Oximeter の公衆衛生学的利用に関する研究

第1報 Oximeter の原理に関する検討

Studies on the Practical Application of the Oximeter in Public Health

Report 1. Principle of the Oximeter

宮崎 利雄 Toshio MIYAZAKI *

I. 緒 言

胸部外科学の進歩と共に、最近その利用価値を著しく増した Oximeter の原理の説明としては、Comroe¹⁾ は Drabkin²⁾ のいう波長 $800m\mu$ に於ける “Crossover-Points” を利用したものであるといっているが、近年大志摩³⁾ は波長 $600m\mu \sim 1000m\mu$ では環元ヘモグロビンと酸素ヘモグロビンの吸光曲線中には交叉する点はないとして Comroe の説明に対して異論を唱えている。

著者はこの点を解明すべく検討して、結論をえたのでここに報告する。

II. 実験方法

A. 測定装置及び試薬

装置としては、日立製 EPB-U 分光光度計及び、上記分光光度計用の同質同型のキューベットを使用した。

試薬としては、血液凝固阻止剤として二重修酸及び、環元剤として純度の高い $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ を用いた。

亦血液稀釈溶血用に 0.1% Na_2CO_3 液、別に Lykopen 溶液⁴⁾ (1.0mg $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 粉末を試験管にとり、別に 0.5cc の NH_4OH をメスシリンダーにとり、之を蒸留水にて 25.0cc にうすめ、この稀釈液を初めの試験管に入れて、ただちに流動パラフィンにて上部をおおつてからガラス棒にてよく攪拌したものを云う。) を準備した。

B. 測定方法

1) : 試料及び準備

試料として著者の静脈血を使用した。なおそのヘモグロビン量は予め光电比色法にて測定したる処 18.5g/dl であった。

準備としての酸素ヘモグロビン及び環元ヘモグロビン溶液の作成は下記の如くである。

a) 酸素ヘモグロビン溶液

修酸加血液 0.05cc を小ビーカーに採り、之に溶媒として 0.1% Na_2CO_3 液を 10.0cc 加えてよく混和、溶血させて、 200 倍稀釈溶液とする。

b) 環元ヘモグロビン溶液

修酸加血液 0.5cc を同じく小ビーカーに採り、溶媒として蒸留水 9.9cc を加えよく混和溶血させ、更に之に Lykopen 溶液を 0.1cc 加えて、 200 倍稀釈溶液とする。

更にこの環元ヘモグロビン液のみでなく、

1) 溶血稀釈血液にそのまま少量の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 粉末 (4.0mg 程度) を加えて環元ヘモグロビンとしたもの。

2) Hunter⁵⁾ の提唱した環元ヘモグロビン溶液 (血液 0.05cc に蒸留水 9.1cc , Lykopen 溶液 0.1cc 加えたもの) の二種も併せ作成して、測定に供した。

2) : 装 作

上記の 200 倍に稀釈した酸素ヘモグロビンと環元ヘモグロビンの両溶液を作成後ただちにキューベットへ移し、対照として蒸留水を用い測定した。

測定波長は $600m\mu$ から $1000m\mu$ の間、波長間隔 $10.0m\mu$ とし、Slit 巾は波長巾が $5.0m\mu$ になる如くその都度調節した。

* 順天堂大学医学部公衆衛生学教室
(指導: 山本幹夫教授)
1956年2月21日受付

なお還元ヘモグロビン溶液の 1), 2) 及びその各々の溶液に流動パラフィンを重ねて空気を遮断したものについても上記と同様の方法で測定した。

3): 測定に要した時間

波長 $600\text{m}\mu$ から $1000\text{m}\mu$ にわたって測定に要した時間は大約 25 分であつた。

III. 実験成績

表 1 に著者が測定した波長 $600\text{m}\mu \sim 1000\text{m}\mu$ に於ける酸素ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸光度を、図 1 にはその吸収像をかかげる。

表 1 $\text{HbO}_2 \cdot \text{Hb}$ の測定値 (著者測定)

波 $\text{m}\mu$	HbO_2		Hb	
	透過率 T%	吸光度 E	透過率 T%	吸光度 E
600	81.9	0,0866	57.5	0,2400
10	92.6	0,0336	70.0	0,1550
20	96.1	0,0175	77.0	0,1098
30	97.1	0,0126	81.0	0,0920
40	97.5	0,0120	83.3	0,0790
50	98.1	0,0085	86.8	0,0620
60	98.2	0,0080	89.0	0,0510
70	98.4	0,0070	90.9	0,0415
80	98.3	0,0075	92.6	0,0336
90	98.2	0,0080	93.2	0,0310
700	98.2	0,0080	94.8	0,0230
10	98.2	0,0080	96.3	0,0165
20	98.2	0,0080	95.8	0,0188
30	98.2	0,0080	96.0	0,0180
40	98.2	0,0080	96.2	0,0170
50	98.0	0,0090	96.2	0,0170
60	98.0	0,0090	96.2	0,0170
70	97.9	0,0094	96.0	0,0180
80	97.8	0,0098	96.2	0,0170
90	97.5	0,0110	96.9	0,0135
800	97.2	0,0122	97.2	0,0122
10	97.2	0,0122	97.7	0,0102
20	97.0	0,0130	97.8	0,0098
30	97.0	0,0130	97.8	0,0098
40	96.9	0,0135	97.8	0,0098
50	97.0	0,0130	97.0	0,0130
60	96.8	0,0140	98.3	0,0075
70	96.8	0,0140	98.2	0,0080
80	96.8	0,0140	98.5	0,0065

波 $\text{m}\mu$	HbO_2		Hb	
	透過率 T%	吸光度 E	透過率 T%	吸光度 E
90	96.8	0,0140	98.5	0,0065
900	69.5	0,0155	98.4	0,0070
10	96.5	0,0155	98.4	0,0070
20	96.5	0,0155	98.2	0,0080
30	96.3	0,0165	98.3	0,0075
40	96.3	0,0165	98.3	0,0075
50	96.5	0,0155	98.7	0,0055
60	96.3	0,0165	98.2	0,0080
70	96.1	0,0175	98.2	0,0080
80	96.0	0,0180	98.2	0,0080
90	96.0	0,0180	98.2	0,0080
1000	96.3	0,0165	98.3	0,0075

図 1 $\text{HbO}_2 \cdot \text{Hb}$ の吸収曲線 (著者測定)

図に示すが如く、酸素ヘモグロビンの吸収曲線は $670\text{m}\mu$ あたりで最小の吸収を見せながら、なだらかに上り、 $1000\text{m}\mu$ に於いてやや下降の傾向を見せる。

更に還元ヘモグロビンについては、 $800\text{m}\mu$ より手前で突起をみせ、そのまま下降し、 $800\text{m}\mu$ の点で酸素ヘモグロビンの曲線と交差点を有し、 $1000\text{m}\mu$ あたりで再び酸素ヘモグロビンの曲線と同様な傾向をみせる。

更に他の作成方法によつた還元ヘモグロビン溶液の吸光曲線についても、何れも上記曲線と同傾向を示し、 $800\text{m}\mu$ の点で酸素ヘモグロビンの曲線と交差する事を認めた。

IV. 考 案

著者は最近著しく進歩した Oximeter を、公衆衛生方面、特に心肺疾患患者の労働能力の Screening Test に使用すべく、各方面にわたって応用中であるが、その原理に関しては、Comroe の説明によると、Millikan⁶⁾ の Oximeter にあつては、赤色 Wratten 29F フィルター以外に緑色 Wratten 61N フィルター (480 $m\mu$ ~600 $m\mu$ の光を通す) が使用され、このフィルターでは更に 750 $m\mu$ 以上の波長も通過させるといふ。

而して Millikan 及び Goldie は彼等が始めに考えた緑色帯に於ける交叉点 “Crossover-Points” よりむしろ赤外部にある “Crossover-Points” を実際に利用しているといふのである。

この赤外部にある “Crossover-Points” とは、図2に示す如く、D. L. Drabkin が 1944 年に発表したものである。

図 2 (HbO₂-Hb の吸収スペクトル)

即ち 480 $m\mu$ ~600 $m\mu$ のフィルターが別に 750 $m\mu$ 以上を透過する事を利用して、このフィルターのついた光電池の電流はむしろ近赤外の 750 $m\mu$ 以上の光に感光し、Drabkin の 800 $m\mu$ の “Crossover-Points” (この辺りは透過光量が多い) がヘモグロビンの酸化の程度で変らない事を利用したという風に説明してい

る。

従つてこの二つのフィルターをつけた別々の光電池の光電流を一度等しくしておけば、ヘモグロビンの酸化の程度の変化によつて、はじめの点からの酸化の程度の変化を知る事が出来ると述べている。

Comroe の説明は上述の如く、あくまで Drabkin の 800 $m\mu$ に於ける “Crossover-Points” を利用しているのであるが、最近に至つてここに一つの反対論が生じたのである。

即ち図3に示す如く、1954年に大志摩は前田の測定したウマの還元ヘモグロビンと酸素ヘモグロビンの吸光像をかかげ、600 $m\mu$ ~1000 $m\mu$ の波長では還元ヘモグロビンと酸素ヘモグロビンの吸光曲線中には交叉する点を見出す事なく、還元ヘモグロビンの吸収が大きいまゝに 1000 $m\mu$ 達すると述べている。

図 3 HbO₂-Hb の吸収曲線 (前田測定)

更に大志摩は、前田の曲線が正しいとすると、Millikan の Oximeter は 480 $m\mu$ ~600 $m\mu$ の処でヘモグロビンの酸化により変らない点をとつているとせねば意味のない事になり Comroe のあげた Colemann の所見 (600 $m\mu$ 以下の波長は普通の人の耳では強く吸収されて透過しない) と亦矛盾する事になると説明している。

ここに著者の成績たる図1と Drabkin の発表せる図2、大志摩の引用した前田測定にかゝる図3とを比較検討してみるに、酸素ヘモグロ

ビンの吸収曲線に於ては、前田測定のものとはかなりの相異をみせ、Drabkin の夫れとは同じ傾向を示す。

還元ヘモグロビンの吸収曲線についても、同様な傾向を認める。

測定に要した時間と吸光度との間の関係については、別に発表する積りであるが、 $600\text{m}\mu\sim 1000\text{m}\mu$ の波長間の測定に要した約25分という時間の、これらの波長に於ける吸光度に及ぼす影響は少なかった。

更に流動パラフィンによる空気遮断の問題は、実験の結果その使用、非使用は、これらの波長に於ける吸光度には大きく影響を及ぼさなかった。

還元ヘモグロビン作成に用いる還元剤としての $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ の粉末については、馬場等⁷⁾も述べている如く不安定であるので、著者は之を溶液の形にして還元剤として使用した。

酸素ヘモグロビンについては、前田は0.5%炭酸ソーダ液、亦是アンモニア水溶液にて溶解したものを用いているが、著者は0.1%炭酸ソーダ液を使用した。

本実験により、Drabkin の発表した吸光曲線について追試を行うと $800\text{m}\mu$ の波長に於いて、酸素ヘモグロビンと還元ヘモグロビンとは、“Crossover-Points”を有し、而もその曲線は、Drabkin の夫れと同じ傾向であつた。

之よりして、Comroe が述べた Millikan の Oximeter は Drabkin の $800\text{m}\mu$ に於ける “Crossover-Points” がヘモグロビンの酸化の

程度で変わらないところを利用したものであるとの説明は、満足されるのではないかと思はれる。

V. 結 論

1) 著者は人血を使用して酸素ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの溶液を作成し、分光光度計によつて $600\text{m}\mu\sim 1000\text{m}\mu$ の波長に於ける吸光度を測定し、 $800\text{m}\mu$ に於いて両ヘモグロビンの吸光曲線は交叉する事を確認した。

2) 従つてこの $800\text{m}\mu$ に於いて酸素ヘモグロビンと還元ヘモグロビンが交叉点 “Crossover-Points” を有する事を、Oximeter の理論的説明の根拠として用いた Comroe の説に満足出来るものと思う。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導と御援助を賜つた山本教授に深甚なる謝意を表し、併せて教室員各位に深謝します。

文 献

- 1) Comroe, J. H.: Methods in Medical Research, Year Book Publishers II, (1950)
- 2) D.H. Drabkin.: Medical Physics (Chicago: Year Book Publishers) I, (1944)
- 3) 大志摩毅: お茶の水医学雑誌 2 (1), 38 (1954)
- 4) 5) Francis T. Hunter: The Quantitation of mixtures of hemoglobin derivatives by photoelectric spectrophotometry. p.213, p. 110 (1951)
- 6) Millikan, H. A.: Rev. Scient. Instrument. 13, 434~444 (1944)
- 7) 馬場快彦, その他: 生化学 23, 78 (1951)

Summary

Recently as doubtful points were indicated in certain circles concerning Drabkin's absorption curve which Comroe advocated as a basis of the theoretical explanation on the oximeter, studies were undertaken to clear up these points.

Using human blood, solutions of oxyhaemoglobin ($\text{O}_2\text{-Hb}$) and reduced haemoglobin (Hb) were made and the absorption of lights in wave-lengths between $600\text{m}\mu$ and $1000\text{m}\mu$ was measured by means of electric spectro-photometer. That both absorption curves crossed over clearly at $800\text{m}\mu$ was confirmed. This fact, it is believed, is a satisfactory evidence of Comroe's explanation which had utilized “Crossover-Points” of oxyhaemoglobin and reduced haemoglobin at $800\text{m}\mu$ as the basis of explanation of the oximeter.

Department of Public Health, Faculty of Medicine, Juntendo University.

(Director: M. YAMAMOTO)