

いま振り返る 研究の日々

第10回

PaO₂とPaCO₂の 2重制御装置を開発した

KKR 札幌医療センター名誉院長 川上 義和

吸入ガスの組成を変えることによって、動脈血酸素分圧(PaO₂)と動脈血二酸化炭素分圧(PaCO₂)を互いに独立してコントロールする装置を開発した時の話である。

事の始まりは、酸素吸入濃度をいろいろ工夫してPaO₂を目的の値にまで増加させ、同時に酸素の換気抑制によるPaCO₂上昇を回避するという、調節酸素療法に取り組んでいた1970年代後半にさかのぼる。以前にお話ししたCambell EJMらが考え出したベンチュリマスクを使ってこの目的を達成しようとして一生懸命だった。ベンチュリマスクとは、マスク部分はソフトなビニール製で、そのチューブ側(酸素の吹き出し口)に横穴があり、勢いよく吹き出す酸素をベンチュリ管の原理を使って周りの空気を引き込むというスマートなやり方である。穴の大きさ(と数?)を変えると、吸入する酸素濃度は24, 26, 28%の3種に替えることができた。

実際、呼吸不全の患者に使ってみると、同じマスクでも当然のことながら達成されるPaO₂は患者によりまちまちで、ましてや患者の動脈血ガス値や全身状態によって経過中酸素濃度を変えなければ、目的のPaO₂を達成するのは難しかった。その都度マスクを取り換えるのも大変だった(後に1つのマスクで濃度可変型にしたタイプも出たが)。

そこで、このような煩わしい(と言ってしまふと開発者と患者に申し訳ないが)操作をしなくても済む、より非侵襲的に目的のPaO₂値に持って

いける吸入装置を考えてみた。それには患者個人から基準値として空気呼吸下のPaO₂値をまず1回いただくのはもちろんだが、吸入酸素濃度を時々刻々変えても“変わらない”一定の値(参照値=設定値)が必要だった。その指標が何か?を求めて試行錯誤すること数年、ついに行き着いたのが呼気終末PO₂とPaO₂比率(呼気終末PO₂/PaO₂)であった。多くの患者を観察すると、この比は患者ごとに異なる一定の値をとるのだが、酸素濃度を変えても患者内でこの比は変わらない、という現象が見つかった。

これに対して呼気終末PO₂とPaO₂の差(End-tidal-arterial PO₂ difference)は吸入酸素濃度の変化につれて(直線的に)変化するので、参照値には使えなかった。これら指標探しの過程で、浅沼義英君(後に小樽商科大学健康管理センター教授、故人)のご苦勞があったことを記して感謝したい。

当時は呼気PO₂を連続分析するには酸素電極(白金電極)を、非連続的分析でも良い場合にはパラマグネティック分析計を使っていたが、安定性や感度などに問題があった。呼気PCO₂は赤外線分析計が主流だった。これら複数の呼気ガスを同時に連続測定するには質量分析計が最適だったが、当時は(現在も)かなり高価で、資金が豊かな麻酔科などで使われているのが羨ましかった時代である。この質量分析計の購入を主目的に(それはおくびにも出さず)“最適酸素吸入に関する云々”と題して某財団に応募したところ、運よく採用されたのだった。そして米国PerkinElmer社製、当時2,000万円程度のプレゼントが届いたのだった。