

Cạm bẫy trong theo dõi huyết động dựa trên dạng sóng áp lực động mạch.

Luigi Camporota and Richard Beale*

*Correspondence: richard.beale@gstt.nhs.uk

Department of Adult Critical Care - Guy's and St Thomas' NHS Foundation Trust, St Thomas' Hospital, 1st Floor East Wing - Lambeth Palace Road, London, SE1 7EH, UK

Độ chính xác của hệ thống FloTrac-Vigileo cung lượng tim dựa trên áp lực động mạch vẫn thấp đến mức không thể chấp nhận được khi huyết động không ổn định. Dữ liệu cho thấy việc đo cung lượng tim (CO) bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi những thay đổi của các yếu tố ảnh hưởng đến huyết áp động mạch (ABP) - ví dụ, trương lực mạch và sự tuân thủ - compliance và vị trí động mạch - độc lập với những thay đổi thực sự trong CO. Mặc dù trên lý thuyết, thuật toán tự hiệu chuẩn của FloTrac-Vigileo nên điều chỉnh cho những thay đổi đó, mô hình bù trừ dưới mức (hoặc bù trừ quá mức) cho những tăng (hoặc giảm) nổi bật trong trương lực mạch máu và sự tuân thủ, làm cho hệ thống phụ thuộc phần lớn vào những thay đổi trong ABP. Những hạn chế này làm cho FloTrac-Vigileo chỉ chính xác trong các điều kiện huyết động ổn định và cho đến khi (thời điểm bài viết là 2010 - ND) các thuật toán mạnh mẽ hơn và các nghiên cứu xác nhận thêm có sẵn, chúng ta nên biết rằng trong thời gian huyết động không ổn định hoặc trong điều kiện giãn mạch hoặc co mạch dữ dội, CO đo được có thể tách ra khỏi môi trường độc lập với đo qua độ pha loãng chỉ thị bolus, đặc biệt nếu sử dụng động mạch ngoại vi. Trong những điều kiện này, chúng tôi chủ trương sử dụng phương pháp pha loãng chất chỉ thị xuyên phổi qua động mạch đùi.

Trong những năm gần đây, có xu hướng sử dụng các hệ thống theo dõi huyết động 'xâm lấn tối thiểu' trong các đơn vị chăm sóc đặc biệt (ICU) và trong các phòng mổ để đo liên tục cung lượng tim (CO) trong những năm gần đây. Trong bối cảnh này, "xâm lấn tối thiểu" có nghĩa là "ít xâm lấn hơn so với ống thông động mạch phổi" và được cho là một thuật ngữ vô ích. Tuy nhiên, trong số các thiết bị hiện có, hệ thống FloTrac-Vigileo (FTV) (Edwards Lifesciences LLC, Irvine, CA, USA) có lẽ xứng đáng với biểu tượng này vì nó được thiết kế để chạy từ bất kỳ đường động mạch nào (thường xuất hiện ở bệnh nhân trong ICU hoặc đang trải qua một cuộc phẫu thuật lớn, ít nhất là ở Châu Âu) và không cần hiệu chỉnh. Khả năng thứ hai này là sự xuất hiện của một thuật toán phức tạp mà thiết bị sử dụng để phân tích dạng sóng áp lực động mạch (APW), cho dù thu được từ động mạch quay hay động mạch đùi, để xác định tỷ lệ phi tuyến tính giả định giữa

huyết áp động mạch (ABP) và thể tích nhát bóp (SV) và do đó đưa ra ước tính về CO. Tuy nhiên, mặc dù sử dụng đơn giản, độ tin cậy của hệ thống này là không chắc chắn trong điều kiện huyết động không ổn định, khi liều lượng thuốc vận mạch thay đổi nhanh chóng nhưng cần có một CO chính xác là điều cần thiết để hướng dẫn cách quản lý phù hợp.

Thuật toán FloTrac phân tích sự phân phối thống kê của các điểm dữ liệu của ABP được lấy mẫu ở 100 Hz và dựa trên nguyên tắc rằng áp lực xung động mạch chủ tỷ lệ với SV, được đo bằng độ lệch chuẩn của áp lực động mạch (σ AP) xung quanh áp lực động mạch trung bình (MAP). σ AP sau đó được nhân với một tham số tỷ lệ bắt nguồn từ một phương trình đa thức đa biến bao gồm dữ liệu nhân khẩu học của bệnh nhân, compliance của động mạch, độ lệch (đối xứng của dạng sóng) để điều chỉnh cho trương lực mạch máu và kurtosis (đo mức APW đạt đỉnh) để bù đắp về sự khác biệt trong APW do vị trí huyết mạch.

Vấn đề cơ bản của cách tiếp cận này là đảm bảo rằng nó có thể xác định và biểu diễn chính xác những tình huống trong đó sự thay đổi huyết áp (huyết áp tâm thu, tâm trương, trung bình và mạch) có liên quan đến sự thay đổi SV ngược với các thay đổi không phải sự thay đổi trên. Nói cách khác, hệ thống phải có khả năng phân biệt sự thay đổi huyết áp do các thao tác test thể tích, trong đó can thiệp chính là nhằm mục đích tăng CO, và do đó huyết áp thường chỉ thay đổi nếu điều này xảy ra và theo cùng một hướng, mặc dù độ nhạy tương đối của cách mà hai biến số phản hồi tất nhiên có thể hoàn toàn khác nhau. Khi sự thay đổi cơ bản là sức cản của động mạch, như khi triển khai sử dụng thuốc vận mạch, tình hình sẽ khó khăn hơn vì can thiệp nhằm mục đích làm tăng huyết áp, nhưng tác động lên SV có thể theo cả hai hướng. Đây là tình huống được thử nghiệm nhiều nhất đối với các thuật toán CO dựa trên áp suất động mạch, đặc biệt là nếu chưa được hiệu chỉnh.

Trong một ấn bản trước của Critical Care, Eleftheriadis và các đồng nghiệp [1], những người đã quan sát thấy những thay đổi không thể tưởng tượng được trong CO khi sử dụng thuốc vận mạch trong thực hành lâm sàng của họ, đã báo cáo một thí nghiệm đơn giản nhưng trang nhã cho thấy rằng, ở những bệnh nhân trải qua ghép nối động mạch vành, những thay đổi trong ABP để đáp ứng với sự thay đổi từng bước của noradrenaline dẫn đến những thay đổi song song về CO được đo bằng FTV thế hệ thứ hai (phiên bản phần mềm 1.14), không xuất hiện khi CO được đo thông thường bằng ống thông động mạch phổi được pha loãng nhiệt. Trong những điều kiện này của những thay đổi về mặt dược lý của trương lực mạch máu, độ chệch và giới hạn thỏa thuận của FTV CO cao không thể chấp

nhận được ngang bằng với sự pha loãng bằng nhiệt, và hơn nữa, hàm lượng CO thu được bằng hai phương pháp trở nên lớn hơn theo từng bước tăng ABP, chứng tỏ rằng (ít nhất là trong bối cảnh này) CO do FTV đo được phụ thuộc vào MAP.

Những phát hiện này làm nổi bật thực tế là các phương pháp cung lượng tim dựa trên áp lực động mạch (APCO), đặc biệt khi không được hiệu chuẩn, vẫn bị ảnh hưởng mạnh bởi các yếu tố ảnh hưởng đến ABP và APW độc lập với SV và CO. Chất lượng của APW, mức độ phản xạ sóng áp lực tại vị trí động mạch (tức là động mạch quay so với động mạch đùi), mức độ và sự thay đổi nhanh chóng của trương lực mạch và sự tuân thủ, và hình dạng của hệ thống động mạch đều có thể ảnh hưởng đến các thuật toán APCO, làm cho các hệ thống này không đáng tin cậy ở những bệnh nhân trải qua những thay đổi nhanh chóng về ABP do thay đổi sức cản mạch máu (ví dụ, trong quá trình co mạch do dược lý gây ra). Vì vậy, mặc dù về mặt lý thuyết, thuật toán sẽ bù trừ cho những thay đổi về trương lực và vị trí động mạch sau mỗi 60 giây phù hợp với mô hình, nhưng có vẻ như rõ ràng rằng hệ số tỷ lệ tự hiệu chuẩn bù trừ dưới mức cho sự gia tăng trương lực mạch máu và bù trừ quá mức trong điều kiện trương lực mạch máu thấp, làm cho hệ thống tỷ lệ thuận với những thay đổi trong ABP.

Công bằng mà nói, phần mềm thế hệ thứ hai của FTV đã cho thấy độ chính xác được cải thiện trong điều kiện ổn định huyết động hoặc trong những thay đổi về thể tích nội mạch mà không có sự thay đổi đáng kể về trương lực mạch, và do đó có thể hữu ích trong việc hướng dẫn tải thể tích (ví dụ, trong 'liệu pháp hướng tới mục tiêu sớm - ' hoặc tối ưu hóa trước phẫu thuật cho phẫu thuật tự chọn). Tuy nhiên, sự đồng thuận kém không thể chấp nhận được đã được chỉ ra trong các nghiên cứu bao gồm những bệnh nhân ở mức cực điểm của trương lực mạch và sự tuân thủ như bệnh nhân xơ gan được ghép gan [2,3], bệnh nhân sốc nhiễm trùng [4], bệnh nhân nặng không ổn định huyết động dùng thuốc vận mạch liều lớn. [5], và những bệnh nhân đang phẫu thuật tim [6], trong đó những thay đổi về trương lực mạch và sự tuân thủ là nổi bật và những thay đổi rõ ràng về CO là do sự thay đổi trong APW [7].

Một yếu tố quan trọng khác cần xem xét khi đo CO giữa bằng bất kỳ hệ thống APCO nào là vị trí đo ABP (ví dụ, động mạch quay so với động mạch đùi) có thể ảnh hưởng đáng kể đến APW và do đó CO. Sự khác biệt giữa huyết áp trung tâm và ngoại vi đã được mô tả trong một số trường hợp lâm sàng như sau khi bắc cầu tim phổi [8], trong khi ngừng tuần hoàn hạ thân nhiệt sâu [9], trong khi hồi sức tim phổi [10], ở bệnh nhân sốc nhiễm trùng được điều trị bằng thuốc co mạch liều cao [11], và ở bệnh nhân trong quá trình tái tưới máu sau khi ghép

gan [12]. Sự khác biệt về ABP giữa các vị trí khác nhau có thể lớn và trong điều kiện co mạch mạnh, ABP động mạch quay có thể đánh giá thấp ABP động mạch chủ thực sự, cho giá trị CO thấp giả. Điều đáng quan tâm là trong nghiên cứu của Eleftheriadis và cộng sự [1], sự khác biệt lớn về CO giữa FTV và catheter động mạch phổi đã được chứng minh mặc dù thực tế là ABP cho FTV thu được từ động mạch đùi. Các động mạch trung tâm trở nên ít nhạy cảm hơn với các biến thiên để đáp ứng với các thuốc vận mạch vì trương lực tiểu động mạch đã cao và hệ số phản xạ (tỷ số giữa sóng phản xạ và sóng tới trong miền tần số) chỉ có thể tăng lên một chút do co mạch mạnh. [13]. Các nghiên cứu xem xét sự khác biệt về CO khi FTV được kết nối với động mạch quay hoặc động mạch đùi đã cho thấy các kết quả khác nhau [14,15] nhưng nêu bật thực tế là tác động của vị trí đặt ống thông động mạch không thể không đáng kể và thuật toán có thể không thể bù cho những thay đổi về hình dạng và biên độ của APW trong các điều kiện huyết động cực mạnh.

Kết luận, hệ thống tự hiệu chuẩn chỉ hữu ích khi được sử dụng để theo dõi những thay đổi của SV trong quá trình thử thách dịch ở điều kiện ổn định nhưng trở nên kém chính xác hơn với những thay đổi về trương lực mạch máu và khả năng phản ứng. Cho đến khi các thuật toán mạnh mẽ hơn và các nghiên cứu xác nhận thêm ở những bệnh nhân bị bệnh nặng có sẵn, chúng ta nên biết rằng trong điều kiện huyết động không ổn định, hệ thống ABP-CO chưa hiệu chuẩn có thể khác với các phép đo bolus độc lập, đặc biệt nếu sử dụng động mạch ngoại vi vì điều này có thể đánh giá thấp hoặc đánh giá quá cao huyết áp trung tâm tùy thuộc vào trương lực mạch. Trong những điều kiện này, chúng tôi ủng hộ việc sử dụng các hệ thống được hiệu chuẩn lại thường xuyên bằng cách sử dụng pha loãng chất chỉ thị qua động mạch đùi hoặc động mạch phổi.

Tài liệu tham khảo.

1. Eleftheriadis S, Galatoudis Z, Didilis V, Bougioukas I, Schon J, Heinze H, Berger KU, Heringlake M: Variations in arterial blood pressure are associated with parallel changes in FlowTrac/Vigileo(R)-derived cardiac output measurements: a prospective comparison study. *Crit Care* 2009, 13:R179.
2. Biancofi ore G, Critchley LA, Lee A, Bindi L, Bisà M, Esposito M, Meacci L, Mozzo R, DeSimone P, Urbani L, Filippini F: Evaluation of an uncalibrated arterial pulse contour cardiac output monitoring system in cirrhotic patients undergoing liver surgery. *Br J Anaesth* 2009, 102:47-54.
3. Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Vallet A, Cochard JF, Revel P, Sztark F: Cardiac output measurement in patients undergoing liver transplantation: pulmonary artery catheter versus uncalibrated arterial pressure waveform analysis. *Anesth Analg* 2008, 106:1480-1486, table of contents.

4. Sakka SG, Kozieras J, Thuemer O, van Hout N: Measurement of cardiac output: a comparison between transpulmonary thermodilution and uncalibrated pulse contour analysis. *Br J Anaesth* 2007, 99:337-342.
5. Compton FD, Zukunft B, Hoffmann C, Zidek W, Schaefer JH: Performance of a minimally invasive uncalibrated cardiac output monitoring system (FloTrac/Vigileo) in haemodynamically unstable patients. *Br J Anaesth* 2008, 100:451-456.
6. Mayer J, Boldt J, Schollhorn T, Rohm KD, Mengistu AM, Suttner S: Semi-invasive monitoring of cardiac output by a new device using arterial pressure waveform analysis: a comparison with intermittent pulmonary artery thermodilution in patients undergoing cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2007, 98:176-182.
7. Mayer J, Boldt J, Poland R, Peterson A, Manecke GR Jr.: Continuous arterial pressure waveform-based cardiac output using the FloTrac/Vigileo: a review and meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009, 23:401-406.
8. Chauhan S, Saxena N, Mehrotra S, Rao BH, Sahu M: Femoral artery pressures are more reliable than radial artery pressures on initiation of cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2000, 14:274-276.
9. Manecke GR Jr., Parimucha M, Stratmann G, Wilson WC, Roth DM, Auger WR, Kerr KM, Jamieson SW, Kapelanski DP, Mitchell MM: Deep hypothermic circulatory arrest and the femoral-to-radial arterial pressure gradient. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004, 18:175-179.
10. Rivers EP, Lozon J, Enriquez E, Havstad SV, Martin GB, Lewandowski CA, Goetting MG, Rosenberg JA, Paradis NA, Nowak RM: Simultaneous radial, femoral, and aortic arterial pressures during human cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 1993, 21:878-883.
11. Dorman T, Breslow MJ, Lipsett PA, Rosenberg JM, Balser JR, Almog Y, Rosenfeld BA: Radial artery pressure monitoring underestimates central arterial pressure during vasopressor therapy in critically ill surgical patients. *Crit Care Med* 1998, 26:1646-1649.
12. Arnal D, Garutti I, Perez-Pena J, Olmedilla L, Tzenkov IG: Radial to femoral arterial blood pressure differences during liver transplantation. *Anaesthesia* 2005, 60:766-771.
13. Nichols WW, O'Rourke MF: McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles. 5th edition. London: Hodder Arnold; 2005.
14. Hofer CK, Button D, Weibel L, Genoni M, Zollinger A: Uncalibrated radial and femoral arterial pressure waveform analysis for continuous cardiac output measurement: an evaluation in cardiac surgery patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009 Aug 21. [Epub ahead of print].
15. Schramm S, Albrecht E, Frascarolo P, Chassot PG, Spahn DR: Validity of an arterial pressure waveform analysis device: does the puncture site play a role in the agreement with intermittent pulmonary catheter thermodilution measurements? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009 Aug 21.