

症例
ライブラリー

波形を読む

まとめ

生波形を読むことの重要性

内藤 祐介
NAITO, Yusuke奈良県立医科大学
麻酔科学教室

要約の落とし穴と“生”情報の意義

われわれは、麻酔に限らず日常においても、観察された事象をそのままではなく、要約して伝えることで情報伝達をスムーズにしている。例えば、自院を紹介する際には「1日あたりの外来患者数」「入院ベッド数」「年間手術件数」などの数値がよく用いられる。これらの指標は、病院の特徴を端的に伝えるうえで有用ではあるが、同時に、背景にある膨大な情報を削ぎ落としたうえで、ある一部分のみを強調して伝えていることにほかならない。これは時として情報をゆがめてしまう危険もはらんでいる。

今回取り上げた「生波形」もまさにその象徴である。数値化された情報は確かに便利ではあるが、生波形を知ることではしか得られない情報があることを、ここまで読み進めていただいた読者には十分ご理解いただけたことと思う。まとめとなる本稿では、心臓モニタリングの代表格である肺動脈カテーテルを例に、生波形を“読む”ことの重要性についてあらためて考察したい。

※なお、「生波形」という言葉自体については議論があった。モニター画面に表示される波形は、実際には各種フィルタリングや平滑化処理が加えられており、厳密には“生”ではない。ただし本稿では便宜上この言葉を用いることをご容赦いただきたい。

肺動脈カテーテルの誕生と発展

現在「Swan-Ganz カテーテル」として知られる肺動脈カテーテル pulmonary artery catheter (PAC) は、厳密には1945年、Lewis Dexter 博士によって初めて使用された。ただし当時は透視下で挿入し、単回の測定を行うのみで、リアルタイムでのベッドサイドモニタリングには至っていなかった。現在の原型となるバルーン付きPACは、カリフォルニア州シダース・サイナイ病院の心臓専門医 Jeremy Swan 博士が、ヨットの帆走に着想を得て開発した。帆を付けることで波に乗るボートのように、風船を付けたカテーテルが血流に乗って肺動脈まで到達できるのではと考えたのが発端である¹⁾。余談だが、アイデアの着想は、カリフォルニアの釣り船に乗っていた時、釣り糸の「風船仕掛け」から得たという説もある。このアイデアに William Ganz 医師が加わり、1970年に現在の Swan-Ganz カテーテルが誕生した。以後、PACは心不全、ショック、心筋梗塞、心臓手術後など多岐にわたる領域でゴールドスタンダードとして活躍するようになる。

PACをめぐる逆風

人類の叡智とまで称されたPACだが、その有用性には1990年代から疑問の声が上がるようになる。特に1996年に発表されたJAMA誌の前向き観察研究²⁾では、ICUに入室した慢性閉塞性肺疾患(COPD)、心不全、肝硬変、急性呼吸不全などの患者を対象に propensity score matching で調整後、PAC使用群のほうがICU滞在日数・死亡率・医療費いずれも増加していたと報告された。

その後も、多施設ランダム化比較試験(RCT)³⁾、大手術を対象とした研究⁴⁾、急性呼吸促進症候群(ARDS)に限定した研究⁵⁾などが相次いで発表されるも、PACの有効性を明確に示すエビデンスは得られなかった。

加えて、FloTracTM センサーなどのAPCO(動脈波形解析法)や、CVオキシメトリーなど低侵襲モニタリング技術の台頭もあり、PACの使用件数は年々減少している⁶⁾。

PACは本当に不要か?

ここで興味深い研究の一つを紹介したい。Ibertiら⁷⁾が米国・カナダの医師496名を対象に実施

した調査では、PACに関する31問の筆記試験を実施したところ、正答率の平均は67%であり、特に肺動脈楔入圧(PAWP)の読影精度は著しく低く、誤差5 mmHg以内で読めた医師はわずか53%にとどまった。PAWPの正確な読影には、表示されている数字だけでなく、呼気終末でのa波の平均(または最小値)を波形から読み取る必要がある。この点において、「生波形」を読むスキルがきわめて重要となる。PACで得られる値のうち、心拍出量はAPCOで、混合静脈血酸素飽和度(SvO₂)はCVオキシメトリーで代用可能であることを考えると、PACを挿入する究極的な意義は左室拡張終末期圧(LVEDP)の使用となり得るPAWPを計測できることであるといえる。そのPAWPを読めないまま、「PACは役に立たない」とされてしまうのは、いささかPACに気の毒であろう。

今後のPACの在り方(筆者の私見)

代替手段の普及により、もはや「PACがなければ困る」症例は限られてきている。現代の心臓麻酔の主役は経食道心エコー(TEE)であり、中心静脈圧(CVP)と三尖弁逆流(TR)から右室圧ですら推定可能だ。しかし、PACにはエコーにない利点もある。一度挿入すれば持続的なモニタリングが可能であり、術後も心機能の評価を継続できる点は大きい。両者は競合するものではなく、相補的なツールであるべきだと考える。

また、PACの合併症リスクについては、ハイボリュームセンサーのほうがPAC関連合併症が少ない可能性も示唆されており⁸⁾、熟練した施設では安全に使用可能であることが示されている。だからこそ、PACを「過去の遺物」とせず、適応を見極めつつ積極的に活用する体制が今後ますます重要になる。そしてその第一歩が、「波形を“読む”」という基本に立ち返ることだと信じている。

本稿ではまとめとしてPACを題材にしたが、これはほかのモニタリングにも共通して当てはまる事象である。低血圧に遭遇した際には血圧の値だけでなく生波形を確認したうえで昇圧薬を選択することが望ましい。PCV圧が高いことだけに着目してプラトー圧を知ることなく換気設定を操作するの誤った臨床判断に結びつく。paradoxical arousalはまれではあるものの、知っていれば麻酔薬を減量することはないだろう。このようにもう一步、表示されている値のウラを理解することでより良い診療につながればというのが本企画のスタートであった。ぜひ、明日からの臨床でご活用いただきたい。

■さらなる学習のために

●Marino PL. 稲田英一監訳. ICUブック. 第4版. 東京:メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2015.

研修医時代、旧版をたまたま本屋で手に取り、内容の面白さに一気に通読したのを覚えている。ICUというタイトルであるが、今回取り扱ったモニターの大部分が原理から平易な言葉で解説されており、麻酔科学を志す先生には是非一読いただきたい良書である。

■文献

1. Swan HJ. The pulmonary artery catheter. Dis Mon 1991; 37: 473-543.
2. Connors AF, Jr, Speroff T, Dawson NV, et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of

critically ill patients. SUPPORT Investigators. JAMA 1996; 276: 889-97.

3. Harvey S, Harrison DA, Singer M, et al. Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-Man): a randomised controlled trial. Lancet 2005; 366: 472-7.
4. Sandham JD, Hull RD, Brant RF, et al. A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. N Engl J Med 2003; 348: 5-14.
5. Wheeler AP, Bernard GR, Thompson BT, et al. Pulmonary-artery versus central venous catheter to guide treatment of acute lung injury. N Engl J Med 2006; 354: 2213-24.

6. Wiener RS, Welch HG. Trends in the use of the pulmonary artery catheter in the United States, 1993-2004. JAMA 2007; 298: 423-9.
7. Iberti TJ, Fischer EP, Leibowitz AB, et al. A multicenter study of physicians' knowledge of the pulmonary artery catheter. Pulmonary Artery Catheter Study Group. JAMA 1990; 264: 2928-32.
8. Jayaram N, Spertus JA, O'Byrne ML, et al. Relationship between hospital procedure volume and complications following congenital cardiac catheterization: a report from the IMproving Pediatric and Adult Congenital Treatment (IMPACT) registry. Am Heart J 2017; 183: 118-28.