

いま振り返る
研究の日々

第4回

肺毛細血管の血流は拍動するか？

KKR 札幌医療センター名誉院長 川上 義和

肺循環系は体循環系にくらべて低圧系である。血流は右心室から左心房までの駆動圧と肺血管抵抗に依存する。

圧波形に着目すると右心室から肺動脈の下流になるにつれて血圧は下がり、左心房ではほとんど平坦になる。肺血管の最大の抵抗は肺小動脈にあり、肺毛細血管は周囲が肺胞気であるところからコンプライアンスは高く、抵抗は非常に小さいのかもしれない。このような理由から、ガス交換の場である肺毛細血管の血流は恒常流なのか、拍動性なのか不明だった。このテーマに挑んだのが Lee GJ と DuBois AB であった。

時は1955年、所はペンシルバニア大学病院肺機能検査室。二人は亜酸化窒素[笑気ガス(N_2O)]吸入後の体プレチスモグラフ(箱)内圧の変化から、それは拍動性であることを見出したのだった¹⁾。Google Scholarによると、この論文の引用数は156(2015年2月現在)と決して多くはないが、肺循環の研究者の間では“歴史的発見”とされる。この発見から派生する問題は数多いが、なかでも最大の問題は、この拍動性がガス交換にとって有利なのか、不利なのかであろう。Lee GJ は英国に帰ってからもサーボ機能を備えた独自の箱を作ってガス交換などの研究を続け、酸素の拡散は血流が多い時相に行われ、炭酸ガスは心周期の全時相で行われることを発見した。

帰国後、私はしばらく右心カテーテルによって肺循環の研究を続けていたが、肺毛細血管血流の拍動性を巡る問題が頭から離れなかった。拍動性

の血流を定量的に解析する手段は実はかなり難しく、私のようなせっかちで面倒くさがりの人間には苦手だった。肺毛細血管の血液量の測定を Harold Menkes に任せて帰国したのも、この性格のなせるところと言うと、天国の Harold に叱られるかもしれない。ところが、後に加算平均法という魅力的な方法が現れて、重い神輿を上げた。コンピューターにより何回も繰り返す波形を加算し、次いで平均化する方法である。これを利用すれば、記録から一つ一つプロットしなくても肺毛細血管の拍動性のパターンが鮮明になり、その因子を解明し、ガス交換との関係が解明できるのではないか。動脈血ガスは体位により変化する[老人では仰臥位で動脈血酸素分圧(PaO_2)は低下する]と言われていた。そこで、座位と仰臥位の箱を2個！[1個は故郷の北海道大学応用電気研究所(現 電子科学研究所)から借用したもの、寸法と容積は全く同じ双子の箱]用意して、動脈血ガス値と肺毛細血管の拍動流(N_2O 法による)の体位による変化の関係を見ることにした。

結果、拍動があるのは明らかだった。Lee GJ と DuBois AB らが記録紙から苦勞して何回もプロットした血流波の dicrotic notch (図 1A・B)¹⁾²⁾まで描出された。座位から仰臥位に移ると、この波形の conduction time (心音図 I 音第3成分から流量波形の立ち上がりまでの時間)が延びることがわかり、仰臥位で血液の肺への帰還が増え肺毛細血管の recruit が起きるためと推測した。被験者が若者だったためか、 PaO_2 平均値の変化は有意水準に達しなかったが、個々の被験者内の