

## INVESTIGACIÓN

### La procalcitonina en el diagnóstico de infección postoperatoria en las arthroplastias de rodilla

I. González-Busto Múgica<sup>a,\*</sup>, J. Prieto Rodríguez<sup>b</sup>, A. Fernández Fernández<sup>c</sup>, R. Hueso Rieu<sup>a</sup>, F.V. Álvarez Menéndez<sup>d</sup> y A. Amigo Fernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital V. Álvarez-Buylla, Mieres, Asturias, España

<sup>b</sup> Facultad de Económicas, Departamento de Economía, Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España

<sup>c</sup> Servicio de Bioquímica Clínica, Hospital V. Álvarez-Buylla, Mieres, Asturias, España

<sup>d</sup> Servicio de Bioquímica Clínica, Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo, Asturias, España

Recibido el 15 de junio de 2010; aceptado el 2 de septiembre de 2010

Disponible en Internet el 6 de enero de 2011

#### PALABRAS CLAVE

Procalcitonina;  
Diagnóstico de  
infección;  
Arthroplastia;  
Rodilla

#### Resumen

**Objetivo:** La procalcitonina (PCT) es un polipéptido de 116 aminoácidos sintetizado en las células C del tiroides cuyas concentraciones se elevan en presencia de una infección bacteriana. El objetivo del trabajo es estudiar el comportamiento de las concentraciones de PCT en el postoperatorio de las arthroplastias de rodilla y valorar su utilidad en el diagnóstico de procesos infecciosos y su relación con la velocidad de sedimentación globular (VSG) y la proteína C reactiva (PCR).

**Material y métodos:** Se estudiaron las concentraciones de PCT, PCR y valores de VSG en 128 pacientes intervenidos para una arthroplastia primaria de rodilla desde el preoperatorio y los tres primeros días tras la intervención para relacionar los cambios en los niveles de estos marcadores con la aparición de complicaciones. Se estudió la variación en el número de leucocitos, el número de transfusiones, la utilización de diferentes implantes y el tiempo de isquemia buscando correlación con la aparición de concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL.

**Resultados:** Concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL se correspondieron con ausencia de complicaciones clínicas en el 95% de los casos mientras que concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL se correspondieron con aparición de complicaciones clínicas en el 75% de los casos. La PCR y la VSG se incrementaron en todos los casos.

**Conclusiones:** La dificultad para hacer el diagnóstico incuestionable de infección no permite afirmar categóricamente que una concentración de PCT > 0,5 ng/mL sea marcador exclusivo de complicación infecciosa pero su determinación parece de mayor utilidad que la de VSG y PCR.

© 2010 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ignaciobusto@gmail.com](mailto:ignaciobusto@gmail.com) (I. González-Busto Múgica).

**KEYWORDS**

Procalcitonin;  
Diagnosis of  
infection;  
Arthroplasty;  
Knee

**Procalcitonin in the diagnosis of postoperative infection in knee arthroplasty****Abstract**

**Purpose of the study:** Procalcitonin (PCT) is a 116 aminoacid polipeptide synthesized in the thyroid C-cells. Its levels rise in the presence of bacterial infection. The aim of this work was to study the evolution of PCT levels in the postoperative period of knee arthroplasty and to assess its usefulness in the diagnosis of the infection process and its relationship to Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) and C-Reactive Protein (CRP).

**Material and methods:** Blood samples from 128 patients undergoing total knee arthroplasty surgery were taken one hour before surgery and 24, 48 and 72 hours after. PCT, ESR and CRP levels were measured and related to clinical complications. The number of leukocytes, blood transfusions, type of implant and minutes of ischaemia were studied and correlated to PCT concentrations above 0.5 ng/mL.

**Results:** PCT<0.5 ng/mL correlated with absence of clinical complications in 95% of the cases, and levels of PCT>0.5 ng/mL correlated to clinical complications in 75% of the cases. ESR and CRP increased in all of the patients in the postoperative period.

**Conclusions:** Difficulties in establishing an unquestionable diagnosis of infection do not allow us to firmly assert that PCT levels higher than 0.5 ng/mL are exclusive of bacterial infection, but it does seem to be more useful than ESR and CRP in the management of these patients.

© 2010 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La incidencia reportada de infección en las arthroplastias de rodilla se encuentra entre el 1-2% en las diferentes series publicadas<sup>1,2</sup>. Se trata de trabajos que hacen referencia a cirugías de revisión y a procesos crónicos. La infección es la primera causa de fallo precoz de las prótesis de rodilla<sup>3</sup> y plantea al cirujano la duda de hacer un desbridado amplio seguido de antibioterapia o de retirar el implante. En casos de menos de 3-4 semanas de evolución se puede intentar salvar la prótesis<sup>4,5</sup>.

Durante el período postoperatorio y en relación con la agresión quirúrgica se produce una respuesta en el organismo mediada por el sistema inmunológico similar a la que se da en el curso de una infección. Los signos clínicos de infección son similares a los que se ven en el postoperatorio producto de la propia cirugía, además dependen del criterio subjetivo del observador. Los parámetros analíticos utilizados habitualmente en el diagnóstico de un proceso infeccioso, proteína C reactiva (PCR) y velocidad de sedimentación globular (VSG) se elevan en el postoperatorio por el propio acto quirúrgico<sup>6-9</sup>.

La procalcitonina (PCT) es un polipéptido de 116 aminoácidos, precursor de la calcitonina sintetizado en las células C del tiroides cuyas concentraciones se elevan en presencia de una infección bacteriana<sup>10</sup>. Su determinación ha sido utilizada en el manejo postoperatorio de pacientes intervenidos para cirugía abdominal, cardio-torácica, vascular, procesos neuroquirúrgicos y trasplantados<sup>10-12</sup>.

El propósito de este estudio es valorar el comportamiento de las concentraciones de PCT en el postoperatorio inmediato de las arthroplastias de rodilla tratando de relacionar sus elevaciones con los incrementos de los parámetros analíticos usados habitualmente en el diagnóstico de infección como son la PCR y la VSG, y la aparición de complicaciones clínicas.

## Material y métodos

Se incluyeron en el trabajo 128 pacientes, 86 mujeres y 42 varones, que fueron intervenidos durante el año 2007 para una arthroplastia de rodilla por un problema degenerativo articular en nuestro hospital.

Después de obtener el consentimiento escrito por parte de los pacientes se realizaron cuatro extracciones de sangre. La primera, una hora antes de la intervención, la segunda a las 24 horas, la tercera a las 48 horas y la cuarta a las 72 horas. Coincidiendo con las extracciones se realizó una medición de la tensión arterial, de la frecuencia cardíaca y de la temperatura corporal.

En las muestras de sangre se midió la VSG, el número de leucocitos, las concentraciones de PCR y las de PCT. La determinación de la PCT se realizó, con un autoanalizador Kryptor (Brahms, Hennigsdorf, Alemania), mediante tecnología TRACE (Time Resolved Amplified Cryptate Emission). El rango analítico del método es 0,02-50 ng/mL, con una sensibilidad funcional de 0,06 ng/mL.

Se recogieron los antecedentes médicos de los pacientes y los siguientes datos de la intervención quirúrgica: Tiempo de isquemia medido en minutos, cirujano encargado del caso, tipo de implante utilizado, profilaxis antibiótica y transfusiones de sangre recibidas medidas en número de concentrados de hematíes. Se revisaron las historias clínicas para valorar la aparición de complicaciones en el postoperatorio definidas como necrosis de los bordes de la herida quirúrgica y/o presencia de exudado con cultivo bacteriano dentro de los primeros treinta días tras la intervención.

Se establecieron dos grupos de pacientes tomando el valor de PCT<0,5 ng/mL como el límite por debajo del cual es muy improbable la presencia de una infección bacteriana<sup>10</sup>. Así se denominó grupo 0 a aquellos pacientes que mantuvieron en las cuatro determinaciones unas concentraciones de PCT <0,5 ng/mL y grupo 1 a los pacientes

**Tabla 1** Evolución de las concentraciones de PCT en ng/mL y complicaciones aparecidas en los pacientes con PCT>0,5ng/mL en alguna determinación

	PCT 24 h	PCT 48 h	PCT 72 h	Complicaciones
1	< 0,5	2,4351	UCI	Pancreatitis. Insuficiencia renal. No se hizo 72 h por traslado
2	< 0,5	0,7362	< 0,5	Drenaje positivo. Cultivo positivo
3	< 0,5	< 0,5	4,652	Drenaje positivo. Cultivo positivo
4	< 0,5	1,359	0,7188	Insuficiencia cardiaca. Necrosis borde herida
5	< 0,5	1,057	0,6422	Necrosis borde herida
6	1,663	2,292	1,456	Drenaje positivo. Cultivo positivo
7	< 0,5	2,665	1,757	Necrosis borde herida
8	0,7012	0,6778	0,5137	No complicaciones
9	< 0,5	0,7248	< 0,5	No complicaciones
10	18,15	28,92	16,98	Neumonía. Íleo reflejo. Insuficiencia renal. Fiebre
11	0,5903	0,5541	< 0,5	Drenaje herida. Cultivo negativo.
12	0,5834	0,5197	< 0,5	No complicaciones
13	0,6330	< 0,5	< 0,5	Necrosis borde herida
14	0,6933	1,016	0,8239	Drenaje positivo. Cultivo positivo
15	0,5576	0,8107	0,7632	Drenaje positivo. Cultivo positivo
16	0,7643	1,461	0,9255	No complicaciones
17	< 0,5	< 0,5	0,5337	No complicaciones
18	0,6265	< 0,5	< 0,5	Necrosis borde herida
19	1,021	1,812	1,9120	Drenaje positivo. Cultivo positivo
20	< 0,5	0,7085	0,8079	Drenaje positivo. Cultivo negativo
21	1,533	22,47	11,19	Necrosis borde herida. Cultivo positivo
22	< 0,5	0,5931	0,7695	No complicaciones
23	0,7613	4,8790	5,0680	Íleo paralítico. Lesión ceática. Insuficiencia renal
24	0,7247	0,7937	< 0,5	Drenaje positivo. Cultivo positivo
25	< 0,5	< 0,5	1,270	Drenaje positivo. Cultivo positivo
26	< 0,5	0,9670	< 0,5	Necrosis borde herida
27	0,5210	< 0,5	< 0,5	No complicaciones

que presentaron una concentración de PCT > 0,5 ng/mL en alguna de las determinaciones.

Se establecieron posteriormente otros seis grupos (A y B), (C y D) y (E y F). El grupo A fueron los pacientes que presentaron PCT < 0,5 ng/mL a las 24 horas y grupo B los que presentaron PCT > 0,5 ng/mL a las 24 horas. Lo mismo grupo C PCT < 0,5 ng/mL y grupo D PCT > 0,5 ng/mL a las 48 horas y grupo E PCT < 0,5 ng/mL y grupo F PCT > 0,5 ng/mL a las 72 horas.

Se compararon las variables VSG, PCR y número de leucocitos entre ambos grupos y se estudió la correlación de las distintas variables de la intervención con la aparición de concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL. Para el estudio estadístico se utilizó el programa Stata 9.0 (College Station, Texas).

## Resultados

Todos los pacientes presentaron una concentración de PCT < 0,5 ng/mL en la determinación preoperatoria. De los 128 pacientes, 27 presentaron una concentración de PCT por encima de 0,5 ng/mL en algún momento del postoperatorio. Entre ellos, 15 presentaron PCT > 0,5 ng/mL en la determinación de las 24 horas, 20 a las 48 horas y 18 a las 72 horas.

Ocho pacientes de los 27, presentaron concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL en las tres determinaciones postoperatorias. De ellos, dos no presentaron complicaciones reflejadas

en la historia clínica como queda reflejado en la [tabla 1](#).

Las concentraciones de PCT sufrieron una elevación en la determinación correspondiente a las 24 y 48 horas, teniendo a disminuir a las 72 horas en los pacientes que siempre mantuvieron una PCT < 0,5 ng/mL como se observa en la [figura 1](#).

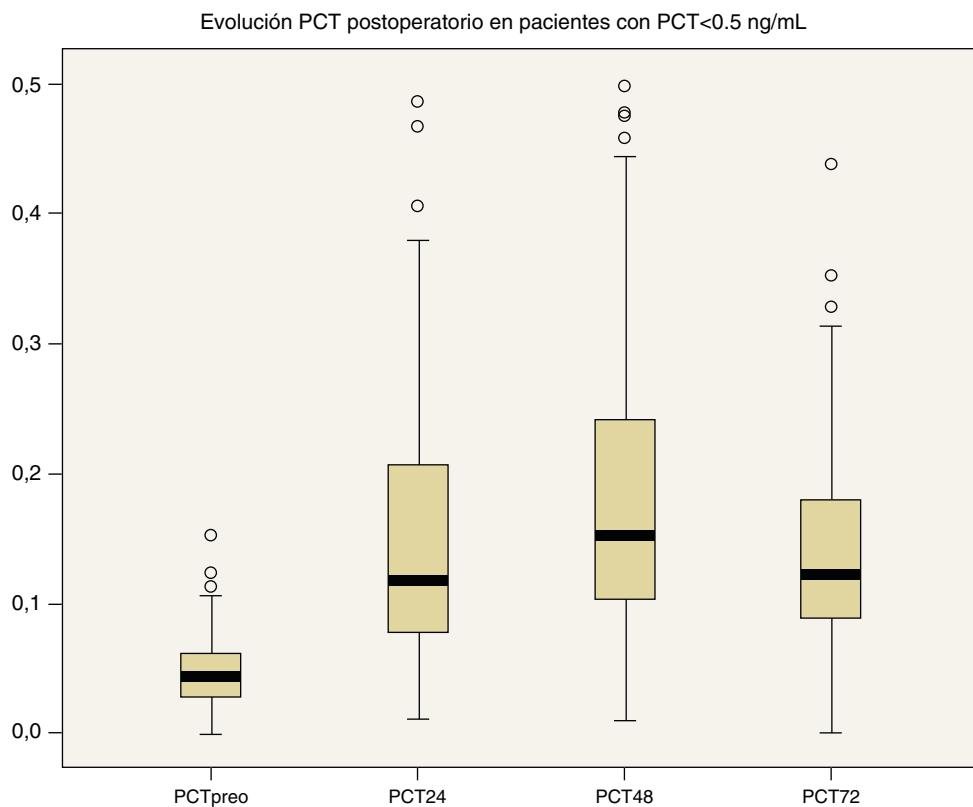
La media de edad fue 69,34 años en los pacientes que siempre mantuvieron concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL (Grupo 0) y 70,4 años en los que en algún momento presentaron concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL. La diferencia no fue estadísticamente significativa.

Ciento veintitrés pacientes recibieron profilaxis antibiótica con cefazolina 2 g media hora antes de la cirugía, pasándose a 1 g cada ocho horas mantenida 2 días y 5 con vancomicina 1 g dos horas antes de la cirugía seguido de 1 g cada doce horas durante 2 días. No se encontró correlación entre haber utilizado uno u otro antibiótico y la aparición de concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL.

Los valores medios de la tensión arterial sistólica y diastólica y de la frecuencia cardiaca fueron similares en los grupos 0 y 1 no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

No se encontró correlación entre la utilización de los diferentes implantes ni con el cirujano encargado del caso y la aparición de concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL.

Respecto al tiempo de isquemia medido en minutos, la media fue 64,1 minutos con una desviación estándar de 12,4 y un rango entre 40 y 125 minutos. El tiempo medio en los



**Figura 1** Evolución de las concentraciones de PCT en el postoperatorio de los pacientes con valores de PCT < 0,5 ng/mL.

pacientes del grupo 1 fue 64,5 minutos con una desviación estándar de 12,5 y un rango entre 40 y 96 minutos y en el grupo 0 la media fue 64 minutos con una desviación estándar de 12,5. La diferencia no fue estadísticamente significativa.

De todos los pacientes estudiados, 41 no recibieron ninguna transfusión, 26 un concentrado de hematíes, 42 dos concentrados, 11 tres concentrados y 8 cuatro concentrados. La media general de concentrados de hematíes transfundidos fue 1,3. La media de concentrados transfundidos a los pacientes del grupo 0 fue 1,29703 y la media de concentrados de hematíes trasfundidos a los pacientes del grupo 1 fue 1,62963. La diferencia no fue estadísticamente significativa entre ambos grupos.

#### Comportamiento de la VSG

Sesenta y uno pacientes presentaron valores por encima de lo que se considera normal (20 mm) en la determinación preoperatoria. Posteriormente en todos los casos se produjo una elevación progresiva a las 24, 48 y 72 horas como se recoge en la figura 2.

Las medias de VSG fueron superiores en todas las determinaciones (24, 48 y 72 horas) en los pacientes que en algún momento presentaron PCT > 0,5 ng/mL (grupo 1) si bien sólo fueron estadísticamente significativas a las 72 horas (fig. 3). Si se comparan los grupos A y B, C y D, y E y F encontramos que los valores medios de VSG son siempre superiores en los pacientes que presentaban PCT > 0,5 ng/mL aunque la diferencia no es estadísticamente significativa en ningún caso.

#### Comportamiento de la PCR

17 pacientes presentaban concentraciones de PCR superiores a 1 mg/dL en la extracción preoperatorio consideradas por encima de la normalidad en ausencia de manifestaciones clínicas de infección. En el postoperatorio se produjo una elevación de las concentraciones de la PCR a las 24 y 48 horas tendiendo a descender a las 72 horas como se observa en la figura 4.

Las medias de las concentraciones de PCR fueron siempre superiores en el grupo 1 siendo la diferencia estadísticamente significativa a las 24 y a las 72 horas (fig. 5).

#### Complicaciones clínicas

##### De la herida quirúrgica

En 14 pacientes se objetó un drenaje serohemático de la herida. De ellos, 10 presentaron concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL en algún momento y 4 mantuvieron concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL.

Ocho pacientes presentaron algún grado de necrosis en los bordes de la herida. Siete de ellos presentaron en algún momento concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL y uno siempre mostró concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL.

Se realizó cultivo bacteriano en 15 pacientes: en los 14 con drenaje y en uno de los pacientes con necrosis del borde de la herida.

Del total de cultivos, once fueron positivos (en seis casos para *Estafilococo aureus* y cinco para *Estafilococo epidermidis*) y cuatro negativos.

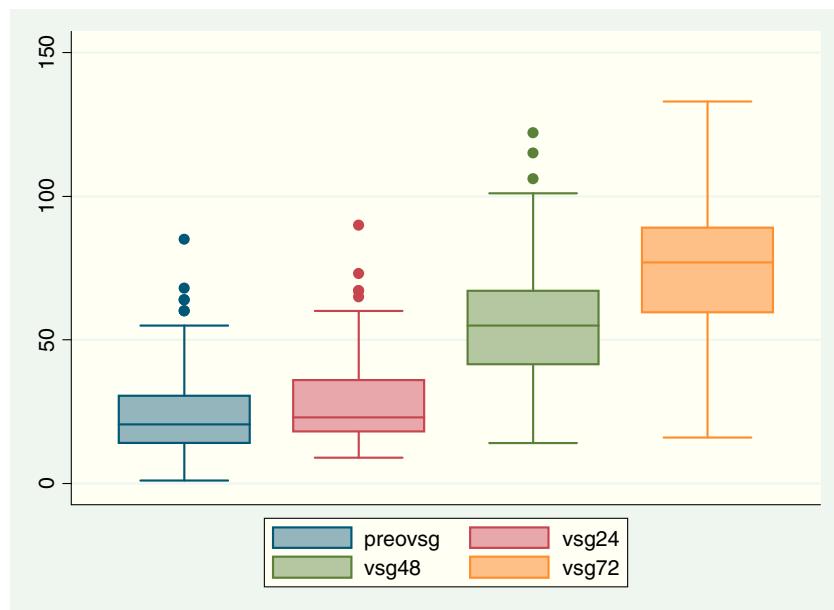


Figura 2 Valores de la VSG en el preoperatorio, a las 24, 48 y 72 horas.

De los quince cultivos, once fueron en pacientes con concentraciones de PCT  $> 0,5 \text{ ng/mL}$  en algún momento y de ellos dos fueron negativos y nueve positivos. Los otros cuatro se tomaron en pacientes con concentraciones de PCT  $< 0,5 \text{ ng/mL}$  que presentaban drenaje sero-hemático siendo dos positivos y dos negativos.

#### Sistémicas

Se presentaron un caso de neumonía resuelto con antibioterapia y uno de insuficiencia cardiaca controlado con medicación. Un paciente presentó una temperatura mayor de  $38^\circ\text{C}$  a las 72 horas (paciente con neumonía). Tres pacientes desarrollaron una insuficiencia renal que revirtió con aporte

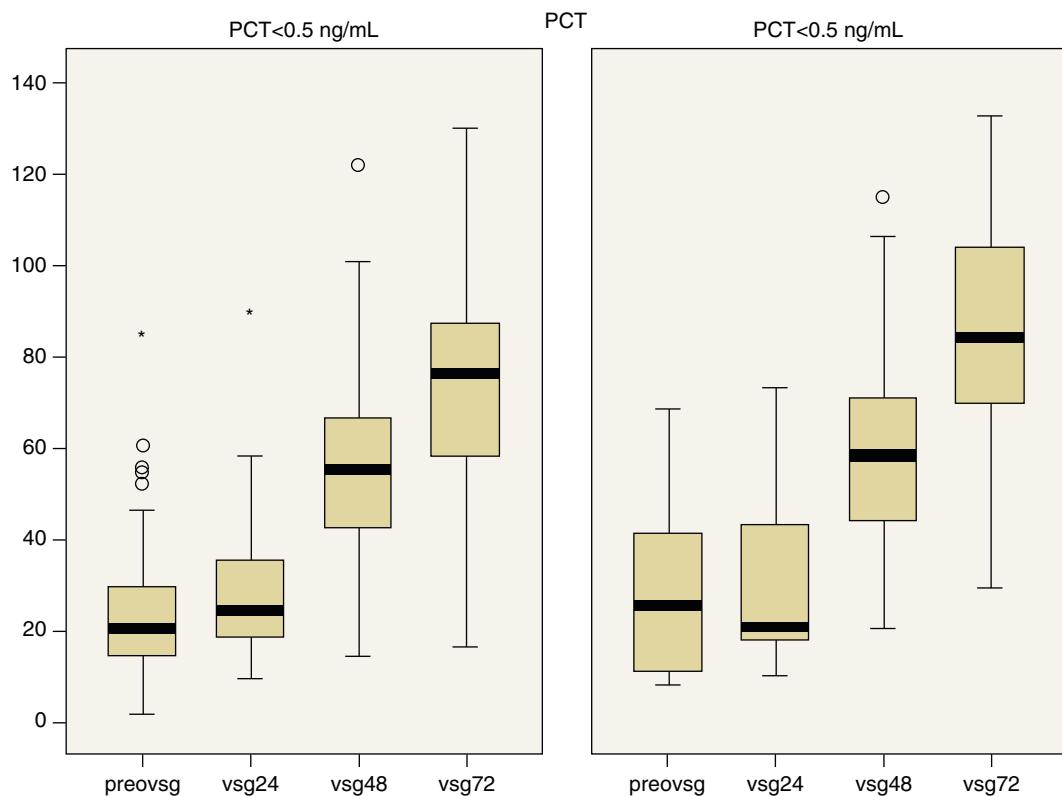
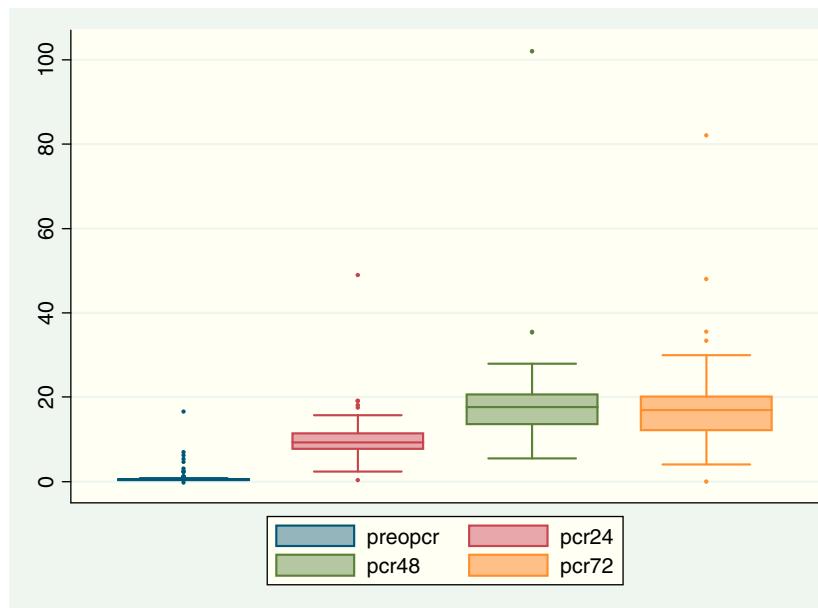


Figura 3 Evolución de las medias de la VSG en los grupos de pacientes que siempre presentaron concentraciones de PCT  $< 0,5 \text{ ng/mL}$  (Grupo 0) y los que presentaron concentraciones de PCT  $> 0,5 \text{ ng/mL}$  en alguna determinación (Grupo 1).



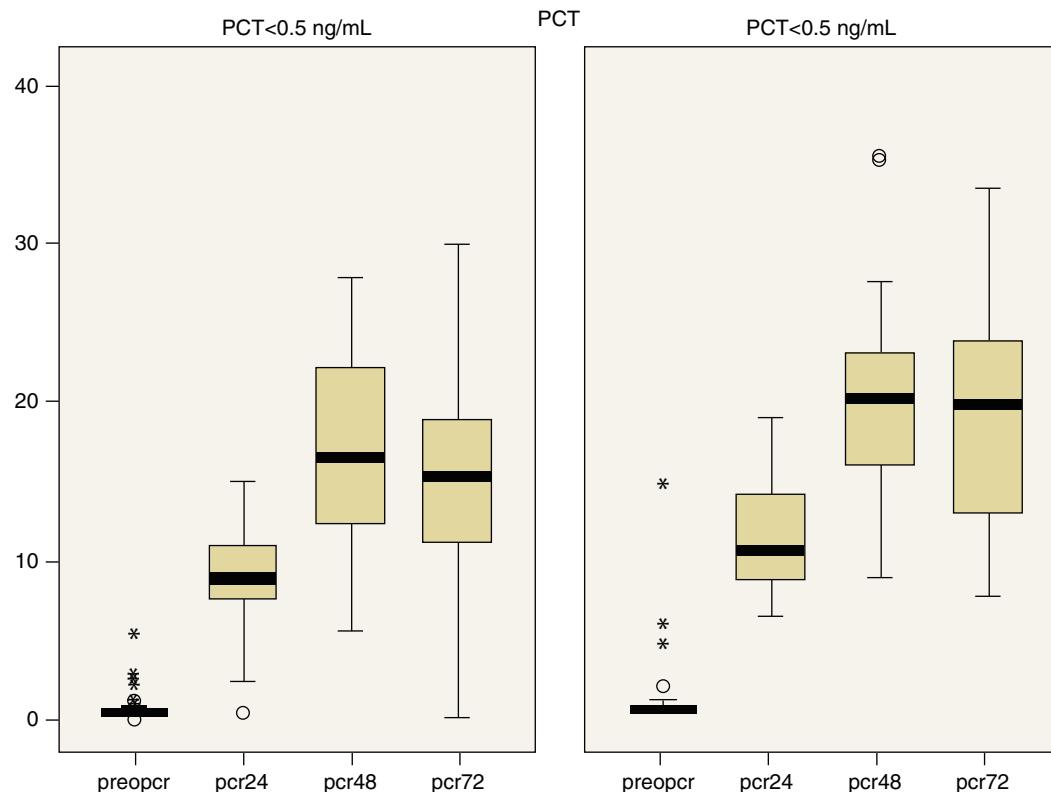
**Figura 4** Concentraciones de la PCR en el preoperatorio, 24, 48 y 72 horas en todos los pacientes.

de líquidos y medicación. Un paciente presentó íleo reflejo y una lesión del ciático que remitieron espontáneamente. Hubo un caso de pancreatitis que requirió traslado a UCI.

Todos los pacientes mencionados presentaron concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL en algún momento.

#### No complicados

Siete pacientes mostraron concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL en alguna de las determinaciones y no presentaron ninguna complicación reflejada en la historia clínica.



**Figura 5** Evolución de las medias de las concentraciones de PCR desde el preoperatorio y a las 24, 48 y 72 horas en los pacientes con  $\text{PCT} < 0,5 \text{ ng/mL}$  y en los pacientes con  $\text{PCT} > 0,5 \text{ ng/mL}$ .

## Discusión

Las infecciones bacterianas son una causa mayor de mortalidad y morbilidad<sup>13</sup>. Diagnosticar una infección bacteriana es muchas veces un reto pues su presentación clínica no difiere demasiado de la de una infección vírica o fúngica. Además, muchos estados inflamatorios como los debidos a traumatismos y cirugías pueden también tener una presentación similar a la infección.

Diferentes microorganismos pueden generar diferentes respuestas en los huéspedes resultando en un variado repertorio de marcadores y mediadores. Es, por tanto, un proceso demasiado complejo como para poder simplificarlo con una determinación de un marcador biológico. De todas formas la elevación de las concentraciones de biomarcadores permite aumentar la sospecha de la presencia de una infección. El "gold standard" o patrón oro es el gran problema por resolver. Cualquier estudio observacional que investigue la utilidad de un biomarcador está sesgado por la elección del patrón oro<sup>14</sup>, aquella prueba o situación con la que se compara el nuevo test. Históricamente los signos clínicos, los síntomas y la utilización de pruebas de imagen permitían el diagnóstico de un proceso infeccioso. La medición de los signos clínicos y la interpretación de las pruebas de imagen no están estandarizadas y permiten una gran variabilidad interobservacional. Las pruebas de laboratorio tradicionales como la determinación de la VSG, la PCR o el número de leucocitos, carecen de la especificidad suficiente y otros mediadores de la inflamación como el TNF- $\alpha$ , la IL-1 y la IL-6 pueden mostrar elevaciones discretas incluso en procesos sépticos graves<sup>15,16</sup>. En las infecciones de las articulaciones, el análisis del líquido articular combinado con el cultivo son las pruebas consideradas más específicas y sensibles, pero siguen mostrando un número elevado de falsos positivos y falsos negativos<sup>17</sup>. Además, se trata de pruebas invasivas que no están exentas de riesgo<sup>18,19</sup>.

Los signos clínicos como el aumento de la temperatura o los síntomas como el dolor son muy inespecíficos y pueden estar condicionados por la medicación analgésica que se utiliza en el período tras la cirugía de forma sistemática<sup>20</sup>. Los signos relacionados con la herida quirúrgica como el edema<sup>21</sup>, el enrojecimiento o el calor pueden ser percibidos de forma distinta por diferentes observadores y pueden aparecer en el postoperatorio inmediato en ausencia de infección especialmente en pacientes con trastornos circulatorios previos. Allami et al<sup>22</sup> analizan la fiabilidad de algunos de los criterios diagnósticos propuestos por el CDC<sup>21</sup> para la infección de herida quirúrgica midiendo las diferencias entre cuatro observadores. Llegan a la conclusión de que el calor, el rubor y el edema son percibidos de forma diferente por distintos observadores, por lo que no pueden ser recomendados como criterios de diagnóstico.

La aparición de un drenaje por los bordes de la herida puede hacer sospechar una infección cuando se mantiene en el tiempo<sup>23</sup> aunque en el postoperatorio inmediato es frecuente la aparición de exudado relacionado con la resolución del hematoma sin que haya una infección. En el presente estudio 14 pacientes presentaron un drenaje serohemático de la herida. De ellos, 10 presentaron concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL en algún momento y 4 mantuvieron concentraciones por debajo de 0,5 ng/mL (tabla 1). Se recogieron cultivos en todos los casos, resultando diez positivos para

estafilococo. Cuatro cultivos no obtuvieron crecimiento. De los pacientes que mantuvieron la PCT < 0,5 ng/mL, dos presentaron un cultivo y dos negativo. La presencia de estafilococo no siempre es indicativa de infección pues puede ser un contaminante de la flora de la piel y por tanto no debería producir una elevación de la concentración de PCT. Sin embargo, la tendencia es a tratar con antibióticos la positividad del drenaje<sup>24</sup>.

La aparición de pequeñas áreas de necrosis de la piel es frecuente, alrededor de la herida quirúrgica, en las artroplastias de rodilla<sup>25</sup>. Suelen ser superficiales y menores de 3 centímetros por lo que pueden ser curadas con desinfección y su evolución suele ser favorable<sup>26</sup>. En el presente trabajo, se objetivaron ocho casos de necrosis de bordes de la herida recogidos como tal en la historia clínica. En siete de ellos, la concentración de PCT se encontró por encima de 0,5 ng/mL en algún momento. Una paciente presentó una necrosis masiva de la piel. Se trataba de una paciente con artritis reumatoide y presentó unas concentraciones elevadas de PCT. Los pacientes con áreas de necrosis menores, presentaron concentraciones próximas a los 0,5 ng/mL y no de manera sostenida lo que puede indicar la presencia de contaminación transitoria en las zonas de necrosis que el propio organismo resuelve con rapidez.

## Marcadores analíticos de infección

### VSG

En el presente trabajo 61 pacientes se encontraban por encima de la normalidad en la extracción de sangre realizada una hora antes de la intervención, con valores de hasta 66 mm, sin presentar evidencia de clínica infecciosa alguna. En todos los casos se produjo un incremento postoperatorio. Parece pues, que la VSG presenta una elevación como consecuencia de la agresión quirúrgica. En los pacientes con concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL, en los que teóricamente puede haber un proceso infeccioso, la elevación de los niveles es superior aunque poco significativa. Estos datos son consistentes con los de otros trabajos que valoran el comportamiento de la VSG en el postoperatorio de las artroplastias de rodilla y de cirugía de extremidades inferiores<sup>8,9</sup>.

Por tanto, se puede concluir que la VSG no es un buen marcador de infección postoperatoria porque puede estar elevado antes de la intervención en ausencia de infección y la propia agresión quirúrgica produce su incremento.

### PCR

En el presente estudio, 17 pacientes presentaban concentraciones de PCR superiores a 1 mg/dL en la extracción preoperatoria. Sin embargo ninguno de los pacientes presentaba clínica infecciosa en ese momento. Estas concentraciones superaban el rango de la normalidad ligeramente, 1-2 mg/dL, excepto en cinco pacientes. Una paciente que presentaba una concentración de 14 mg/dL en el preoperatorio, presentó posteriormente complicaciones de la herida quirúrgica con drenaje y edema persistente. Las concentraciones de la PCR aumentaron en las muestras extraídas a las 24 y 48 horas, tendiendo a descender a las 72 horas del estímulo quirúrgico.

Los pacientes con concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL presentaron concentraciones de PCR más elevadas que podrían ser independientes del incremento propio de la agresión quirúrgica y estarían en relación con la presencia de un proceso infeccioso.

Estos datos coinciden con los de otros trabajos que valoran el comportamiento de las concentraciones de la PCR en el postoperatorio de las artroplastias de rodilla y de la cirugía de extremidades inferiores<sup>8,9</sup>.

### PCT

Las concentraciones de la PCT en la población normal se encuentran por debajo de 0,1 ng/mL<sup>27</sup>. En el presente trabajo once pacientes estaban por encima de ese nivel en la determinación preoperatoria, si bien sólo dos superaban una concentración de 0,15 ng/mL (0,27 ng/ml y 0,33 ng/mL respectivamente). Ninguno de los dos presentaba clínica infecciosa aparente y tampoco mostró una concentración de PCT por encima de 0,5 ng/mL en el postoperatorio.

Se produjo un discreto incremento de las concentraciones de PCT en las primeras 48 horas del postoperatorio sin alcanzar, en general el valor de 0,5 ng/mL (fig. 1). Este incremento es justificado por algunos autores<sup>11</sup> por bacteriemias transitorias desde la zona de la incisión pero en realidad la razón es desconocida.

Se considera 0,5 ng/mL como la concentración por encima de la cual se puede hacer un diagnóstico de infección bacteriana<sup>27,28</sup>. Este es el valor de corte asumido habitualmente en los diferentes trabajos publicados que tratan de medir la utilidad de la PCT en este campo. Aunque en casos de politraumatizados<sup>29,30</sup>, quemados<sup>31</sup>, y seguimientos postoperatorios<sup>32–35</sup> se proponen concentraciones de corte más elevadas. No se sabe cuál es el mecanismo por el que se eleva la concentración de PCT en estas situaciones, en ausencia de infección, aunque sí se sabe que estas variaciones son pequeñas. En casos de infecciones localizadas estos incrementos son menores y se llega a proponer una concentración de PCT superior a 0,2 ng/mL como punto de corte en el diagnóstico de artritis séptica<sup>36</sup>. En el presente trabajo, aparecen 27 pacientes que en algún momento presentan una concentración de PCT > 0,5 ng/mL. De ellos, 7 no tienen recogida en la historia clínica la presencia de complicaciones objetivables.

Sólo 8 pacientes presentaron una concentración de PCT > 0,5 ng/mL en las tres determinaciones y de todos ellos dos no presentaron ninguna complicación clínico-infecciosa. Las concentraciones elevadas se encuentran, mayoritariamente, entre 1-2 ng/mL excepto en cuatro casos que presentaron complicaciones clínicas evidentes y graves: una pancreatitis, una neumonía, una necrosis masiva de los bordes de la herida quirúrgica y un paciente con ileo paralítico e insuficiencia renal. Es claro que los pacientes con complicaciones sistémicas graves presentaron elevaciones claras de las concentraciones de PCT en todas las determinaciones y que los pacientes con concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL no presentaron complicaciones clínicas o al menos éstas no quedaron reflejadas en la Historia Clínica, a excepción de cuatro pacientes que presentaron un drenaje de la herida quirúrgica que se resolvió sin complicaciones.

Son muchos los trabajos publicados que tratan de valorar la utilidad de las determinaciones de las concentraciones

de PCT en el postoperatorio de diferentes tipos de cirugía: abdominal, torácica y neuroquirúrgica<sup>11,32,33,35,37–40</sup>. Todos ellos encuentran de utilidad su determinación aunque más en el manejo evolutivo del paciente que en el diagnóstico de certeza de infección<sup>41</sup> aunque algunos meta-análisis publicados despiertan dudas, respecto a la consistencia de los estudios desde el punto de vista metodológico<sup>42–45</sup>. Por una parte suelen ser muestras pequeñas y muy heterogéneas. Por otro, la prueba de referencia o "gold standard" que debería ser el cultivo, no siempre se toma el mismo número de muestras ni de igual manera y además no hay forma de descartar la posibilidad de una colonización. El espectro de pacientes suele estar seleccionado, con el consiguiente sesgo que se introduce. Por tanto, parece que una única determinación no puede ser suficiente para tomar una actitud terapéutica en cuanto a la presencia segura de infección. Donde sí parece que hay acuerdo es en que las variaciones de las concentraciones de PCT pueden ayudar a monitorizar a los pacientes con sospecha de infección.

### Conclusiones

Todos los pacientes incluidos en el estudio presentaron concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL en el preoperatorio mientras que muchos presentaban ya valores elevados de PCR y VSG en ausencia de infección clínica. Concentraciones de PCT < 0,5 ng/mL se correspondieron con ausencia de complicaciones clínicas en el 95% de los casos mientras que concentraciones de PCT > 0,5 ng/mL se correspondieron con aparición de complicaciones clínicas en el 75% de los casos. La dificultad para hacer el diagnóstico incuestionable de infección no permite afirmar categóricamente que una concentración de PCT > 0,5 ng/mL sea marcador exclusivo de complicación infecciosa. Sin embargo la escasa especificidad de las determinaciones utilizadas habitualmente en el diagnóstico de infección como la VSG y la PCR, que se incrementan en el postoperatorio inmediato por el propio acto quirúrgico e incluso se encuentran elevadas en muchos pacientes antes de la intervención en ausencia de infección, hace que la determinación de las concentraciones de PCT se presente como una herramienta de mayor utilidad en el manejo del paciente postoperatorio de una artroplastia de rodilla cuando exista la sospecha de un proceso infeccioso.

### Nivel de evidencia

Opinión de expertos. Nivel de evidencia V.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Lavernia C, Lee DJ, Hernández VH. The increasing financial burden of knee revision surgery in the United States. Clin Orthop Relat Res. 2006;446:221–6.
2. Leone JM, Hanssen AD. Management of infection at the site of a total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2005;87:2335–48.

3. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. Early failures in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;392:315–8.
4. Hanssen AD. Managing the infected knee: as good as it gets. *J Arthroplasty.* 2002;17:98–101.
5. Tattevin R, Cremiaux AC, Pottier P, Huton D, Carbon C. Prosthetic joint infection: when can prosthesis salvage be considered? *Clin Infect Dis.* 1999;29:292–5.
6. Black S, Kushner I, Samols D. C-reactive protein. *J Biol Chem.* 2004;279:48487–90.
7. Povoa C. C-reactive protein: a valuable marker of sepsis. *Intensive Care Med.* 2002;28:235–43.
8. Bilgen O, Atici T, Durak K, Karemogullari A, Bilgen MS. C-reactive protein values and erythrocyte sedimentation rates after total hip and total knee arthroplasty. *J Int Med Res.* 2001;29:7–12.
9. Spangehl MJ, Younger AS, Masri BA, Duncan CP. Diagnosis of infection following total hip arthroplasty. *Instr Course Lect.* 1998;47:285–95.
10. Assicot M, Gendrel D, Carsin H, Raymond J, Guilbaud J, Bohuon C. High serum procalcitonin concentrations in patients with sepsis and infection. *Lancet.* 1993;341:515–818.
11. Meisner M, Tschaikowsky K, Hutzler A, Schick C, Schüttler J. Postoperative plasma concentrations of procalcitonin after different types of surgery. *Intensive Care Med.* 1998;24:680–4.
12. Prieto B, Llorente E, González-Pinto I, Álvarez FV. Plasma procalcitonin measured by time-resolved amplified cryptate emission (TRACE) in liver transplant patients. A prognosis marker of early infectious and non-infectious postoperative complications. *Clin Chem Lab Med.* 2008;46:660–6.
13. Martin GS, Mannino DM, Eaton S, Moss M. The epidemiology of sepsis in the United States from 1979 through 2000. *N Eng J Med.* 2003;348:1546–54.
14. Lijmer JG, Mol BW, Heisterkamp S, Bowsel GJ, Prins MH, Van der Meulen JHP, et al. Empirical evidence of design-related bias in studies of diagnostic tests. *JAMA.* 1999;282:1061–6.
15. Choudhry RR, Rice RPO, Triffit PD, Harper WM, Gregg PJ. Plasma viscosity and C-reactive protein after total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74:523–4.
16. Niskanen RO, Korkala O, Pammo H. Serum C-reactive protein levels after total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:431–3.
17. Barrack RL, Burnett SJ, Sharkey P, Parvizi J. Diagnosing an infection: an unsolved problem. *Orthopedics.* 2007;30:777–8.
18. Duff GP, Lachiewicz PF, Kelley SS. Aspiration of the knee joint before revision arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;331:132–9.
19. Trampuz A, Hanssen AD, Osmon DR, Mandrekar J, Steckelberg JM, Patel R. Synovial fluid leukocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection. *Am J Med.* 2004;117:556–62.
20. Engh GA, Ammeen DJ. Clinical manifestations of a sometimes silent disease. *Orthopedics.* 1999;22:799–801.
21. Horan TC, Gaynes RP, Martone MJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1992;606–8.
22. Allami MK, Jamil W, Fourie B, Ashton V, Gregg PJ. Superficial incisional infection in arthroplasty of the lower limb. Interobserver reliability of the current diagnostic criteria. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1267–71.
23. Weiss AP, Krackow KA. Persistant wound drainage after primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1993;8:285–9.
24. Bowler PG, Duerden BI, Armstrong DG. Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clin Microbiol Rev.* 2001;14:244–69.
25. Ries MD. Skin necrosis after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2002;17:74–7.
26. Vince K, Chivas D, Droll KP. Wound complications after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22:39–45.
27. Meisner M. Pathobiochemistry and clinical use of procalcitonin. *Clin Chim Acta.* 2002;323:17–29.
28. Oberhoffer M, Karzai W, Meier-Hellman A, Bogel D, Fassbinder J, Reinhart K. Sensitivity and specificity of various markers of inflammation for the prediction of tumor necrosis factor alfa and interleukin 6 in patients with sepsis. *Critical Care.* 1999;27:1814–8.
29. Meisner M, Adina H, Schmidt J. Correlation of procalcitonin and C-reactive protein to inflammation, complications, and outcome during the intensive care unit course of multiple-trauma patients. *Critical Care.* 2006;10:R1.
30. Wanner GA, Keel M, Steckholzer U, y cols. Relationship between procalcitonin plasma levels and severity of injury, sepsis, organ failure, and mortality in injured patients. *Crit Care Med.* 2000;28:950–7.
31. Lavrentieva A, Kontakiotis T, Lazaridis L, Tsotsolis N, Koumisi J, Kyriazis G, et al. Inflammatory markers in patients with severe burn injury. What is the best indicator of sepsis? *Burns.* 2007;33:189–94.
32. Ito S, Sato N, Kojika M, Yaegashi Y, Suzuki Y, Suzuki K, et al. Serum procalcitonin levels are elevated in esophageal cancer patients with postoperative complications. *Eur Surg Res.* 2005;37:22–8.
33. Falcoz PE, Laluc F, Toubin MM, Puyraveau M, Clement F, Mercier M, et al. Usefulness of procalcitonin in the early detection of infection after thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2005;27:1074–8.
34. Sarbinowski R, Arvidson S, Tyrlman M, Öresland T, Bengtsson A. Plasma concentration of procalcitonin and systemic inflammatory response syndrome after colorectal surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49:191–6.
35. Mokart D, Merlin M, Sannini A, Brun JP, Delpere JR, Houvenaeghel G, et al. Procalcitonin, interleukin 6 and systemic inflammatory response syndrome (SIRS): early markers of postoperative sepsis after major surgery. *Br J Anaesth.* 2005;94:767–73.
36. Fottner A, Birkenmaier C, Von Schulze Pellengahr C, Wegener B, Jansson V. Can serum procalcitonin help to differentiate between septic and nonseptic arthritis? *Arthroscopy.* 2008;24:229–34.
37. Macrina F, Tritapepe L, Pompei F, Scingula A, Evangelista E, Toscano F, et al. Procalcitonin is useful whereas C-reactive protein is not to predict complications following coronary artery bypass surgery. *Perfusion.* 2005;20:169–75.
38. Mokart D, Leone M, Sannini A, Brun JP, Tijon A, Delpere JR, et al. Predictive perioperative factors for developing severe sepsis after major surgery. *Br J Anaesth.* 2005;95:776–81.
39. Lecharny JB, Khater D, Bronchard R, Philip I, Durand G, Desmonts JM, et al. Hyperprocalcitonemia in patients with peryoperative myocardial infarction after cardiac surgery. *Crit Care Med.* 2001;29:235–323.
40. Jebali MA, Hausfater P, Abbes Z, Aouni Z, Riou B, Ferjani M. Assessment of the accuracy of procalcitonin to diagnose postoperative infection after cardiac surgery. *Anesthesiology.* 2007;107:232–8.
41. Sponholz C, Sakr Y, Reinhart K, Brunkhorst F. Diagnostic value and prognostic implications of serum procalcitonin after cardiac surgery: a systematic review of the literature. *Critical Care.* 2006;10:R145.
42. Simon L, Gauvin F, Amre DK, Saint-Louis P, Lacroix J. Serum procalcitonin an C-reactive protein levels as markers of bacterial infection: a systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 2004;39:206–17.

43. Boysen AK, Madsen JS, Jorgensen PE. Procalcitonin as a marker of postoperative complications. *Scand J Clin Lab Invest.* 2005;65:387–94.
44. Tang BMP, Eslick GD, Craig JC, McLean AS. Accuracy of Procalcitonin for sepsis diagnosis in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2007;7: 210–7.
45. Jones AE, Fiechtner JF, Brown MD, Ballew JJ, Kline JA. Procalcitonin test in the diagnosis of bacteremia: a meta-analysis. *Ann Emerg Med.* 2007;50:34–41.