸気で飽和した N_2 ガスで PO_2 zero の環境を作成し、ゼロ点設定を行ったのち、水蒸気で飽和した空気を用いて calibration を行うが、この場合水の蒸気圧を電極温 ($44^\circ C$) におけるものとするが、あるいは室温におけるものとするかによって多少の差を生ずる。したがって両者の方法で calibration を行ない O_2 5.21% の標準ガスの計算値 PO_2 と実測 PO_2 の差を検討した。

N_2 ガスでゼロ点設定を行い電極温における蒸気圧から計算した空気の PO_2 値で calibration した場合の計算値と実測値の差は 6.4 mmHg であったが、これを室温における蒸気圧で計算した空気の PO_2 で calibrate すると差は 3.6 mmHg となった。この所見は後者の calibration 法をとる方が誤差の少ないことを示している。

iv) 皮膚温測定による電極温設定

経皮酸素分圧測定用電極の特徴は heater と thermister が電極内に組み込まれ、電極温を一定に保つことが可能なことである。この加温された電極に上り電極直下の皮膚が加温され毛細血管は動脈化される。過剰加温は火傷の危険があるので、火傷の危険がなく、しかも毛細血管の充分な動脈化をもたらす電極の適温の設定が必要である。したがって電極温を抵抗により $42, 43, 44, 45^\circ C$ と可変にして各電極温における電極直下の皮膚温を18例の未熟児について微小 thermister

を用いて測定した。18例の平均値をみると電極温が42℃ のとき皮膚温は40.2℃, 43℃ のとき40.9℃, 44℃ のとき41.7℃, 45℃ のとき42.4℃であり, 皮膚温を41.5~42.0℃の範囲にするには44℃ の電極温を採用すべきことが示された。(附図1)

II 未熟児における測定成績

i) 被験者

被験者は1974年12月から1976年1月に名古屋市立大学病院未熟児病棟に入院した患児のうち82例で, これら82例について総計355回に亘り, 臍動脈 catheterization により得た動脈血検体の Astrap Micro-analyzer AME-1 又は ABL-1 により測定した PaO₂ 値と採血時の tcPO₂ 値とを比較すると共に, 種々の条件下における tcPO₂ の変化を連続記録により観察した。

ii) drift について

tcPO₂ の連続測定は8時間以内を原則とし, 電極を児の右前胸部に装着してから5~8時間で再校正を施行した。この間常に負の方向への drift を認めたと, その平均は電極温42℃ の測定では -0.79 mmHg/hr , 44℃ の測定では -0.85 mmHg/hr , -0.86 mmHg/hr であった。すなわち1回の測定時間を5時間以内とすれば drift は -5 mmHg 以下であり実際の測定において drift はほとんど問題とならない。

iii) tcPO₂ と PaO₂ の相関

電極温が42℃, 43℃, 44℃ の際の tcPO₂ と PaO₂ (臍動脈血)を比較したが, 附表2に示す如く, 電極温を44℃ とし室温で校正を行った場合, 33例の被験児は2例を除き全て人工換気中の重症児であり乍ら最も相関はよく, PaO₂ と tcPO₂ の差(ΔPO_2)は $13.2 \pm 3.2 \text{ mmHg}$ (M \pm S.D.)でまた相関係数 $r = 0.79$ であった。(附表2)

iv) 低酸素血症, 高酸素血症と tcPO₂

電極温44℃ における tcPO₂ と PaO₂ の相関は附図2の如くである。仮にこの電極により tcPO₂ を連続的に測定して PO₂ をモニターしつつ酸素投与を施行したとして, その際アラームを下限 50 mmHg と上限 100 mmHg にセットしたとすれば, アラームは12回鳴ったはずである。しかし

図1

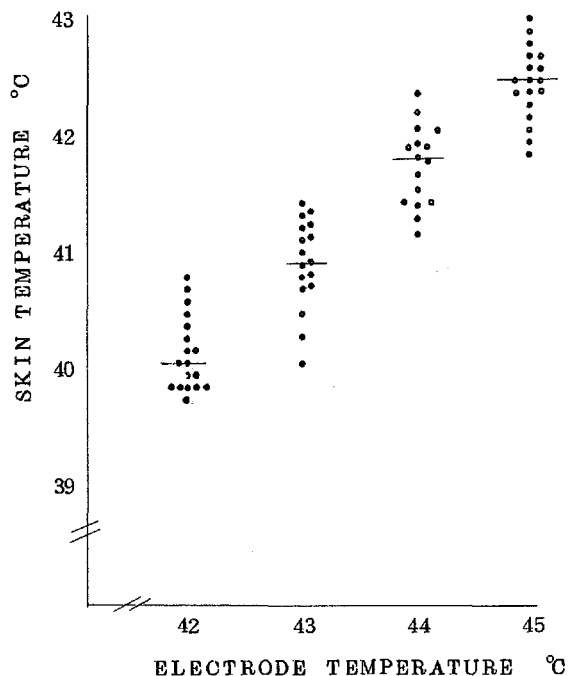


表 1

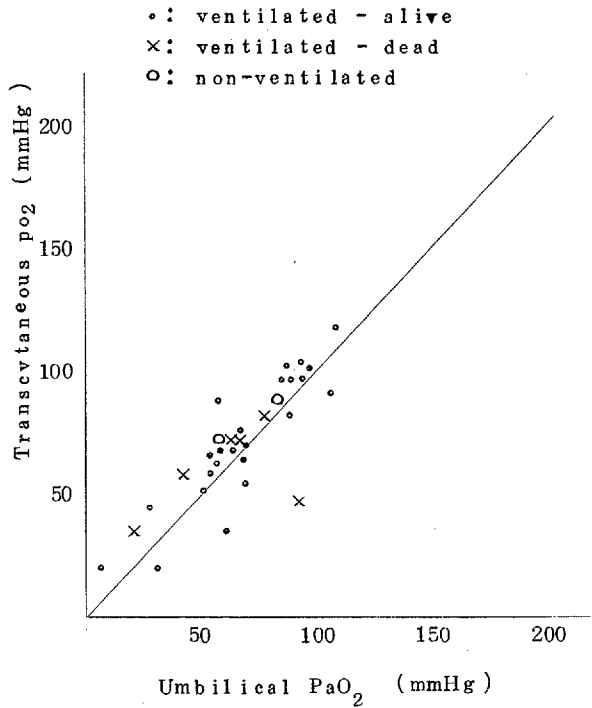
Electrode Temperature °C		42	43	44	44
Calibrated Temperature °C		42	43	44	Room Temp
Non-Ventilated Infants	No. of Infants	9	24	10	2
	Mean Birth Weight (Range)	1817.8g (940g - 3000g)	2028.8g (1200g-3800g)	1912.0g (1470g-2790g)	1625.0g (1350g-1900g)
	Mean Gestation (Range)	33W+3D (24W+5D -40W+60)	34W+6D (29W+4D-43W+1D)	37W+2D (31W+6D-42W+2D)	31W+1D (30W+0D-32W+3D)
	Age of Testing	3H - 23D	1H - 14D	3H - 5D	22H - 4D
Ventilated Infants	No. of Infants (Died)	6 (3)	11 (6)	8 (3)	12 (5)
	Mean Birth Weight (Range)	1201.7g (680g-1850g)	1949.1g (1050g-3510g)	2164.4g (750g-3510g)	1382.5g (930g-1800g)
	Mean Gestation (Range)	27W+6D (25W+4D-30W+1D)	33W+1D (25W+5D-41W+3D)	36W+0D (29W+4D-40W+4D)	30W+0D (26W+5D-30W+0D)
	Age of Testing	4H - 100D	3H - 95H	1H - 3D	1H - 34D

表 2

Electrode Temperature °C		42	43	44	44
Calibrated Temperature °C		42	43	44	Room Temp.
Non-Ventilated Infants	Correlation Coefficient	0.25	0.36	0.67	
	Δ PO ₂ (Ua-Tc)/mmHg (Mean±SD)	32.3±2.9	13.5±1.5	7.1±1.2	
	No. of Infants	24	57	25	
Ventilated Infants	Correlation Coefficient	0.37	0.14	0.78	0.79
	Δ PO ₂ (Ua-Tc)/mmHg (Mean±SD)	31.9±3.2	31.5±3.5	13.7±1.6	13.2±3.2
	No. of Infants	81	62	73	33
Drift mmHo		0.44	0.79	0.85	0.86

この場合 PaO₂ が50~100 mmHg にあったものが5件である。一方, PaO₂ が50 mmHg 以下もしくは100 mmHg 以上であり乍ら tcPO₂ は50~100 mmHg の範囲にあったためアラームが鳴らなかったのはわずか2件にすぎない。これらの所見は, とくに人工換気中の未熟児など intensive な呼吸管理を必要とする例においても, PaO₂ を50~100 mmHg の範囲に保つよう酸素濃度を調節するに際して, tcPO₂ のモニターによる方法を用いてもかなり正確に調節が可能であることを示している。(附図2)

図 2



V) tc PO₂ の各種条件下における変動

Eberhrd の電極は Huch の電極に比して応答時間が長いので, Huch の電極による記録ほど微細な変化を記録し得ない。しかし日常の臨床においてはこの程度の反応速度は問題に非ず, 相対変化はよく記録され得る。極小未熟児の周期性呼吸にあっては, 無呼吸期には tc PO₂ は10 mmHg 前後に低下し, 呼吸再開と共にもとの70~80 mmHg のレベルに復するという大きな変動がよく記録される。また吸入酸素濃度 (FiO₂) の変化による PO₂ の変化, 気道吸引や口腔内吸引による PO₂ の低下, 哺乳による PO₂ の低下, Nasal CPAP や bagging による oxygenation の良化の経時的変化がきわめて明瞭に示された。これらの PO₂ の時々刻々の変化は動脈採血による PO₂ の測定が如何に断片的な生体情報にすぎないかをよく示しており, また投与酸素濃度の調節が如何にむずかしい問題であるかを示している。

まとめ:

ゼロ点設定, calibration, 精密性など多少の問題は残るが, Oxygen Monitor 5301 による経皮的酸素分圧の連続測定において PO₂ の相対変化はよく示された。また人工換気療法中の未熟児を中心とする重症例においても, 電極温 44℃ における測定では, 臍動脈 ca theterization による PaO₂ 値と tc PO₂ 値はかなり高い相関を示した。これらの所見は経皮酸素分圧連続測定は決して観血的動脈血酸素分圧測定におきかわるものではないが, intense な呼吸管理を行わねばなら

ない例にあっては現行の動脈的 PaO₂ 測定回数を減少せしめることが出来、より能率的な酸素療法が可能となろう。一方、tc PO₂ で示される時々刻々の PO₂ の変動は、酸素投与基準の設定をより困難なものとしており、更に種々の条件下における多数例についてのデータの集積が必要であらう。

未熟児における酸素療法の適正化に 関する研究

国立岡山病院 小児医療センター

山内逸郎, 五十嵐郁子

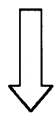
未熟児保育における基本的問題として、hypoxia への治療は、児の救命のため、そしてよりよき神経学的予後のため、根本的な重要性をもっており、hyperoxia の回避は、未熟児網膜症の予防に不可欠である。未熟児の酸素療法は、この hypoxia の脅威と、hyperoxia の危険との間にはさまれて、宿命的な dilemma につきまといわれている。

適当で安全な動脈血酸素分圧 PaO₂ は、どの範囲かということは、我々未熟児保育にたづさわる臨床家にとって、最大の関心事である。現在では、未熟児の酸素療法は1971年の American Academy of Pediatrics の勧告に従って、「動脈血酸素分圧は 100 mmHg を越えず、60ないし 80 mmHg の間に、維持しなくてはならない」とされている。即ち保育内酸素濃度すなわち吸気内酸素濃度 F_IO₂ を加減しながら、数回 PaO₂ を測定し、PaO₂ が 60~80 mmHg の間に維持されるように、F_IO₂ を決めることになる。個々の症例に適した安全な保育器内酸素濃度を決定することは、決して簡単な手技ではないのである。

しかも PaO₂ の測定それ自体が容易ではなく、多くの問題点が横たわっている。機械さえあれば、だれでもたやすく測定できるものではなく、calibration を始めとして、誤差の介入する pitfalls が多い測定法である。問題点の第一は、sample size が 0.1 cc の order、すなわち micro の scale になると、飛躍的に困難性が増大し、精密度、正確度が低下してくる。

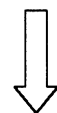
それに加えて、PaO₂ 測定の必要性は昼夜を問わず、4・6 時中おこってくるので、測定者の入の問題が大きな障害となる。

この両者よりさらに重大な問題点は採血である。臍動脈に catheter を留置しておけば、macro-size の試料を、患児を泣かせることなく、極めて容易に採血出来る。しかしこの方法は、動脈内留置法に本質的な危険性をはらんでおり、postductal な血液なので問題となる。従って臍動脈でなく、右骨動脈、右側頭動脈、あるいは右掌側固有指動脈からの採血が好まれるが、残念ながら sample size が macro-scale でなく、sampling にやや時間がかかるので、試料の PO₂ が uniform でない。また泣くことが多いので、涕泣による誤差の介入の可能性が生じ、保育器内での



検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



酸素投与は未熟児の呼吸管理上もっとも安易な方法として低酸素症の予防治療に広く用いられている。酸素投与により、臨床症状が劇的に改善される場合のあることは日常われわれがよく経験するところであり、また近年の高濃度酸素療法により、未熟児の救命率の上昇はもちろんのこと、低酸素症に起因する脳障害の後遺症の減少したことは広く認められているところである。