Artículo de Revisión

MONITORIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LA REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR

Nicolás Arriaza H.* y María Mercedes Aguirre C.**

Key words: Cardiopulmonary resuscitation, chest compression, heart arrest, quality, capnography, monitoring.

Es sabido que las probabilidades de supervivencia de los pacientes en paro cardiaco están en estrecha relación con la calidad de las maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP), y dentro de éstas, las compresiones torácicas son el primer paso para lograr un flujo sanguíneo coronario mínimo durante la RCP[1,2].

Desafortunadamente estudios recientes han mostrado que la calidad de la RCP tanto en el ambiente extrahospitalario como en el intrahospitalario, es a menudo deficiente[3-5]. Por tal razón, uno de los énfasis en las últimas recomendaciones emanadas de ILCOR (*International Liaison Committee on Resuscitation*), específicamente las Guías de la American Heart Association 2010, es asegurar un RCP de alta calidad. Esto implica:

- Compresiones torácicas con la frecuencia y profundidad adecuada.
- Permitir una expansión torácica completa entre compresiones.
- Minimizar las interrupciones y los tiempos sin compresión torácica.
- Evitar la ventilación excesiva.

Para conseguir este objetivo es imprescindible contar con mecanismos de monitorización eficientes y en tiempo real, que permitan evaluar la efectividad de las maniobras y la necesidad de modificar alguna de las intervenciones.

Los elementos de monitorización en RCP pueden ser clasificados de acuerdo a parámetros mecánicos y fisiológicos.

Parámetros mecánicos

Diversos dispositivos se han estudiado para ayudar al reanimador a conseguir una RCP adecuada. Los más simples son los acelerómetros y metrónomos que guían en el número de las compresiones torácicas y ventilaciones. Existen dispositivos más sofisticados que censan las compresiones torácicas y su profundidad, y además, hacen una pausa en tiempo real y proporcionan retroalimentación visual y/o auditiva respecto a la forma en que se están realizando las compresiones[6].

Hasta la fecha no hay estudios que demuestren una mejora significativa en cuanto a sobrevida en relación con el uso de dispositivos mecánicos durante los eventos reales de paro cardiaco. Sin embargo, los dispositivos que permiten una retroalimentación de la RCP en tiempo real podrían mejorar la calidad de la RCP, además de facilitar el entrenamiento y la adquisición de habilidades por parte de los reanimadores[7-9].

Parámetros Fisiológicos

Durante el PCR los parámetros fisiológicos clásicos que se han monitorizado como medio de evaluación de la efectividad de las maniobras de reanimación son el registro electrocardiográfico (ECG) y la palpación de pulso. Lamentablemente, estos parámetros no permiten evaluar la calidad de la reanimación, puesto que no traducen la obtención

* Becado Anestesiología y Reanimación. Universidad de Valparaíso. Hospital FACH.
** Profesor Asistente Departamento de Anestesiología y Reanimación Hospital Clínico Universidad de Chile.

de flujos ni de presiones de perfusión críticas, que son las que podrían dar la oportunidad de reanimar con éxito al paciente en PCR.

Otros parámetros que se han estudiado son la presión espirada de CO_2 ($ETCO_2$), la presión de perfusión coronaria (PPC) y la saturación venosa central de oxígeno ($ScvO_2$), que han demostrado tener una correlación directa con el gasto cardiaco y el flujo sanguíneo coronario durante la reanimación. Además, se han identificado los valores mínimos de estos parámetros a partir del cual las maniobras de reanimación se traducen en una mayor tasa de retorno a la circulación espontánea[13,14].

Pulso

Es frecuente la búsqueda de pulso femoral o carotídeo por parte de los reanimadores, como medio de monitorización de la efectividad de la RCP. Si bien la presencia de pulso carotídeo o femoral cuando las maniobras de reanimación se han detenido es un signo claro de retorno a la circulación espontánea, su significado durante las compresiones torácicas no es de utilidad ya que la vena cava inferior no posee válvulas, por lo que el flujo sanguíneo retrógrado en el sistema venoso puede producir una onda de pulso palpable durante la reanimación, dando una errada impresión de flujo sanguíneo arterial[10]. Además esta onda de pulso está lejos de indicarnos qué es lo que sucede con la perfusión coronaria y/o cerebral, objetivos primordiales de la reanimación.

Por otra parte, la búsqueda de pulso por parte de los reanimadores no siempre es una tarea fácil, habitualmente tardan demasiado tiempo en encontrarlo o presentan dificultades para determinar si el pulso está o no presente[11].

Oximetría de pulso

Durante un PCR, la oximetría de pulso no suele proporcionar una señal fiable debido a que el flujo sanguíneo está alterado o es insuficiente en el lecho periférico. Al igual que con la onda de pulso, la presencia de una onda pletismográfica normal una vez detenidas las maniobras, es un indicador del retorno a la circulación espontánea[12].

Gases en sangre arterial

Los gases en sangre arterial durante la RCP no son un indicador confiable de la gravedad de la hipoxemia ni de la hipercapnia tisular, por lo tanto, su medición de rutina durante la reanimación cardiopulmonar tiene un valor incierto[12].

Presión espirada de CO_2 ($ETCO_2$) o Capnografía

El CO_2 es producido por el metabolismo celular y transportado por el flujo sanguíneo hasta los pulmones. La capnografía mide la concentración de CO_2 exhalado al final de la espiración y se expresa normalmente como presión parcial (valor normal: 35 a 40 mmHg).

Durante un paro cardiaco el CO_2 se sigue produciendo, pero al no existir flujo sanguíneo no alcanza los pulmones y el valor de la capnografía con ventilaciones continuas, tiende a cero. Una vez iniciadas las compresiones torácicas y en condiciones de ventilación constantes, la $ETCO_2$ se correlaciona con el gasto cardiaco logrado con las maniobras de RCP.

La persistencia de valores bajos de $ETCO_2$ (< 10 mmHg) durante la RCP en pacientes intubados, sugieren un retorno a la circulación espontánea poco probable[15-17]. Teniendo en cuenta estos valores, la monitorización continua del $ETCO_2$ durante la RCP representa un parámetro de la calidad de la reanimación, además de evidenciar la fatiga de los reanimadores. Un punto importante a tener en cuenta es que al administrar bicarbonato de sodio este se disocia en agua y CO_2, provocando un aumento transitorio del $ETCO_2$, que no debe confundirse con un retorno a la circulación espontánea.

Cuando el $ETCO_2$ es < 10 mmHg, es razonable tratar de mejorar la calidad de la RCP mediante la modificación de las compresiones torácicas hasta llegar a valores mayores a 10 mmHg. Si el $ETCO_2$ aumenta bruscamente a un valor normal, es un indicador de retorno a la circulación espontánea.

El valor de la capnografía en pacientes no intubados como elemento de monitorización de la calidad de la RCP y retorno a la circulación espontánea es incierto. Lo mismo ocurre en pacientes ventilados con dispositivos supraglóticos o bolsa-mascarilla.

Presión de perfusión coronaria (PPC)

La presión de perfusión coronaria (PPC = Δ presión diastólica aórtica - presión de fin de diástole de ventrículo izquierdo) durante la RCP, ha mostrado una correlación con el flujo sanguíneo miocárdico y el retorno a la circulación espontánea. Así mismo, conseguir PPC altas durante la reanimación se tra-

duce en una mayor tasa de retorno a la circulación espontánea y sobrevida en las primeras 24 horas. Estudios han mostrado que cifras de PPC mayores de 15 mmHg tienen mejores tasas de retorno a la circulación espontánea[14, 18].

Como en clínica rara vez se cuenta con la PPC, un sustituto razonable es la presión arterial diastólica invasiva. Aunque no hay estudios que establezcan la correlación entre la presión arterial diastólica invasiva (PAD) y el retorno a la circulación espontánea, parece razonable considerar la PAD como parámetro de monitorización de la calidad de la reanimación[1]: si es < 20 mmHg es imprescindible tratar de mejorar la calidad de la reanimación, optimizando la compresiones torácicas y/o usando vasopresores. Debe considerarse una PAD sobre 40 mmHg como valor ideal durante las maniobras de reanimación[20].

Saturación venosa central de oxígeno (SvcO)

Cuando la hemoglobina, el consumo y la saturación arterial de oxígeno son constantes, los cambios en $ScvO_2$ reflejarán las diferencias en el aporte de oxígeno a través de cambios en el gasto cardiaco. Si se mide la $ScvO_2$ en forma continua utilizando un catéter venoso central ubicado en la vena cava superior, los valores normales están entre 60% y 80%. Durante la reanimación cardiopulmonar estos valores van entre 25-35%, indicando un flujo sanguíneo insuficiente. Estudios clínicos han demostrado que una $SvcO_2$ inferior a 30% durante maniobras de RCP se asocia a una baja tasa de retorno a la circulación espontánea[21].

Cuando se tiene $ScvO_2$ en forma continua, es un indicador útil para estimar el gasto cardiaco y el suministro de oxígeno durante la RCP. Por lo tanto, es razonable considerar su uso para controlar la calidad de la RCP. Si la $ScvO_2$ es < 30% es razonable tratar de mejorar la calidad de la RCP mediante la optimización de las compresiones torácicas. Sin embargo, para medir $ScvO_2$ se necesita instalar un catéter central con fibra óptica, lo que es una excepción en condiciones de RCP.

Ecocardiografía

No hay estudios que evalúen específicamente el impacto de la ecocardiografía en los resultados del paciente en paro cardiaco. Sin embargo, varios estudios sugieren que la ecocardiografía transtorácica y transesofágica tienen una potencial utilidad en el diagnóstico diferencial de las causas del paro cardiaco, tales como taponamiento cardiaco, embolia pulmonar, isquemia miocárdica, hipovolemia y disección aórtica[22,23]. A medida que el uso de la ecocardiografía con protocolos focalizados en PCR e integrados a los algoritmos de reanimación se vaya masificando (FEER: focused echocardiographic evaluation in resuscitation)[24], se contará con mayor evidencia para evaluar la eficacia de esta herramienta diagnóstica y de monitorización. Por el momento, el uso de la ecocardiografía transtorácica y transesofágica puede ser considerada en el diagnóstico diferencial de las causas de paro cardiaco.

REFERENCIAS

1. Field JM, Hazinski MF, Sayre M, et al. Part 1: Executive Summary: 2010 AHA Guidelines for CPR and ECC. Circulation 2010; 122 (supl 3): S640-S656.
2. Hazinski MF, Nolan JP, Billi JE, et al. Part 1: Executive Summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2010; 122 (supl 2): S250-S275.
3. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. JAMA 2005; 293: 305-310.
4. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2005; 293: 299-304.
5. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during inhospital cardiac arrest. Circulation 2005; 111: 428-434.
6. Morley P. Monitoring the quality of cardiopulmonary resuscitation. Curr Op Crit Care 2007; 13: 261-267.
7. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, et al. Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. Resuscitation 2009; 80: 79-82.
8. Yeung J, Meeks R, Edelson D, et al. The use of CPR feedback/prompt devices during training and CPR performance: A systematic review. Resuscitation 2009; 80: 719-721.
9. Kern KB, Sanders AB, Raife J, et al. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. Arch Intern Med 1992; 52: 145-149.
10. Connick M, Berg RA. Femoral venous pulsations during open-chest cardiac massage. Ann Emerg Med 1994; 24: 1176-1179.
11. Moule P. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy in students of the healthcare professions. Resuscitation 2000; 44: 195-201.

12. Neumar RW, Otto CW, Link MS, et al. Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2010; 122 (supl 3): S729-S767.
13. Levine RL, Wayne MA, Miller CC. End-tidal carbon dioxide and outcome of out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med. 1997; 337: 301-306.
14. Paradis NA, Martin GB, Rivers EP, et al. Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation. JAMA 1990; 263: 1106-1113.
15. Cantineau JP, Lambert Y, Merckx, et al. End-tidal carbon dioxide during cardiopulmonary resuscitation in humans presenting mostly with asystole: a predictor of outcome. Crit Care Med 1996; 24: 791-796.
16. Grmec S, Kupnik D. Does the Mainz Emergency Evaluation Scoring (MEES) in combination with capnometry (MEESc) help in the prognosis of outcome from cardiopulmonary resuscitation in a prehospital setting? Resuscitation 2003; 58: 89-96.
17. Kolar M, Krizmaric M, Klemen P, et al. Partial pressure of end-tidal carbon dioxide successful predicts cardiopulmonary resuscitation in the field: a prospective observational study. Crit Care 2008; 12: R115.
18. Gazmuri RJ, Álvarez-Fernández JA. Tendencias en resucitación cardiopulmonar. Med Intensiva 2009; 33(1): 31-39.
19. Rivers EP, Lozon J, Enriquez E, et al. Simultaneous radial, femoral, and aortic arterial pressures during human cardiopulmonary resuscitation. Crit Care Med 1993; 21: 878-883.
20. Hayes M, Allen R, Otto C. Monitoring during cardiac arrest: are we there yet?. Current Opinion in Critical Care 2003, 9: 211-217.
21. Rivers EP, Martin GB, Smithline H, et al. The clinical implications of continuous central venous oxygen saturation during human CPR. Ann Emerg Med 1992; 21: 1094-1101.
22. Memtsoudis SG, Rosenberger P, Loffler M, et al. The usefulness of transesophageal echocardiography during intraoperative cardiac arrest in noncardiac surgery. Anesth Analg 2006; 102: 1653-1657.
23. Tayal VS, Kline JA. Emergency echocardiography to detect pericardial effusion in patients in PEA and near-PEA states. Resuscitation 2003; 59: 315-318.
24. Breitkreutz R, Walcher F, Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. Crit Care Med 2007; 35 (supl 5): S150-S61.

Correspondencia a:
María Mercedes Aguirre C.
mmaguirre@gmail.com