

## 당뇨발 감염진단을 위한 WBC, ESR, CRP의 유용성 비교

이준문 · 한승규 · 구자혜 · 정성호 · 김우경

고려대학교 의과대학 성형외과학교실

### Comparison of White Blood Cell Count, Erythrocyte Sedimentation Rate, and C-Reactive Protein for Diagnosis of Diabetic Foot Infection

Joon Moon Lee, M.D., Seung-Kyu Han, M.D.,  
Ja Hea Gu, M.D., Sung Ho Jung, M.D.,  
Woo Kyung Kim, M.D.

Department of Plastic Surgery, Korea University College of  
Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** Diagnosis of diabetic foot infection is sometimes difficult, since the classical inflammatory signs and leukocytosis may be absent due to the decreased host immune response in diabetics. Therefore inflammatory blood markers, such as white blood cell (WBC) count, erythrocyte sedimentation rate (ESR), and C-reactive protein (CRP) have been commonly needed to confirm the diagnosis of infection. The purpose of this study is to evaluate the diagnostic usefulness of WBC, ESR and CRP for detection of diabetic foot infection.

**Methods:** Peripheral blood samples were taken from 113 patients with diabetic foot ulcers admitted from June 2007 to April 2009. Diabetic foot infection was diagnosed according to the microbiological culture from soft tissue and bone specimens. Reference values of tests were 4500-11000 / $\mu$ L for WBC count, 0-20 mm/hr for ESR, and 0-5 mg/L for CRP<sup>13,14</sup>. Sensitivities, specificities, positive and negative predictive values of laboratory tests were calculated and analysed. Receiver-operator characteristic (ROC) curve was also created.

**Results:** There was a significant difference in WBC, ESR, and CRP between infectious group and noninfectious group ( $p < 0.05$ ). The sensitivity of WBC  $> 11,000$  / $\mu$ L ESR  $> 20$  mm/hr, and CRP  $> 5$  mg/L was 30%, 96%, and 84%. The specificity was 86%, 14%, and 50% for WBC, ESR, and CRP, respectively. Positive predictive value was 88%, 78%, and 84%, and negative predictive value was 28%,

50%, and 50% respectively. The areas under the ROC curve for WBC, ESR and CRP were 0.72, 0.75, and 0.78 respectively.

**Conclusion:** Based on the results of this study, we conclude that CRP is more useful method in predicting and diagnosing infection than WBC, ESR in diabetic foot ulcer patients.

**Key Word:** Diabetic foot, Infection, Diagnosis

### 1. 서 론

당뇨 환자의 약 15~25%에서 족부 궤양이 발생하고, 이로 인하여 이들 중 14~25%가 절단을 경험하게 된다.<sup>1</sup> 또한 족부 궤양에서 감염이 발생할 확률은 56%에 달하며,<sup>2</sup> 감염과 허혈이 동반된 환자에서 그렇지 않은 환자에 비해 하지 절단율이 90배 증가한다고 보고되고 있다.<sup>3</sup> 당뇨병 병변의 감염은 하지 절단율을 높이고, 진단이 늦어질 시에는 패혈증으로 사망 가능성이 있으므로 조기에 진단하여 적극적으로 치료해야 한다.

급성창상의 경우 감염의 진단은 부종, 열감, 홍반, 통증, 화농성 배농 등의 이학적 소견과 혈중 백혈구수치 증가를 통해 쉽게 진단이 가능하다. 그러나 당뇨 환자는 혈당이 증가하면 단핵구와 대식세포 등 균의 탐식작용에 관여하는 세포들의 활성이 감소하고,<sup>4</sup> 당뇨 합병증인 허혈, 부종 및 당뇨신경병증에 의해 염증기의 모세혈관이 확장되지 않아 숙주의 균에 대한 방어 능력이 떨어지게 된다.<sup>5</sup> 그래서 이학적 소견으로 감염의 증상이 나타나지 않고, 백혈구 수치 증가가 동반되지 않는 경우가 흔하여 감염진단이 적절히 이루어지지 않는 경우가 드물지 않다.<sup>6</sup> 그래서 당뇨 환자에서는 감염의 확진을 위하여 심부조직의 조직생검을 통한 미생물 배양검사가 필수적이나,<sup>6</sup> 미생물이 배양되기 까지 하루 이상, 균의 종류에 따라 길게는 일주일의 시간이 걸리고, 또한 수술적 변연절제술을 동반한 심부조직 생검을 시행하기 여의치 않은 상황이라면, 신체 전신의 염증 반응에 관한 비특이적 검사인 말초혈액의 염증지표인 WBC, ESR, CRP검사를 통하여 감염을 간접적으로 예측하고 치료를 시작할 수 있다. 그러나 WBC수치는 골수염과

Received March 9, 2010

Revised April 5, 2010

Accepted June 10, 2010

**Address Correspondence:** Seung-Kyu Han, M.D., Department of Plastic Surgery, Korea University Guro Hospital, 97 Guro-dong, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea. Tel: (02) 2626-3333/ Fax: (02) 868-6698/ E-mail: pshan@kumc.or.kr

지 동반한 당뇨병 환자에서도 50% 이상에서 증가하지 않고,<sup>7</sup> ESR과 CRP가 당뇨병 족부 궤양의 골수염 진단에 유용하다는 보고가 있어,<sup>7,9</sup> 실제로 WBC, ESR, CRP 검사 중 어떤 검사가 우리나라 당뇨병 족부 궤양 환자에서 감염을 진단하는데 가장 도움이 되는 검사인지 알아보려고 하였다.

## II. 재료 및 방법

2007년 6월부터 2009년 4월까지 본원의 당뇨병 임상센터에 당뇨병 족부 궤양의 치료 위해 입원했던 환자 중 당뇨의 유병기간이 10년 이상, 창상 발생한지 4주 이상, Wagner grade II 이상인 만성 창상 환자 113명을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 모든 환자는 수술적 변연절제술을 시행하여 연부조직 및 골의 미생물 배양검사를 실시하였으며, 수술 당일 아침 정맥용 항생제 투여 전에 WBC, ESR, CRP 및 기타 말초 혈액 검사(혈색소, 알부민, 공복 및 식후 혈당, 당화혈색소)를 시행하였다.

미생물 배양검사결과 연부조직과 골조직 모두에서 균이 검출된 환자들을 감염군(infectious group)으로, 연부조직과 골조직 모두 균이 검출되지 않은 환자들을 비감염군(non-infectious group)으로 분류하였고, 연부조직 또는 골조직 중 한 곳에서만 균이 검출된 환자는 본 연구에서 제외시켰다. 또한 WBC는 11,000 / $\mu$ L, ESR은 20 mm/hr, CRP는 5 mg/L 이상인 경우를 검사결과 양성으로 간주하였다. 기타 말초 혈액 검사는 감염군과 비감염군 사이에 감염 외에

두 군간에 차이를 나타내는 요소가 있는지 알아보기 위하여 조사하였다.

통계처리는 SPSS (12.0 for Window)를 이용하여 분석하였고, 두 군간의 평균값의 비교는 independent t-test, 각 염증 지표들의 민감도와 특이도 비교는 Receiver Operating Characteristic (ROC) curve 분석을 시행하였다. *P* 값이 0.05 이하인 경우를 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

## III. 결 과

### 1. 두 군의 차이 비교

113명 중 연부조직 또는 골조직 중 한 곳에서만 균이 검출된 22명을 제외하고, 대상 환자는 모두 92명이었으며 감염군(infectious group)은 70명, 비감염군(non-infectious group)은 22명이었고, 대상군에 따른 평균 연령과 성비는 두 군간에 유의한 차이가 없었다 (*p* 0.466. *p* 0.187).

WBC수치의 평균은 감염군 10,834 / $\mu$ L  $\pm$  5,731과 비감염군 7,559 / $\mu$ L  $\pm$  2,783 (*p* 0.001), ESR의 평균은 감염군 90 mm/hr  $\pm$  35와 비감염군 55 mm/hr  $\pm$  34 (*p* 0.000), CRP의 평균은 감염군 78.7 mg/L  $\pm$  85.1과 비감염군 15.5 mg/L  $\pm$  29.5 (*p* 0.000)으로, 염증 지표인 WBC, ESR, CRP는 두 군간에 유의한 차이가 있었다.

그 외 말초혈액 검사 혈색소, 알부민, 공복혈당, 식후 혈당, 당화혈색소 수치의 평균값 비교는 감염군과 비감염군 사이에 유의한 차이가 없었다 (Table I).

**Table I.** Comparison of Clinical Data, Inflammatory Markers and Other Peripheral Blood Tests between Infectious Group and Non-infectious Group

	Infectious group	Non-infectious group	<i>p</i> -value
Age (years)	62 ( $\pm$ 10.0)	65 ( $\pm$ 10.3)	0.466
Gender (%female)	23/70 (32.9%)	4/22 (18.2%)	0.187
WBC (/ $\mu$ L)	10,834 ( $\pm$ 5,731)	7,559 ( $\pm$ 2,783)	*0.001
ESR (mm/hr)	90 ( $\pm$ 35)	55 ( $\pm$ 34)	*0.000
CRP (mg/L)	78.7 ( $\pm$ 85.1)	15.5 ( $\pm$ 29.5)	*0.000
Hemoglobin (g/dL)	10.3 ( $\pm$ 2.07)	11.3 ( $\pm$ 1.62)	0.053
Albumin (g/dL)	3.45 ( $\pm$ 0.54)	3.69 ( $\pm$ 0.38)	0.052
Fasting glucose (mg/dL)	148.9 ( $\pm$ 65.6)	110.4 ( $\pm$ 38.8)	0.075
Postprandial glucose (mg/dL)	192.8 ( $\pm$ 100.8)	234.1 ( $\pm$ 70.8)	0.240
HbA1C (% of THb)	7.87 ( $\pm$ 1.75)	7.45 ( $\pm$ 1.42)	0.299

WBC, white blood cell count; ESR, erythrocyte sedimentation rates; CRP, C-reactive protein.

\**p*-value < 0.05.

2. 염증지표들의 민감도, 특이도, 양성 예측도, 음성 예측도 비교

실제 감염이 있는 사람 중 검사결과가 양성임을 나타내는 민감도 (sensitivity)는 ESR이 96%, CRP는 84%, WBC는 30%였다. 감염이 없는 사람중 검사결과 음성을 나타내는 특이도 (specificity)는 WBC가 86%, CRP가 50%, ESR은 14%였다. 검사결과 양성 중에서 실제 감염률을 나타내는 양성 예측도 (positive predictive value)는 WBC 88%, ESR 78%, CRP 84%였고, 검사결과 음성중에서 실제 감염이 아닐 확률인 음성 예측도는 CRP, ESR이 50%이고 WBC가 28%였다 (Table II).

3. 염증지표들의 ROC (Receiver Operating Characteristic) curve

위의 민감도와 특이도를 이용하여 진단의 정확도를 알아보기 위하여 SPSS 12.0통계 프로그램을 이용하여 민감도와 1-특이도를 그래프로 나타낸 ROC curve를 분석하여, 곡선

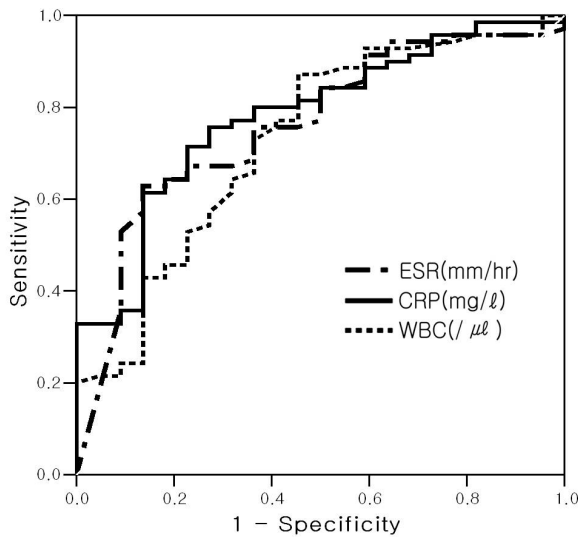


Fig. 1. Receiver operating characteristic curves of erythrocyte sedimentation rate (ESR), C-reactive protein (CRP), and white blood cell count (WBC) in the diagnosis of diabetic foot infection, The area under the curve was 0.75 for ESR, 0.78 for CRP, 0.72 for WBC.

아래 면적 (AUC: area under curve)을 구하였다. 곡선 아래 면적 (AUC)은 CRP 0.78[95% CI, 0.67-0.89], ESR 0.75[95% CI, 0.65-0.87], WBC 0.72[95% CI, 0.60-0.85]로, CRP가 가장 높은 값을 나타내었다 (Fig. 1).

IV. 고 찰

당뇨 환자에서는 면역체계의 방어 기전인 호중구의 부착능, 주화성, 탐식능 및 살균능 등의 기능이 전반적으로 저하되어 있을 뿐 아니라, 나이, 성별, 사회경제적 상태 등이 동일 하더라도 당뇨병이 없는 다른 환자들에 비하여 감염의 빈도나 재발률이 높다.<sup>4,10</sup> 족부감염은 당뇨 환자의 가장 흔한 감염이고, 골수염, 절단, 그리고 사망에까지 이를 수 있다.<sup>11</sup> 당뇨병환자의 족부 궤양의 치료에 있어 환부의 조기 발견, 과사 조직에 대한 적극적인 변연절제술 및 그리고 적절한 항생제를 이용한 감염의 조절이 중요한 요소로 작용한다.

혈중 WBC수치, ESR, CRP검사는 일반적인 감염의 진단에 사용되는 검사들이다. 그러나 당뇨발 감염의 경우 WBC 수치가 증가되어 있지 않은 경우가 흔하며,<sup>7</sup> 본 연구에서도 WBC 수치의 민감도, 즉 감염 환자에서 WBC 수치의 증가율은 30%에 그쳐 기존의 보고인 50%보다 적은 비율을 나타내고 있었다. 그렇지만 WBC 수치가 감염이 있는 당뇨발 환자에서 전혀 증가하지 않는 것은 아니다. Table I에서 보듯이 감염군과 비감염군사이의 WBC 수치의 평균 비교는 두 군간에 유의한 차이가 있었고, 확실하게 비감염군보다 감염군에서 WBC수치가 더 높았다 (비감염군 7,559 ± 2,783 /μL, 감염군 10,834 ± 5,731 /μL). 그러나 감염군의 평균값은 백혈구 증가증으로 정의할 수 있는 11,000 /μL보다 적은 10,834 /μL이었다. 이는 일반적으로 알려져 있듯이 당뇨발 환자에서 감염이 있을 때 일반적인 감염에 대한 방어 기전으로 WBC가 증가하기는 하나, 기능이 전반적으로 저하되어 있어 충분한 양을 만들지 못하기 때문이다.

혈당 농도가 당뇨환자에서 감염 발생과 밀접한 관계가 있다는 보고들이 있지만,<sup>14</sup> 본 연구에서는 Table I에서 보듯이 감염군과 비감염군사이에 당화혈색소 (HbA1C), 공복혈당, 식후혈당 모두 유의한 차이가 없었다. 이는 본 연구의

Table II. Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value, and Negative Predictive Value of Inflammatory Markers

	WBC (> 11,000/μL)	ESR (> 20 mm/hr)	CRP (> 5 mg/L)
Sensitivity(%)	30	96	84
Specificity(%)	86	14	50
Positive predictive value(%)	88	78	84
Negative predictive value(%)	28	50	50

환자군들이 당뇨 유병기간 10년 이상이며, 주기적으로 내과 진료를 받은 환자들로서 혈당은 이미 어느 정도 조절이 되고 있는 상태이기 때문이라고 볼 수 있다. 또한 영양 지표를 나타내는 알부민 수치도 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

본 연구에서는 감염군과 비감염군을 1회 균동정 결과로 시행하였기 때문에 감염이 있어도 실제 균 동정이 되지 않는 경우가 있어, 균 동정 검사만으로 두 군을 구별하는 것은 처음부터 오차가 있을 수 있다. 그래서 이를 줄이기 위하여 1회 균동정이긴 하지만 연부조직과 골조직 두 군데의 균동정 검사, 즉 두 번의 균동정에서 모두 균이 검출된 군을 감염군으로, 두 군데가 모두 균이 검출되지 않은 군을 비감염군으로 잡았다. 연부조직 또는 골조직 중 한 곳에서만 균이 검출된 22명은 제외하였다. 둘 중 한군데에서만 균이 검출이 되는 경우는 실제 심부 감염이 아닌 균 집락(colonization)일 수가 있기 때문이다. 균 집락(colonization)이란 분열하는 균이 환부에 존재하지만 숙주의 면역 반응을 일으키지는 않는 상태를 말한다.<sup>12</sup> 당뇨병 궤양은 종종 다수의 균에 의해 균 집락이 이루어져 있고, 이것이 창상치유를 방해하지는 않는다.<sup>5</sup> 침범된 균주가 숙주의 방어 능력을 넘어서면 감염이 발생하게 된다.<sup>12</sup> 또한 본 연구의 감염군은 골조직에서 균이 검출되었음에도 불구하고 골수염군(osteomyelitis)으로 정의하지 않았다. 균이 골수까지 침범하지 않고 피질골에만 감염이 국한되어 있는 골염(osteitis)의 가능성이 있기 때문이다. 이렇게 궤양 자체에만 국한된 감염을 국소 감염(local infection)이라고 하는데, 국소 감염의 경우에는 WBC, ESR, CRP 등의 혈액 검사 수치의 민감도와 특이도가 낮게 나타날 수 있다.<sup>5</sup>

CRP는 급성기 반응물질로서 간세포에서 생성되고 주로 사이토카인 IL-6에 의해 조절된다. 한번의 자극에도 간세포에서 매우 빠르게 생성되어 6시간내에 5 mg/L 이상으로 상승하고 48시간내에 최고치에 도달한다. 반감기는 약 19시간으로 모든 질병이나 건강상태하에서도 일정하다. 그러므로 CRP의 농도는 주로 생성되는 속도에 의해 결정된다. 간부전을 제외하고는 CRP 생성을 방해하는 요소는 거의 알려져 않고, ESR은 성별, 연령, 임신, 온도, 복용약물, 흡연, 혈장 단백질 농도, 적혈구의 모양 등에 의해 영향을 받는 반면에 CRP는 이러한 요소에 영향을 받지 않는다.<sup>13</sup> 그러므로, 당뇨병 환자처럼 기저질환을 여러 개 가지고 있는 환자에게서도 다른 질환에 영향을 받지 않고 감염의 치료 효과를 판정할 수 있다.

본 연구에서 CRP는 high sensitivity CRP로서 진단검사의학과에 설치된 Toshia 200FR Neo를 이용하여 측정하였고, 건강한 젊은 성인을 대상으로 혈액을 채취했을 때 90 퍼센타일에 속하는 hsCRP의 농도 5.0 mg/L를 기준으로 하

였다.<sup>14</sup> ESR은 ALIFAX사의 TEST 1 Automatic ESR Analyzer를 이용하여 측정하였고, 성별, 연령에 따라 참고치가 다르지만 당뇨병 환자들의 평균 연령이 60세 이상이고, 기저 질환을 가지고 있는 것을 고려하여 20 mm/hr을 기준으로 삼았다. ESR과 CRP의 민감도, 특이도의 결과를 보면, ESR은 민감도가 96%로 높은 반면, 특이도는 14%로 매우 낮았다. 이는 실제 감염이 있는 사람의 96%가 ESR이 20보다 큰 반면, 감염이 없는 사람의 86%도 ESR이 20보다 크다는 것을 의미한다. CRP는 민감도가 84%, 특이도가 50%로 ESR보다 편차가 크지는 않지만 감염이 없는 사람의 절반에서도 CRP가 증가해 있다고 볼 수 있다. 그래서 민감도와 특이도를 둘 다 높이기 위해서는 결과에서 사용하였던 ROC curve를 이용하여 (Fig. 1), 민감도와 특이도가 가장 높은 지점을 찾아 새로운 절단값(cut-off value)을 정할 수 있다. 당뇨병 궤양의 골수염을 진단시 Fleischer 등<sup>8</sup>은 ESR의 절단값(cut-off value)은 60 mm/hr (민감도 68%, 특이도 70%), CRP는 3.2 mg/L (민감도 85%, 특이도 65%)로 하였고, Ertugrul 등<sup>9</sup>은 ESR  $\geq$  65 mm/hr 및 궤양 크기  $\geq$  2 cm 일 때 민감도 83%, 특이도 77%로 진단에 가장 유용할 것이라고 하였다. Jeandrot 등<sup>15</sup>은 당뇨병 궤양의 경증 감염(mild infection)을 진단 시에 CRP의 절단값(cut-off value)을 17 mg/L (민감도 72.7%, 특이도 100%)로 하였을 때 진단의 정확도를 높일 수 있다고 하였다. 우리나라는 아직 이런 절단값에 대한 연구는 없는 상황이라 본 연구의 결과를 기초로 우리나라 당뇨병 환자들에게 알맞는 절단값을 정하기 위한 연구가 필요하리라 사료된다.

본 연구는 WBC, ESR, CRP중에 어떤 것이 진단의 정확도가 더 있는지에 관해서만 조사한 것인데, 이를 토대로 이 marker들의 수치와 창상의 치유 관계, 항생제 사용시점과 기간과의 관련성, 항생제 사용 후 이 marker들의 변화, 창상의 호전과 marker들의 수치 변화 등에 관한 향후 연구가 더 있으면 좋을 것으로 사료된다.

또한 본 연구는 창상의 크기와는 상관없이 창상 발생한지 한달 이상이면서 Wagner grade II 이상인 당뇨병 궤양 환자를 대상으로 하였는데, 좀 더 세분화하여 창상의 넓이와 깊이에 따라 분류를 한 후에 비교를 하여 그 정도에 따른 차이를 알 수 있는 연구가 추후 필요할 것으로 보인다.

## V. 결론

당뇨병 궤양에서 감염을 조기에 진단하는 것이 중요한데, 이학적 소견으로는 감염의 증상이 나타나지 않는 경우가 있기 때문에 미생물 배양검사, 혈액 검사, 방사선학적 검사 등을 종합하여 감염을 진단할 수 있다. 이중 가장 빠르게 결과를 얻을 수 있는 장점이 있는 것이 혈액 검사이기 때문에

염증 수치인 WBC, ESR, CRP가 증가하였다면, 다른 추가적 검사를 통한 감염의 확인을 서둘러야 할 것이다. 이 수치들을 민감도와 특이도를 종합적으로 비교할 수 있는 ROC curve의 AUC로 비교하였을 때, CRP 0.78[95% CI, 0.67-0.89], ESR 0.75[95% CI, 0.65-0.87], WBC 0.72[95% CI, 0.60-0.85]로, CRP가 ESR과 WBC보다 더 높았다.

## REFERENCES

1. Powers AC: Diabetes mellitus. In Kasper DL, Fauci AS, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL (eds): *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 16th Ed, New York, McGraw-Hill, 2005, p 2168
2. Lavery LA, Armstrong DG, Wunderlich RP, Tredwell J, Boulton AJ: Diabetic foot syndrome: evaluating the prevalence and incidence of foot pathology in mexican americans and non-hispanic whites from a diabetes management cohort. *Diabetes Care* 26: 1435, 2003.
3. Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB: Validation of a diabetic wound classification system: the contribution of depth infection, and ischemia to risk of amputation. *Diabetes Care* 21: 855, 1998
4. Delamaire M, Maugendre D, Moreno M, Le Goff MC, Allannic H, Genetet B: Impaired leukocyte functions in diabetic patients. *Diabet Med* 14: 29, 1997
5. Williams DT, Hilton JR, Harding KG: Diagnosing foot infection in diabetes. *Clin Infect Dis* 39: S83, 2004
6. Han SK; *Management of Diabetic Wound*. 1st ed, Seoul, Koonja, 2008, p 124
7. Armstrong DG, Lavery LA, Sariaya M, Ashry H: Leukocytosis is a poor indicator of acute osteomyelitis of the foot in diabetes mellitus. *J Foot Ankle Surg* 35: 280, 1996
8. Fleischer AE, Didyk AA, Woods JB, Burns SE, Wrobel JS, Armstrong DG: Combined clinical and laboratory testing improves diagnostic accuracy for osteomyelitis in the diabetic foot. *J Foot Ankle Surg*, 48: 39, 2009
9. Ertugrul BM, Savk O, Ozturk B, Cobanoglu M, Oncu S, Sakarya S: The diagnosis of diabetic foot osteomyelitis: examination findings and laboratory values. *Med Sci Monit* 15: 307, 2009
10. Fletcher J, Haynes AP, Crouch SM: Acquired abnormalities of polymorphonuclear neutrophil function. *Blood Rev* 4: 103, 1990
11. Joshi N, Caputo GM, Weitekamp MR, Karchmer AW: Infections in patients with diabetes mellitus. *N Engl J Med* 341: 1906, 1999
12. Casadevall A, Pirofski LA: Host-pathogen interactions: basic concepts of microbial commensalism, colonization, infection, and disease. *Infect Immun* 68: 6511, 2000
13. Husain TM, Kim DH: C-reactive protein and erythrocyte sedimentation rate in orthopaedics, *The University of Pennsylvania Orthopaedic Journal* 15: 13, 2002
14. Robers WL, Moulton L, Law TC, Farrow G, Cooper-Anderson M, Savory J, Rifal N: Evaluation of nine automated high-sensitivity c-reactive protein methods: implications for clinical and eidemiological applications. part 2. *Clin Chem* 47: 418, 2001
15. Jeandrot A, Richard JL, Combescure C, Jourdan N, Finge S, Rodier M, Corbeau P, Sotto A, Lavigne JP: Serum procalcitonin and c-reactive protein concentrations to distinguish mildly infected from non-infected diabetic foot ulcers: a pilot study. *Diabetologia* 52: 347, 2008