

호중구에 의한 혈소판위성현상과 혈소판포식작용 및 혈소판호중구응집을 보인 1예

A Case of Platelet Satellitism with Platelet Phagocytosis by Neutrophils and Platelet-neutrophil Agglutination

윤귀현

Kui Hyun Yoon, M.D.

원광대학교 산본병원 진단검사의학과

Department of Laboratory Medicine, Wonkwang University, Sanbon Hospital, Gunpo, Korea

Platelet satellitism is a rare phenomenon in which platelets adhere to the surface of neutrophils; in addition, platelet phagocytosis by neutrophils and monocytes is rare event. Although its clinical significance and pathophysiology are still unclear, platelet-neutrophil agglutination seems to be the end point of a process that is initiated by platelet satellitism and causes pseudothrombocytopenia and pseudoneutropenia. Differentiating pseudothrombocytopenia is essential to avoid unnecessary diagnostic testing and treatments. This report describes an unusual case of a 64 yr old man who presented with left flank pain and pseudothrombocytopenia, which was caused by platelet satellitism with platelet phagocytosis by neutrophils and platelet-neutrophil agglutination. Platelet satellitism occurred in the presence of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) at room temperature or 4°C, but not at 37°C; however, platelet-neutrophil agglutination and pseudoleukopenia were observed in EDTA-treated blood only after a 2-hr incubation period at room temperature. Additionally, platelet satellitism could be induced in packed blood cells from a normal individual during a mixing assay with this patient's plasma. To the best of my knowledge, this is the first reported case of platelet satellitism with platelet phagocytosis by neutrophils and platelet-neutrophil agglutination in Korea.

Key Words: Platelet satellitism, Platelet phagocytosis, Platelet-neutrophil agglutination

서 론

혈소판위성현상(platelet satellitism)은 주로 실온의 EDTA 말초 혈액에서 호중구 주위에 혈소판이 응집하는 체외현상이다. 1963년 Field 등[1]이 처음 보고한 이후 단구[2], 림프구[3], 호염기구[4], 호산구[5] 주위에 혈소판위성현상이 보고되었으며, 드물게 호중구와 단구에 의한 혈소판포식작용(platelet phagocytosis)이 같이 보고되거나[6-8], 혈소판위성현상보다는 혈소판포식작용을 주로 보

이는 보고가 있다[9, 10]. 혈소판호중구응집(platelet-neutrophil agglutination)은 혈소판위성현상에 관련한 혈소판이 가교역할을 하여 호중구가 응집하는 것으로[5, 11-13], 가성혈소판감소증과 가성호중구감소증의 원인이 된다. 혈소판위성현상의 발생기전이나 임상적 의의는 아직 확실하게 밝혀지지 않았지만[12, 14-20], 가성혈소판감소증으로 인한 불필요한 검사나 치료 등을 피하기 위해 진성혈소판감소증과 감별이 중요하다[21]. 혈소판위성현상은 매우 드물어 국내 보고는 혈소판위성현상보다는 주로 혈소판포식작용을 보인 1예 뿐이다[9]. 이에 저자는 자동혈구분석기(Sysmex XE-2100, Sysmex Co., Kobe, Japan)로 가성혈소판감소증을 보인 65세 남자 환자의 EDTA 말초혈액도말 라이트염색에서 호중구에 의한 혈소판위성현상과 혈소판포식작용 및 혈소판호중구응집을 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

Corresponding author: Kui Hyun Yoon

Department of Laboratory Medicine, Wonkwang University, Sanbon Hospital, 321 Sanbon-ro, Gunpo 435-040, Korea

Tel: +82-31-390-2658, Fax: +82-31-391-2085, E-mail: wooju67@paran.com

Received: April 19, 2013

Revision received: June 19, 2013

Accepted: July 17, 2013

This article is available from <http://www.labmedonline.org>

© 2013, Laboratory Medicine Online

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증 례

65세 남자 환자가 전날 밤 발생한 좌측 옆구리 통증을 주소로 6년 전 체외충격파쇄석술로 치료한 신장결석에 대한 추적검사를 위

해 내원하였다. 신체검사서 특이소견은 없었으며, 발열, 출혈소인, 수혈을 받은 병력은 없었다. 내원 당시 실시한 EDTA 혈액의 혈소판수는 $107 \times 10^9/L$ 으로 감소되었고, 백혈구수 $4.30 \times 10^9/L$, 호중구는 75.8%였다. 혈소판감소증을 확인하기 위한 말초혈액도말 라이트염색에서 호중구에 의한 혈소판위성현상과 혈소판포식작용 및 혈소판호중구응집이 관찰되었다(Fig. 1). 생화학검사, 소변검사, 혈액응고검사는 모두 정상소견이었다. 10일 후에도 혈소판위성현상은 지속되었으며, 항핵항체, 항호중구세포질항체, 항카디오리핀항체, 항인지질항체, 항 β_2 당단백 I 항체, 항혈소판항체 검사에 모두 음성이었다. 루푸스항응고인자, 한랭글로불린, 항글로불린검사, 불규칙항체도 음성이었으며, C3, C4, 면역글로불린 G, 면역글로불린 A, 면역글로불린 M, 면역글로불린 E, 단백전기영동, 면역단백 전기영동 검사는 정상소견이었다.

항응고제, 온도, 시간 변화에 따른 혈소판위성현상을 알아보기 위해 EDTA, 구연산나트륨, 헤파린 항응고제 시험관에 각각 말초혈액을 채혈하였다. EDTA혈액은 분주하여 실온, 4°C, 37°C에 보관하면서, 채혈 즉시, 30분, 1, 2, 4, 6, 8시간 후에 자동혈구분석기(Sysmex Co.)를 이용하여 혈구수를 측정하였고(Table 1), 말초혈액도말을 라이트염색하여 혈소판위성현상 유무를 관찰하였다. 혈소판위성현상과 혈소판포식작용의 정도를 나타내기 위해 Greipp 등[8]이 보고한 PLAP 점수(platelet-leukocyte adherence phenomenon score, 참고범위: 0-4)를 이용하였는데, 이는 100개의 호중구 또는

단구에 부착되거나 포식된 혈소판 수를 0, 1, 2, 3, 4개 이상으로 구별해 각각 0-4점까지 부여하여 산정하였다. 실온에 보관한 EDTA 혈액은 채혈 즉시 PLAP 점수 7점으로 혈소판위성현상이 미약하게 관찰되다가 30분 후부터 혈소판위성현상과 혈소판포식작용이 증가하였고, 2시간 후에는 혈소판호중구응집을 이루고(PLAP 점수: 400) [8], 시간이 지남에 따라 혈소판위성현상이 감소하였는데 이는 자동혈구분석기의 혈구수 변화와 일치하는 소견으로, 시간에 따라 백혈구수, 호중구수 및 혈소판수가 감소하였다가 회복하는 소견을 보였으나, 48시간 후까지도 혈소판위성현상을 관찰할 수 있었다. 4°C에 보관된 EDTA 혈액은 2시간 후 말초혈액도말 라이트염색에서 혈소판위성현상(PLAP 점수: 167)이 관찰되었으나 혈소판위성현상에 관여한 혈소판수가 5개 미만이고 혈소판호중구응집은 관찰되지 않아 자동혈구분석기에 의한 혈소판수와 백혈구수에 변화는 없었으며, 4시간 후에는 혈소판위성현상이 관찰되지 않았다. 37°C에 보관된 EDTA 혈액에서는 혈구수 감소나 혈소판위성현상을 관찰할 수 없었다. 항응고제가 없는 손끝 천자 모세관 혈액이나 EDTA 이외의 항응고제에서는 혈소판위성현상이 관찰되지 않았다.

환자의 혈장이나 혈구가 혈소판위성현상을 유도하는지 확인하기 위해, 환자와 정상인(환자와 동일 혈액형)의 EDTA와 구연산나트륨 혈액을 3,500 rpm에서 10분 동안 원심하여 혈장과 혈구를 분리한 후 1) 환자의 EDTA 혈장과 정상인의 EDTA 혈구, 2) 환자의 EDTA 혈장과 정상인의 구연산나트륨 혈구, 3) 환자의 구연산나트륨 혈장과 정상인의 EDTA 혈구, 4) 환자의 구연산나트륨 혈장과 정상인의 구연산나트륨 혈구를 각각 1:1로 섞어 실온에 반응시켜 2시간 후에 PLAP 점수를 계산하였다(Table 2). 환자의 EDTA 혈장은 정상인의 EDTA와 구연산나트륨 혈구 모두에서 혈소판위성현상을 유도하였고, PLAP 점수가 121점, 70점으로 정상인의 EDTA 혈구와의 반응에서 더 높았다. 환자의 구연산나트륨 혈장은 정상인의 EDTA 혈구에서 혈소판위성현상(PLAP 점수: 57)을 보이고, 정상인 구연산나트륨

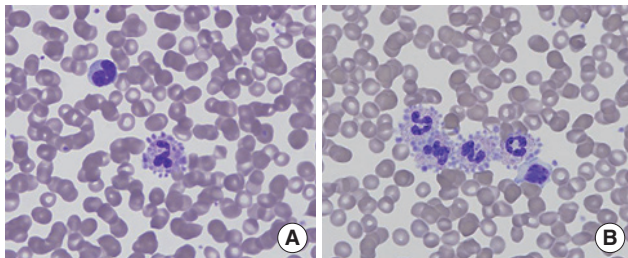


Fig. 1. Peripheral blood smear of EDTA-anticoagulated blood showing (A) platelet satellitism and phagocytosis by neutrophils and (B) platelet-neutrophil agglutination (Wright stain, $\times 1,000$).

Table 1. Complete blood and differential counts of EDTA-anticoagulated blood according to temperature and incubation time

Temperature	25°C			37°C			4°C		
CBC Time	WBC ($\times 10^9/L$)	PLT ($\times 10^9/L$)	Neu (%)	WBC ($\times 10^9/L$)	PLT ($\times 10^9/L$)	Neut (%)	WBC ($\times 10^9/L$)	PLT ($\times 10^9/L$)	Neut (%)
0 min	4.28	148	54.3	4.28	148	54.3	4.28	148	54.3
30 min	4.21	106	56.4	4.25	152	55.3	4.07	157	55.1
1 hr	4.08	103	55.4	4.16	159	55.7	4.29	154	54.8
2 hr	2.62	61	49.6	4.15	159	55.5	4.18	159	56.8
4 hr	4.26	99	54.7	4.19	162	57.8	4.18	156	55.5
6 hr	4.13	104	56.9	4.12	151	56.5	4.12	154	57.3
8 hr	4.25	106	56.5	4.04	155	56.0	4.09	164	54.5

Abbreviations: WBC, white blood cell; PLT, platelet; Neut, neutrophil; CBC, complete blood count; EDTA, ethylenediaminetetraacetic acid.

Table 2. Platelet-leukocyte association phenomenon scores of platelet satellitism induced by a mixing test after a 2-hr incubation at room temperature

Mixing test	PLAP score
Pt EDTA plasma + NR EDTA cells	121
Pt EDTA plasma + NR citrate cells	70
Pt citrate plasma + NR EDTA cells	57
Pt citrate plasma + NR citrate cells	7
NR EDTA plasma + Pt citrate cells	6
NR citrate plasma + Pt citrate cells	2

Abbreviations: Pt, patient; NR, normal; EDTA, ethylenediaminetetraacetic acid; PLAP, platelet-leukocyte association phenomenon.

혈구와의 반응에서는 거의 관찰되지 않았다(PLAP 점수: 7). 환자의 구연산나트륨 혈구는 정상인 EDTA 혈장과 구연산나트륨 혈장과의 반응에서 PLAP 점수는 6점과 2점이었다.

고 찰

EDTA 의존성 가성혈소판감소증은 EDTA 존재 하에서 혈소판 응집, 혈소판위성현상, 혈소판포식작용, 혈소판호중구응집 등을 야기시켜 자동혈구분석기로 말초혈액을 검사할 때 혈소판수가 실제보다 낮게 측정되는 체외현상이다[11, 20, 21]. 발생빈도는 0.07-0.15%로 낮지만[22, 23], 혈소판감소증으로 외래를 방문한 환자의 17%까지 보고되고 있어[24] 혈액검사실에서 드물지 않게 볼 수 있다. 혈소판위성현상의 발생기전은 완전히 밝혀지지 않았지만 당단백 IIB/IIIa에 대한 항혈소판항체와 호중구의 Fc γ 수용체 III (CD16)에 대한 호중구 자가항체에 의한 면역반응으로[14], EDTA가 이온화칼슘을 킬레이트화할 때 혈소판막의 칼슘 변화로 혈소판막의 형태학적 변화를 초래하여 새로운 당단백 IIB 항원(neoantigen)이 노출되면 혈소판항체가 반응하여 혈소판응집을 야기하거나 합텐으로 작용하고[15], 한랭응집소와 같은 양상으로 체온보다 낮은 온도에서 반응하거나[16, 17], 트롬보스폰딘(thrombospondin)이나 다른 혈소판의 알파과립단백(alpha granule protein) 등에 의한 비면역반응으로 설명되고 있다[18]. 또한 항혈소판항체와 항인지질항체 사이에 교차반응이 보고됨에 따라 항인지질항체도 발생기전에 관여할 것으로 생각되고 있다[25, 26]. 드물게 혈소판위성현상과 함께 호중구나 단구에 의한 혈소판포식작용이 동반되기도 하는데, 한 연구에서는 항 면역글로불린 G 면역형광염색에서 혈소판위성현상의 혈소판과 호중구에 탐식된 혈소판 주위에 진한 형광염색을 보여, 면역글로불린 G에 감작된 혈소판이 먼저 호중구에 붙고 난 후 포식됨을 알 수 있다고 하였다[8]. 전자현미경을 이용한 연구들에서는[7, 9, 19, 27] 혈소판위성현상은 세포표면의 돌출부위(cytoplasmic protuberance)나 혈소판의 미세융모돌기(micro-

villous projection)로 부착되어 있으며[27], 일부 호중구의 위족(pseudopodia)으로 혈소판이 덮히면서 포식되고[7], 포식된 혈소판의 미세구조물의 변화는 없거나[9, 19], 호중구에 부착되거나 포식된 혈소판에서 활성화된 혈소판을 의미하는 글리코겐 수와 크기가 증가됨을 보고하였다[7]. 한 연구에서는 혈소판위성현상은 채혈 후 몇 분 이내에 생겨, 1-3시간 이내에 혈소판이 호중구 한쪽으로 모였다가, 4-6시간에 호중구와 혈소판응집으로 분리되어, 채혈부터 검사까지의 시간 경과에 따라 관찰되는 양상이 다름을 보고하였다[11]. 또한 Moraglio 등[12]은 혈소판호중구응집을 보이는 환자에서, 혈소판응집은 항응고제 비의존성과 온도 비의존성으로 발생하지만, 혈소판호중구응집은 실온의 EDTA 검체에서만 발생하고, dithiothreitol (DTT)에 의해 억제되면서, 혈소판응집보다는 높은 농도의 EDTA에서 발생하여 차이가 있음을 보고하였다. 혈소판호중구응집은 혈소판위성현상과 같은 기전으로 발생하는 것으로 생각되고 있다[5, 11]. 본 환자의 혈소판호중구응집은 Moraglio 등[12]의 보고처럼 실온보관 EDTA 검체에서 관찰되었고, Zandecki 등[11]의 보고처럼 시간 경과에 따른 변화를 보여 2시간 후에 최고로 관찰되었다가 시간이 지남에 따라 감소하여, 처음 내원 당시 전혈구계산은 채혈 후 2시간 이후 검사로 가성백혈구감소증 없이 가성혈소판감소증만 보였으며, 24시간 후에는 약간의 혈소판위성현상과 함께 3-5개의 혈소판이 모이는 혈소판응집도 관찰되었다. 또한 Signy 등[6]의 보고처럼 혈소판위성현상이 최고를 이루는 시간에 차이는 있지만 이와 유사하게 실온 보관된 EDTA 혈액에서 30분 후부터 증가하여, 2시간 후에 최고를 이루었다가 점차 감소하였고, 냉장 보관된 EDTA 혈액에서는 2시간 후부터 관찰되다가 4시간 후에는 관찰되지 않았으며, 37°C 보관 혈액에서는 관찰되지 않았다.

EDTA 의존성 가성혈소판감소증은 입원환자에서 발생빈도가 높고, 자가면역질환, 감염, 종양, 간질환, 중증질환 등과의 연관성뿐 아니라 건강인에서도 보고되고 있다[20, 21]. 혈소판위성현상으로 인한 가성혈소판감소증도 특정질환과의 연관성이나 임상적 의미는 밝혀지지 않았으나[19], 가성혈소판감소증으로 불필요한 검사, 치료, 수혈 등을 피하기 위해 진성혈소판감소증과 감별이 필요하다[21]. 혈소판감소증의 감별을 위해 채혈 즉시 검사, 37°C 유지, EDTA 이외의 다른 항응고제 사용과 함께 자동혈구분석기의 히스토그램과 flag를 이용하여 확인할 수 있다[20, 28, 30]. Bartels 등[29]은 백혈구 히스토그램으로 가성혈소판감소증 진단의 민감도와 특이도를 90%와 100%로 보고하였고, Berkman 등[20]은 가성혈소판감소증에서는 정상 평균혈소판용적(mean platelet volume)을 보여 감별에 도움을 줄 수 있다고 하였다. 그러나 가성혈소판감소증 환자의 약 10%는 혈소판과 백혈구 히스토그램에서 정상소견을 보일 수 있으므로[23, 30], 자동혈구분석기로 혈소판감소증을

보이는 모든 경우에 말초혈액도말을 이용한 확인이 필요하다. 본 환자도 자동혈구분석기에서 실온보관 EDTA 혈액의 30분 후 검사에서 ‘immature gran?’와 ‘PLT clumps?’ flag가 발생하였는데, 이는 혈소판위성현상으로 백혈구의 크기가 증가하면서 발생하는 것으로 생각되었다. 2시간 후 검사에서는 flag가 없다가 점차 혈소판위성현상이 감소하면서 4시간 후 검사에서 ‘PLT clumps?’, 6시간 이후 부터는 ‘immature gran?’, ‘PLT clumps?’ flag가 다시 나타났는데, 2시간 후 검사에서 혈소판위성현상과 혈소판호중구응집이 최고일 때 flag가 없으므로 혈소판감소증을 보이는 경우 꼭 말초혈액도말 염색으로 확인이 필요함을 알 수 있었고, 실온에 보관된 EDTA 혈액에서 시간에 관계없이 모두 참고범위 내의 평균혈소판용적을 보였다.

본 환자는 Signy 등[6]의 보고처럼 모세관 혈액, 헤파린, 구연산나트륨, 37°C EDTA 혈액에서는 혈소판위성현상이 관찰되지 않았다. 혈소판위성현상의 유도반응은 보고자마다 다르지만[5, 8, 19, 27], 본 환자의 EDTA와 구연산나트륨 혈장은 정상인의 EDTA 혈구와 구연산나트륨 혈구와의 반응에서 혈소판위성현상을 유도하였고, 각각의 혈장에서는 정상인의 구연산나트륨 혈구보다는 EDTA 혈구와의 반응에서 PLAP 점수가 높았으며, 환자의 구연산나트륨 혈장과 정상인 구연산나트륨 혈구와의 반응에서 PLAP 점수는 7점으로 낮았다. 환자의 구연산나트륨 혈구는 정상인 EDTA 혈장과의 반응에서 환자의 구연산나트륨 혈구 주위의혈장으로 인하여 정상인 EDTA혈장의 EDTA에 노출되면서 미약한 혈소판위성현상(PLAP 점수: 6)을 보인 것으로 생각되었다.

다른 보고에서는 실온이나 37°C 에서 온도에 따른 혈소판위성현상에 차이가 없다고 하였고[1, 5, 8, 27], EDTA 이외의 항응고제에서도 혈소판위성현상이 보고되고 있어[1, 2, 5], 혈소판위성현상의 다양함을 알 수 있다. 본 환자는 항핵항체, 항호중구세포질항체, 항카디오리핀항체, 항인지질항체, 항 β_2 당단백 I 항체, 항혈소판항체, 루푸스항응고인자, 한랭글로불린, 항글로불린검사, 불규칙항체검사에서 모두 음성으로 혈소판위성현상의 정확한 기전은 알 수 없었으나, 체온보다 낮은 온도에서 시간에 따라 변하는 혈소판위성현상, 혈소판포식작용, 혈소판호중구응집을 보이고, 환자의 혈장과 정상인의 혈구와의 반응에서 혈소판위성현상을 유도하는 EDTA 의존성 혈소판위성현상을 관찰하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

요 약

호중구에 의한 혈소판위성현상은 아주 드물게 보고되는 체외현상으로, 때때로 호중구와 단구에 의한 혈소판포식작용이 동반되기도 한다. 혈소판호중구응집도 혈소판위성현상에 관여한 혈소판

이 가교역할을 하여 혈소판위성현상을 보이는 호중구가 응집하는 것으로, 가성혈소판감소증과 가성백혈구감소증의 원인이 된다. 혈소판위성현상의 임상적 의의나 발생기전은 명확하게 밝혀지지 않았지만 자동혈구분석기로 혈구수를 측정할 때 가성혈소판감소증을 보여 불필요한 검사, 수혈, 치료를 피하기 위해서는 반드시 진성 혈소판감소증과 감별되어야 한다. 좌측 옆구리 통증을 주소로 내원한 64세 남자환자가 전혈구계산에서 혈소판수 감소를 보여 실시한 EDTA 말초혈액도말검사에서 호중구에 의한 혈소판위성현상, 혈소판포식작용, 혈소판호중구응집을 보였다. 혈소판위성현상은 EDTA 혈액 중 실온과 냉장보관 검체에서만 관찰되었고, 37°C에서는 관찰되지 않았으며, 혈소판호중구응집과 가성백혈구감소증은 실온 2시간 보관 EDTA 검체에서만 보였다. 환자 혈장은 정상인 혈구와의 반응에서 혈소판위성현상을 유도하였다. 이는 우리나라 최초의 증례로 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

감사의 글

본 연구는 2011년 원광대학교 교내연구비 지원으로 수행되었음.

REFERENCES

- Field EJ and MacLeod I. Platelet adherence to polymorphs. *Br Med J* 1963;2:388-9.
- Cohen AM, Lewinski UH, Klein B, Djaldetti M. Satellitism of platelets to monocytes. *Acta Haematol* 1980;64:61-4.
- Montague N, Blackwelder P, Alsayegh H, Ochoa R, Vial X, Byrne GE. Platelet satellitism and dual surface immunoglobulin light-chain expression in circulating splenic marginal zone lymphoma cells. *Ann Diagn Pathol* 2013;17:117-22.
- Liso V and Bonomo L. Platelet satellitism to basophils in a patient with chronic myelocytic leukaemia. *Blut* 1982;45:347-50.
- Lazo-Langner A, Piedras J, Romero-Lagarza P, Lome-Maldonado C, Sánchez-Guerrero J, López-Karpovitch X. Platelet satellitism, spurious neutropenia, and cutaneous vasculitis: casual or causal association? *Am J Hematol* 2002;70:246-9.
- Signy AG and Green AE. Platelet adherence to polymorphs. *Br Med J* 1963;2:624.
- Payne CM. Platelet satellitism: an ultrastructural study. *Am J Pathol* 1981;103:116-28.
- Greipp PR and Gralnick HR. Platelet to leukocyte adherence phenomena associated with thrombocytopenia. *Blood* 1976;47:513-21.
- Ha GY, Kim MY, Kim JR, Suh MK, Kweon SY, Cho HI. A case of EDTA

- dependent platelet phagocytosis by neutrophils in mycosis fungoides. Korean J Clin Pathol 1998;18:46-50.
10. Criswell KA, Breider MA, Bleavins MR. EDTA-dependent platelet phagocytosis. A cytochemical, ultrastructural, and functional characterization. Am J Clin Pathol 2001;115:376-84.
11. Zandecki M, Genevieve F, Gerard J, Godon A. Spurious counts and spurious results on haematology analysers: a review. Part I: platelets. Int J Lab Hematol 2007;29:4-20.
12. Moraglio D, Banfi G, Arnelli A. Association of pseudothrombocytopenia and pseudoleukopenia: evidence for different pathogenic mechanisms. Scand J Clin Lab Invest 1994;54:257-65.
13. Lombarts AJ, de Kieviet W, Franck PF, Baars JD. Recognition and prevention of two cases of erroneous haemocytometry counts due to platelet and white blood cell aggregation. The use of acid citrate dextrose as an auxiliary anticoagulant. Eur J Clin Chem Clin Biochem 1992;30:429-32.
14. Bizzaro N, Goldschmeding R, von dem Borne AE. Platelet satellitism is Fc gamma RIII (CD16) receptor-mediated. Am J Clin Pathol 1995;103:740-4.
15. Onder O, Weinstein A, Hoyer LW. Pseudothrombocytopenia caused by platelet agglutinins that are reactive in blood anticoagulated with chelating agents. Blood 1980;56:177-82.
16. Schimmer A, Mody M, Sager M, Garvey MB, Hogarth M, Freedman J. Platelet cold agglutinins: a flow cytometric analysis. Transfus Sci 1998;19:217-24.
17. van Vliet HH, Kappers-Klunne MC, Abels J. Pseudothrombocytopenia: a cold autoantibody against platelet glycoprotein GP IIb. Br J Haematol 1986;62:501-11.
18. Christopoulos C and Mattock C. Platelet satellitism and alpha granule proteins. J Clin Pathol 1991;44:788-9.
19. Bizzaro N. Platelet satellitism to polymorphonuclears: cytochemical, immunological, and ultrastructural characterization of eight cases. Am J Hematol 1991;36:235-42.
20. Berkman N, Michaeli Y, Or R, Eldor A. EDTA-dependent pseudothrombocytopenia: a clinical study of 18 patients and a review of the literature. Am J Hematol 1991;36:195-201.
21. Zupańska B and Maślanka K. Analysis of 15 cases with platelet EDTA-dependent antibodies. Acta Haematol Pol 1995;26:361-5.
22. Vicari A, Banfi G, Bonini PA. EDTA-dependent pseudothrombocytopenia: a 12-month epidemiological study. Scand J Clin Lab Invest 1988;48:537-42.
23. García Suárez J, Merino JL, Rodríguez M, Velasco A, Moreno MC. Pseudothrombocytopenia: incidence, causes and methods of detection. Sangre (Barc) 1991;36:197-200.
24. Cohen AM, Cycowitz Z, Mittelman M, Lewinski UH, Gardyn J. The incidence of pseudothrombocytopenia in automatic blood analyzers. Haematologia (Budap) 2000;30:117-21.
25. Bizzaro N and Brandalise M. EDTA-dependent pseudothrombocytopenia. Association with antiplatelet and antiphospholipid antibodies. Am J Clin Pathol 1995;103:103-7.
26. Huh JW, Kim MN, Chi HS. EDTA dependent pseudothrombocytopenia associated with anticardiolipin and antiplatelet antibodies. Korean J Clin Pathol 1996;16:599-606.
27. Kjeldsberg CR and Swanson J. Platelet satellitism. Blood 1974;43:831-6.
28. Lombarts AJ and de Kieviet W. Recognition and prevention of pseudothrombocytopenia and concomitant pseudoleukocytosis. Am J Clin Pathol 1988;89:634-9.
29. Bartels PC, Schoorl M, Lombarts AJ. Screening for EDTA-dependent deviations in platelet counts and abnormalities in platelet distribution histograms in pseudothrombocytopenia. Scand J Clin Lab Invest 1997;57:629-36.
30. Cunningham VL and Brandt JT. Spurious thrombocytopenia due to EDTA-independent cold-reactive agglutinins. Am J Clin Pathol 1992;97:359-62.