

Tonometría gástrica como sistema de monitorización en cirugía abdominal

V. Rollán Villamarín¹, J. Casado Flores², M. Monleón Luque², P. Morató Robert¹

¹Servicio de Cirugía Pediátrica. ²Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital del «Niño Jesús», Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid

RESUMEN: Objetivo. Estudiar la evolución del pH intramucoso (pHi) durante el proceso quirúrgico y en el postoperatorio inmediato en pacientes pediátricos intervenidos de cirugía abdominal de duración superior a 90 minutos.

Material y métodos. Estudio prospectivo de 25 pacientes intervenidos de procesos abdominales. Edad media de $5,6 \pm 3$ años, rango de 9 meses a 13 años. Tiempo quirúrgico 207 ± 76 minutos.

Se determinó el pHi mediante tonometría gástrica introduciendo en estómago un tonómetro sigmoideo, efectuándose una determinación cada hora durante el período intraoperatorio y cada 8 horas en el postoperatorio.

Resultados. Se efectuaron 157 determinaciones del pHi con una media de 6,28 determinaciones por paciente.

Durante el período intraoperatorio, el pHi descendió de $7,36 \pm 0,11$ (a los 30') a $7,22 \pm 0,11$ (a los 210') ($p = 0,005$). En el período postoperatorio, el pHi ascendió hasta $7,36 \pm 0,05$ a las 24 horas ($p < 0,005$).

Conclusiones. Durante el proceso quirúrgico se produce un descenso significativo del pHi, que se recupera a partir de las 16 horas del postoperatorio.

PALABRAS CLAVE: Tonometría gástrica; pH intramucoso; Cirugía abdominal; Niños.

GASTRIC TONOMETRY AS MONITORITION SYSTEM IN ABDOMINAL SURGERY

ABSTRACT: Objective. The aim of this study is the evolution of the intramucosal pH (pHi) during the quirsurgic and the immediate postoperative process in pediatric patients, operated in abdominal surgery longer than 90 minutes.

Material and methods. A prospective study including 25 patients was done. In all of them intraabdominal surgery was performed. The mean age was 5.6 ± 3 years, range from 9 months to 13 years. The operative time was 207 ± 76 minutes. The pHi was measured by means of a sigmoid tonometer introduced in the stomach. A tonometry was done hourly during the operative procedure, and every 8 hours during the postoperative period.

Results. 157 determinations of pHi were taken with an average of 6.28 per patient. During the operative period the pHi decreased from 7.36 ± 0.11 (30') to 7.22 ± 0.11 (210'). During the postoperative, the pHi increased to 7.36 ± 0.05 , 24 hours later ($p < 0.005$).

Conclusions. During the surgery there was a significate reduction of the pHi, which recovered 16 hours after in the postoperative.

KEY WORDS: Gastric tonometry; Intramucosal pH; Abdominal surgery; Children.

Correspondencia: Dr. V. Rollán Villamarín, Servicio de Cirugía Pediátrica, Hospital Universitario «Niño Jesús», Avda. Menéndez Pelayo 65, 28009 Madrid.

INTRODUCCIÓN

En circunstancias normales, la mucosa intestinal permite únicamente el paso selectivo de nutrientes a la circulación sanguínea, manteniendo una barrera protectora contra la absorción de diversas sustancias intraluminales como las bacterias y sus toxinas. Actualmente está bien documentado que el tracto gastrointestinal puede actuar como una fuente de gérmenes, especialmente en pacientes granulocitopénicos y en pacientes quirúrgicos en estado crítico^(1, 2).

Durante la hipotensión arterial, la cantidad de sangre que fluye a través de la mucosa intestinal se mantiene o disminuye, el tiempo de tránsito del flujo sanguíneo en la mucosa intestinal aumenta, y como consecuencia la parte superficial de la mucosa puede sufrir una hipoxia intensa.

Tras una isquemia parcial, la mucosa del intestino delgado sufre lesiones rápidamente, observándose signos microscópicos en el plazo de 1 a 2 horas, detectándose aumento de la permeabilidad capilar, seguida de un aumento de la permeabilidad de la mucosa. En el período de reperfusión se producen radicales libres de oxígeno que van a incrementar la gravedad de las lesiones de la mucosa.

Durante los procesos de cirugía mayor, especialmente en cirugía abdominal, puede producirse una alteración de la circulación esplácnica.

Múltiples estudios durante los últimos 15 años han demostrado que el pH de la mucosa gástrica e intestinal (pHi) es un fiel reflejo de su oxigenación⁽²⁻⁴⁾.

La tonometría gástrica o intestinal es una técnica mínimamente invasiva que permite conocer el pH de la mucosa gástrica o intestinal. La técnica actual de la tonometría está basada en los trabajos efectuados y publicados a partir de 1982 por Fiddian Green, Fink y colaboradores en la Universidad de Massachussets⁽⁵⁻⁷⁾.

El escasísimo número de estudios del pHi realizados en el área de la Cirugía Pediátrica y el interés que tiene el conocer las alteraciones de la perfusión esplácnica que pueden producirse durante su práctica nos planteó como objetivo de este estudio el conocer las variaciones del pHi duran-

Tabla I Criterios de selección de pacientes

Edad: RN a 18 años
Patología: Cirugía abdominal
Tiempo quirúrgico > 90 minutos
Anestesia general
Monitorización habitual con canalización arterial
Postoperatorio en UCIP ≥ 24 horas

te el período intraoperatorio y en el postoperatorio inmediato, en pacientes intervenidos de procesos abdominales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio prospectivo realizado en 25 pacientes intervenidos de procesos quirúrgicos abdominales; los criterios de selección se refieren en la tabla I. La edad media de los niños fue de $5,6 \pm 3$ años, rango de 9 meses a 13 años. Sexo: 44% varones y 56% niñas. El tiempo quirúrgico correspondió a 207 ± 76 minutos. La patología intervenida se refiere en la tabla II.

Todos los pacientes se mantuvieron en ayunas un mínimo de 6 horas antes de la cirugía. Se les administró ranitidina a una dosis de 2 mg/kg de peso, por vía i.v. lenta, hasta un máximo de 50 mg, dos horas antes de ser trasladados a quirófano.

Después de la anestesia se procedió a la canalización percutánea de la arteria radial, que se mantuvo canalizada hasta la terminación del estudio en la fase postoperatoria, para la obtención de muestras de sangre arterial.

Para la determinación del pHi se introdujo en estómago un tonómetro sigmoideo (Trip® Sigmoid Catheter, de la casa Tonometrics, Inc.) (Fig. 1). La inserción del tonómetro se efectuó por vía nasogástrica previo purgado del tonómetro con suero fisiológico. Las determinaciones del pHi se efectuaron cada hora durante el tiempo intraoperatorio, hasta un máximo de cuatro, y cada 8 horas durante las primeras 24 horas del postoperatorio, realizando la primera a la media hora de ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCIP).

Método de determinación del pHi: una vez introducido el tonómetro en el estómago se procede a llenarlo con 2,5 mL de suero salino fisiológico al 0,9%. A los 30 minutos de equilibrado se retira 1 mL de suero salino que se desecha, aspirando a continuación los 1,5 mL de suero restante, remitiéndolos al laboratorio en medio anaerobio, junto con una muestra de sangre arterial obtenida simultáneamente. Con los resultados obtenidos de la PCO₂ del suero salino y el HCO₃⁻ de la sangre arterial, se calcula el pH intramucoso aplicando la ecuación de Henderson-Hasselbach modificada:

- $pHi = 6,1 + \text{Log} (\text{HCO}_3^- / \text{PCO}_2 \text{ (s.s.)} \times 0,03)$
- HCO₃⁻ = Bicarbonato arterial.
- PCO₂ = PCO₂ obtenido de la muestra de suero salino del

Tabla II Patología intervenida

Diagnóstico	N
Hernia hiatal	4
Hernia de Morgagni	1
S. de Chilaiditi	1
Hamartoma hepático	1
Esferocitosis (esplenectomía)	1
Enf. de Hirschsprung	2
Enf. de Crohn	2
Obstrucción intestinal	1
Nefroblastoma	1
Neuroblastoma	6
Schwannoma suprarrenal	1
Teratoma de ovario	1
Carcinoma de ovario	1
Estenosis cáustica de esófago (esofagocoloplastia)	2

**Figura 1.** Tonómetro sigmoideo.

tonómetro, corregido para el tiempo de equilibrado según la fórmula suministrada por la casa comercial.

Para las determinaciones de la PCO₂ del suero salino se utilizó un analizador de gases («Radiometer»), empleándose el mismo analizador para todas las determinaciones.

En las determinaciones del pHi intra y postoperatorio se procedió aplicando la misma sistemática.

Después del ingreso en la UCIP se realizó una radiografía de abdomen a fin de comprobar la posición del tonómetro en el estómago. Se continuó con la administración de ranitidina i.v., cada 8 horas, a la misma dosis que en el período intraoperatorio.

Metodología estadística. Sobre la base de datos se ha aplicado el programa estadístico-epidemiológico EPI-INFO, versión 6. El nivel de significación elegido fue de $\alpha = 0,05$, considerándose estadísticamente significativo los test que dieron una $p \leq 0,05$.

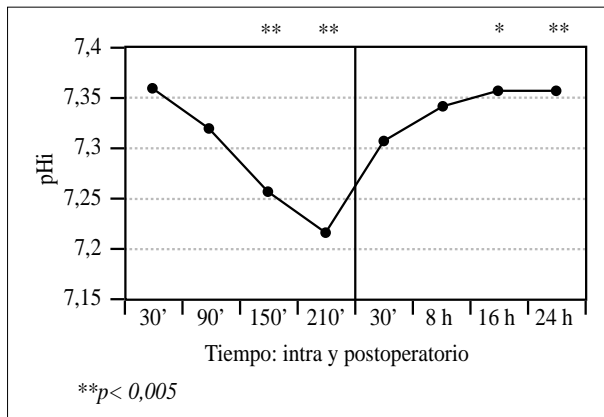


Figura 2. Valor medio del pHí en el período intra y postoperatorio.

RESULTADOS

Durante todo el estudio se realizaron 157 determinaciones del pHí con una media de 6,28 determinaciones por paciente, correspondiendo 77 al período intraoperatorio (3,1/paciente) y 80 al período postoperatorio (3,2/paciente).

En el tiempo intraoperatorio el valor medio del pHí descendió desde $7,36 \pm 0,10$ a los 30 min de iniciada la cirugía, hasta $7,22 \pm 0,11$ a los 210 minutos ($p < 0,005$), manteniéndose por debajo de 7,30 a partir de los 150 minutos (Fig. 2). El rango de todas las determinaciones fue de 7,05 - 7,34. Treinta y tres determinaciones (42%), correspondieron a un pHí $< 7,30$.

En el tiempo postoperatorio el valor medio de pHí ascendió a $7,36 \pm 0,14$ a las 16 horas ($p = 0,02$), manteniéndose en $7,36 \pm 0,05$ a las 24 horas, con diferencia significativa ($p < 0,005$) en relación a la última determinación efectuada en el período intraoperatorio (Fig. 2). Los valores medios de pHí postoperatorio se mantienen por encima de 7,30, con un rango de todas las determinaciones de 6,96 - 7,66. En las 80 determinaciones del pHí efectuadas en el postoperatorio se registraron 18 episodios (22%) menores de 7,30.

DISCUSIÓN

El pHí refleja el grado de oxigenación de la mucosa gástrica o intestinal. Desviaciones del pHí por debajo de los límites estadísticos de normalidad son interpretados como evidencia de acidosis de la mucosa y debidos a isquemia de la misma⁽⁸⁾.

Desde hace varios años se ha demostrado que la hipoperfusión esplácnica puede producir endotoxemia y traslocación bacteriana⁽⁹⁾.

Las actuaciones quirúrgicas en que se pueda producir una disminución de la perfusión esplácnica, en tiempo e intensi-

dad suficiente para desarrollar una traslocación bacteriana, deben ser conocidas por el cirujano a fin de tratarlas con una antibioterapia profiláctica.

En la actualidad, la determinación del pHí se está incorporando en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) de adultos como una técnica habitual de monitorización en los pacientes graves.

En las diversas publicaciones sobre estudios del pHí realizadas en pacientes adultos no existe uniformidad en la cuantificación de los valores normales y patológicos.

Diversos autores consideran como patológicos valores del pHí $< 7,35$ ⁽¹⁰⁻¹³⁾; otros autores los cuantifican en $< 7,32$ ^(8, 14-19). Clark y cols.⁽²⁰⁾ consideran patológicos los valores del pHí $< 7,30$, admitiendo como dudosa de normalidad una franja intermedia entre 7,32 y 7,35.

El escaso número de estudios publicados del pHí en pacientes pediátricos han permitido especular si es correcto aceptar en el niño como normales los valores del pHí establecidos en el adulto.

Krafte-Jacobs y cols.⁽²¹⁾ refieren como patológicos valores del pHí $< 7,35$; Wipperman y cols.⁽²²⁾ consideran como patológicos valores menores de 7,32. C. Calvo⁽²³⁾, Casado Flores⁽²⁴⁾ y Reinoso Barbero⁽²⁵⁾ determinan como punto crítico de normalidad, valores del pHí menores de 7,30.

Se utilizó el tonómetro sigmoideo en este estudio, debido a que su pequeño calibre (7 Frenchs), permitía su introducción nasal en los niños más pequeños; considerándose conveniente hacer el estudio con el mismo modelo de tonómetro en todos los pacientes. El tonómetro sigmoideo fue utilizado para la tonometría gástrica por otros autores, sobre todo en pacientes pediátricos⁽²⁴⁻²⁹⁾.

Diversos autores^(30, 31) argumentan que la generación de CO₂ en la luz del estómago producida por la reacción de los H⁺ secretados por las células parietales, con el HCO₃⁻ secretado por las células gástricas no parietales, aumenta la concentración de CO₂ en la luz gástrica; siendo superior al CO₂ difundido por la sangre en la mucosa gástrica, repercutiendo en las determinaciones del pHí, dando como resultado unos valores más bajos. Proponen estos autores que el tratamiento previo con ranitidina inhibe la secreción de H⁺ por las células parietales y, por tanto, la producción de CO₂ intraluminal.

Efectuados los mismos estudios por Maynard⁽³²⁾ y Calvet⁽³³⁾, en pacientes críticamente enfermos, no obtuvieron diferencias significativas en los valores del pHí entre los grupos de pacientes tratados previamente con ranitidina y los no tratados.

La utilización de ranitidina en nuestro estudio fue debida a la indicación sugerida en algunos estudios^(30, 31); además algunos de nuestros pacientes precisaban un tratamiento profiláctico de la úlcera de estrés con antagonistas H₂.

Diversas publicaciones referentes a pacientes adultos han evidenciado que durante y después de la cirugía abdominal se puede producir una disminución del pHí^(17, 34-36). La dis-

minución del pHi será ocasionada por una disminución de la circulación esplácnica.

Las causas más frecuentes que pueden ocasionar disminución de la circulación esplácnica en cirugía abdominal son: la hemorragia intra o postoperatoria y la tracción mesentérica.

El mecanismo de actuación de la tracción mesentérica no ha sido suficientemente demostrado. Diversas investigaciones clínicas y experimentales han probado que la tracción mesentérica produce un aumento de la síntesis de prostaciclina (PGI₂)^(9, 37-39).

La prostaciclina produce relajación de la musculatura vascular lisa, teniendo un potente efecto vasodilatador sobre la circulación mesentérica.

Los estudios de Hudson y cols.⁽³⁸⁾ demostraron que durante el proceso quirúrgico se produce un aumento de PGI₂ y de tromboxano B₂ (TXB₂). Estos autores⁽³⁸⁾ exponen la teoría de que una producción elevada de PGI₂, que produce vasodilatación, es compensada por un mecanismo autorregulador que provoca la síntesis de TXB₂ que tiene efecto vasoconstrictor.

La vasoconstricción esplácnica producirá secuencialmente: reducción de la perfusión sanguínea, aumento de la PCO₂ en la mucosa intestinal y disminución del pHi.

La publicación de LeClerc y cols.⁽³⁵⁾, en siete pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal, con duración superior a 180 minutos, evidenciaron que durante el tiempo quirúrgico se producía una disminución significativa ($p < 0,05$) del pHi, a una, dos y tres horas, después de iniciada la intervención.

Comparando los resultados de nuestro estudio con la bibliografía, encontramos al igual que otros autores^(34, 35), que durante la cirugía mayor abdominal se produce una disminución del pHi, que tendrá relación con la intensidad de la manipulación de las vísceras abdominales y la duración del tiempo quirúrgico.

No podemos relacionar nuestro estudio con otros pacientes pediátricos, debido a que en la bibliografía revisada (MedLine, años 85-99), no encontramos ninguna publicación referida al estudio del pHi en cirugía mayor abdominal en edades pediátricas.

CONCLUSIONES

Durante la cirugía abdominal pueden producirse alteraciones de la circulación esplácnica que deben de ser conocidas por el cirujano, siendo la tonometría gástrica una técnica válida para su control.

AGRADECIMIENTOS

Hacemos constar nuestro agradecimiento al Dr. D. Juan García Caballero por la elaboración del estudio estadístico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Border JR, Hassett J, La Duca J. The gut origin of septic states in blunt multiple trauma in the ICU. *Ann Surg* 1987;**206**:427-446.
2. Fiddian-Green RG. Splanchnic ischaemia and multiple organ failure in the critically ill. *Ann R Coll Surg Engl* 1988;**70**:128-134.
3. Taylor DE, Gutiérrez G. Tonometry. A review of clinical studies. *Crit Care Clin* 1996;**12**:1007-1018.
4. Trinder TJ, Lavery GC. The gastric tonometer. A valuable monitor of splanchnic perfusion? *Anaesthesia* 1996;**51**:161-170.
5. Fiddian-Green RG, Pittenger G, Whitehouse WM. Back diffusion of CO₂ and its influence on the intramural pH gastric mucosa. *J Surg Res* 1982;**33**:39-48.
6. Fiddian-Green RG, Pittenger G. The pH in gastric mucosa of ICU patients and the risk of bleeding from acute gastric mucosal ulcers. *Gastroenterology* 1982;**82**:1056.
7. Fiddian-Green RG, McGough RG, Pittenger E, Rothman E. Predictive value of intramural pH and other risk factors from massive bleeding from stress ulceration. *Gastroenterology* 1983;**85**:613-620.
8. Fiddian-Green RG, Stanley JC, Nostrant T, Phillips D. Chronic gastric ischemia: a cause of chronic abdominal pain identified from the presence of acidosis in the wall of the stomach. *J Cardiovasc Surg* 1989;**28**:42.
9. Brinkman A, Wolf CF, Berger D, Kneitingner E, Neumeister B, Büchler M, Radermacher P, Seeling W, Georgieff M. Perioperative endotoxemia and bacterial translocation during major abdominal surgery: evidence for the protective effect of endogenous prostacyclin. *Crit Care Med* 1996;**24**:1293-1301.
10. Pusajó JF, Doglio GR, Egurrola AM, Hernández MS, Bonfilgli GC, Parra CR. Tonometría gástrica intramural (pHi). Relación con el síndrome de fracaso multiorgánico. *Med Intensiva* 1991;**15**:75-79.
11. Arnold J, Hendriks J, Ince C, Bruining H. Tonometry to assess the adequacy of splanchnic oxygenation in the critically ill patient. *Intensive Care Med* 1994;**20**:452-456.
12. Russell JA. Gastric tonometry: does it work? *Intensive Care Med* 1997;**23**:3-6.
13. Mohsenifar Z, Collier J, Koerner SK. Gastric intramural pH in mechanically ventilated patients. *Thorax* 1996;**51**:606-610.
14. Sutcliffe NP, Mostafa SM, Gannon J, Harper SJ. The effect of epidural blockade on gastric intramucosal pH in the peri-operative period. *Anaesthesia* 1996;**51**:37-40.
15. Mythen MG, Webb AR. Intra-operative gut mucosal hypoperfusion is associated with increased postoperative complications and cost. *Intensive Care Med* 1994;**20**:99-104.
16. Uusaro A. Gastric tonometry, tissue hypoxia and MSOF. Is there a link? *Intensive Care Med* 1998;**24**:753-755.
17. Gys T, Hubens A, Neels H, Lawers LF, Peeter R. The prognostic value of gastric intramural pH in surgical intensive care patients. *Crit Care Med* 1988;**16**:1222-1224.
18. Silverman HJ, Yuma P. Gastric tonometry in patients with sepsis. Effects of dobutamine infusions and packed red blood cell transfusions. *Chest* 1992;**102**:184-188.
19. Knichwitz G, Rotker J, Brussel T, Kuhmann M, Mertes N, Molhoff T. A new method for continuous intramucosal PCO₂ measurement in the gastrointestinal tract. *Anesth Analg* 1996;**83**:6-11.
20. Clark CH, Gutiérrez G. Gastric intramucosal pH: a non-invasive

- method for the indirect measurement of tissue oxygenation. *Am J Crit Care* 1992;**1**:53-60.
21. Kraffe-Jacobs B, Carver J, Wilkinson JD. Comparison of gastric intramucosal pH and standard perfusional measurements in pediatric septic shock. *Chest* 1995;**108**:220-225.
 22. Wippermann CF, Schmid FX, Kampmann C, Eberle B, Brandey I, Schranz D, Huth RG. Evaluation of gastric intramucosal pH during and after pediatric cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;**12**:P190-194.
 23. Calvo C. *pH intramucoso gástrico en pediatría. Una nueva técnica de monitorización hemodinámica*. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid, 1996.
 24. Casado-Flores J, Mora E, Pérez Corral F, Martínez-Azagra A, García-Teresa A, Ruiz-López MJ. Prognostic value of gastric intramucosal pH in critically ill children. *Crit Care Med* 1998;**26**: 1123-1127.
 25. Reinoso-Barbero F, Calvo C, Ruza F, López-Herce J, Bueno M, García S. Reference values of gastric intramucosal pH in children. *Paediatric Anaesthesia* 1998;**8**:135-138.
 26. Sedman PC, Macfie J, Sagar P. The prevalence of gut translocation in humans. *Gastroenterology* 1994;**107**:643-649.
 27. Calvo C, Ruza F, Bueno M, López-Herce J, Muñoz J, Dorado P. Tonometría gástrica en niños críticamente enfermos: estudio preliminar. *An Esp Pediatr* 1995;**42**:424-428.
 28. Dagan O, O'Donovan F, Cox P. An evaluation of gastric pH tonometry in neonates undergoing high-risk cardiac surgery. *Crit Care Med* 1993;**21**:S148.
 29. Duke T, Butt W, South M, Sham F. The DCO₂ measured by gastric tonometry predicts survival in children receiving extracorporeal life support. Comparison with other hemodynamic and biochemical information. *Chest* 1997;**111**:174-179.
 30. Heard SO, Helmsmoortel JC, Shahnarin A, Fink MP. Gastric tonometry in healthy volunteers: Effect of ranitidine on calculated intramural pH. *Crit Care Med* 1991;**19**:271-274.
 31. Kolkman JJ, Groenvelde ABJ, Meuwissen SGM. Effect of ranitidine on basal and bicarbonate enhanced intragastric PCO₂: a tonometric study. *Gut* 1994;**35**:737-741.
 32. Maynard N, Atkinson S, Mason R, Smithies M, Bihari D. Influence of intravenous ranitidine on gastric intramucosal pH in critically ill patients. *Crit Care Med* 1994;**22**:A79.
 33. Calvet X, Baigorri F, Duarte M, Saura P, Royo C, Joseph D, Mas A, Artigas A. Effect of ranitidine on gastric intramucosal pH in critically ill patients. *Intensive Care Med* 1998;**24**:12-17.
 34. Donati A, Battisti D, Recchioni A, Paoletti P, Conti G, Caporelli S, Adrario E, Pelaia P, Pietropaoli P. Predictive value of interleukin 6 (IL-6), interleukin 8 (IL-8), and gastric intramucosal pH (pHi) in major abdominal surgery. *Intensive Care Med* 1998;**24**: 329-335.
 35. LeClerc J, Vallet B, Deswarte C, Charré S, Fleyel M, Petillot P, Scherpereel P. Mesure du pHi intramucosaux gastrique par tonométrie au cours de la chirurgie abdominale majeure. *Ann Fr Anesth Réanim* 1996;**15**:1022-1027.
 36. Pargger H, Hampl KF, Christen P, Staender S, Scheidegger D. Gastric intramucosal pH-guided therapy in patients after elective repair of infrarenal abdominal aneurysms: is it beneficial? *Intensive Care Med* 1998;**24**:769-776.
 37. Seltzer JL, Goldberg ME, Larijani GE, Ritter DE, Starsinic MA, Stahi GL, Lefer AM. Prostacyclin mediation of vasodilatation following mesenteric traction. *Anesthesiology* 1988;**68**:514-518.
 38. Hudson JC, Wurn WH, O'Donnell TF, Kane FR, Mackey WC, Su YF, Waltkins D. Ibuprofen pretreatment inhibits prostacyclin release during abdominal exploration in aortic surgery. *Anesthesiology* 1990;**72**:443-449.
 39. Gottlieb A, Butkus A, Skrinska V, Augerau JP, O'Hara P, Boutros A. The role of prostacyclin in the mesenteric traction syndrome during anesthesia for abdominal aortic reconstructive surgery. *Ann Surg* 1989;**209**:263-267.