

Αιματολογικά ιστογράμματα: από τον αναλυτή στην κλινική πράξη

Κυριαζή Βασιλική¹, Παπαδοπούλου Γαρυφαλιά², Παναγιώτου Νικόλαος³

1. Αιματολόγος, MD, MSc, Αιματολογικό Τμήμα, Γενικό Νοσοκομείο Αθήνας "Κοργιαλένιο-Μπενάκειο" Ελληνικός Ερυθρός Σταυρός, Αθήνα
2. Βιοπαθολόγος, MD, Αιματολογικό Τμήμα, Γενικό Νοσοκομείο Αθήνας "Κοργιαλένιο-Μπενάκειο" Ελληνικός Ερυθρός Σταυρός, Αθήνα
3. Βιοπαθολόγος, MD, PhD, Αιματολογικό Τμήμα, Γενικό Νοσοκομείο Αθήνας "Κοργιαλένιο-Μπενάκειο" Ελληνικός Ερυθρός Σταυρός, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αιματολογικά ιστογράμματα αποτελούν τη γραφική αναπαράσταση των δεδομένων που σχετίζονται με τον αριθμό, τη μορφολογία και τη σύσταση των έμμορφων στοιχείων του αίματος και είναι άμεσα διαθέσιμα κατά την ανάλυση της γενικής εξέτασης αίματος από τους σύγχρονους αιματολογικούς αναλυτές. Οι καμπύλες των αιματολογικών ιστογραμμάτων που συνοδεύουν τα αριθμητικά ευρήματα του αιμοδιαγράμματος συχνά παρέχουν με άμεσο και οπτικοποιημένο τρόπο ενδείξεις υποκείμενης παθολογίας και μπορούν να κατευθύνουν τη διαφορική διάγνωση και την περαιτέρω διερεύνηση οξέων και χρόνιων νοσημάτων. Στην παρούσα μελέτη εκτίθενται οι βασικές αρχές λειτουργίας των αιματολογικών αναλυτών και ερμηνείας των αιματολογικών ιστογραμμάτων και επιχειρείται η σύνδεσή τους με παθολογικές καταστάσεις που αντιμετωπίζονται στην κλινική πρακτική και στη ρουτίνα του αιματολογικού εργαστηρίου. Για το σκοπό αυτό παρατίθεται μια σειρά αυξημένων σε συχνότητα κλινικών περιστατικών με χαρακτηριστικές ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές των στοιχείων του αίματος. Η ανάλυση των γενικών εξετάσεων του αίματος πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριό μας με τον αιματολογικό αναλυτή Beckman Coulter Unicel DXH 800. Η μορφολογία, το εύρος βάσης και η μετατόπιση της καμπύλης των αιματολογικών ιστογραμμάτων χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της εγκυρότητας των μηνυμάτων του αναλυτή, για τον αποκλεισμό προαναλυτικών ή αναλυτικών σφαλμάτων και για την αρχική διαγνωστική προσέγγιση αιματολογικών νοσημάτων, λοιμώξεων και διαταραχών με δευτερογενείς αιματολογικές εκδηλώσεις. Τα ανωτέρω στοιχεία σε συνδυασμό με το κλινικό ιστορικό και τη μικροσκοπική εξέταση του επιχρίσματος του περιφερικού αίματος συνέβαλλαν στην ορθή και έγκαιρη λήψη διαγνωστικών και θεραπευτικών αποφάσεων.

Λέξεις Κλειδιά: Αιματολογικός αναλυτής, αιματολογικό ιστόγραμμα, αναλυτής Beckman Coulter Unicel DXH 800.

Υπεύθυνος αλληλογραφίας: Βασιλική Κυριαζή, Διεύθυνση: Αθανασάκη 2, 11526, Αθήνα. Τηλ: (+30) 213-2068788, E-mail: kyriazivasiliki@yahoo.com

Rostrum of Asclepius® - "To Vima tou Asklipiou" Journal

Volume 21, Issue 4 (October – December 2022)

SPECIAL ARTICLE

Hematology histograms: from the analyzer to clinical practice

Kyriazi Vasiliki¹, Papadopoulou Garyfalia², Panagiotou Nikolaos³

1. Hematologist, MD, MSc, Hematology Department, General Hospital of Athens "Korgialeneio-Benakeio" Hellenic Red Cross Hospital, Athens, Greece
2. Biopathologist, MD, Hematology Department, General Hospital of Athens "Korgialeneio-Benakeio" Hellenic Red Cross Hospital, Athens, Greece
3. Biopathologist, MD, PhD, Hematology Department, General Hospital of Athens "Korgialeneio-Benakeio" Hellenic Red Cross Hospital, Athens, Greece

ABSTRACT

Hematology histograms constitute the graphical representation of data related to the number, morphology, and composition of blood cells, and are readily available during the full blood count analysis from the modern hematology analyzers. Blood histogram curves accompanying the numerical findings of full blood count often provide evidence of underlying pathology in a direct and visualized manner and guide the differential diagnosis and further investigation in patients with acute and chronic diseases. This study presents the basic principles of hematology analyzers and the interpretation of histograms and focuses on their connection with pathological conditions encountered in clinical practice and routine of hematology laboratory. For this purpose, a series of common clinical cases with typical qualitative and quantitative changes in blood figures are presented. The full blood count analysis was performed in our

laboratory with the Beckman Coulter Unicel DXH 800 hematology analyzer. The morphology, the base width, and the displacement of the histogram curves were used to check the validity of instrument flags, to rule out pre-analytical or analytical errors and for the initial diagnostic approach of hematology diseases, infections and disorders with secondary hematological manifestations. The above data combined with the clinical history and the microscopic examination of the peripheral blood smear contributed to the correct and timely diagnosis and treatment decisions.

Keywords: Hematology analyzer, hematology histogram, Beckman Coulter Unicel DXH 800 analyzer.

Corresponding Author: Vasiliki Kyriazi, Address: 2 Athanasaki Street, GR 11526, Athens, Greece. Tel: (+30) 213-2068788, E-mail: kyriazivasiliki@yahoo.com

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γενική αίματος αποτελεί εξέταση ρουτίνας στο αιματολογικό εργαστήριο και η διεκπεραίωσή της έχει διευκολυνθεί σημαντικά με την εισαγωγή των αιματολογικών αναλυτών. Οι σύγχρονοι αιματολογικοί αναλυτές δίνουν τη δυνατότητα υπολογισμού των κυτταρικών στοιχείων του αίματος και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη μορφολογία και την κυτταρική σύστασή τους. Η συνδυασμένη χρήση τεχνολογιών, όπως η μεταβολή της αντίστασης οπής και του σκεδασμού με ακτίνα laser, επέτρεψε την ογκομετρική διάκριση των κυττάρων του αίματος και τη διαφοροποίηση των λευκοκυτταρικών υποπληθυσμών. Από τις μετρήσεις του αναλυτή προκύπτουν τα αιματολογικά ιστογράμματα τα οποία αποτελούν τη γραφική αναπαράσταση του όγκου (άξονας χ) με τη σχετική συχνότητα του κυτταρικού πληθυσμού (άξονας ψ). Η απόκλιση των ιστογραμμάτων από τη φυσιολογική κωδωνοειδή μορφολογία, η αύξηση ή μείωση του εύρους κατανομής και η προς τα δεξιά ή αριστερά μετατόπιση της καμπύλης έχουν

διαγνωστική αξία και συνδυάζονται με ποσοτικές παραμέτρους της γενικής εξέτασης αίματος, όπως ο αριθμός των κυττάρων, οι ερυθροκυτταρικοί και αιμοπεταλιακοί δείκτες.

Στην παρούσα εργασία, αρχικώς παρουσιάζονται οι βασικές αρχές λειτουργίας των αιματολογικών αναλυτών. Στη συνέχεια επιχειρείται η σύνδεση των τεχνικών στοιχείων και της μορφολογίας των αιματολογικών ιστογραμμάτων με την κλινική διάγνωση και την έγκαιρη συνολική διαχείριση των ασθενών. Για το σκοπό αυτό παρατίθεται μια σειρά κλινικών περιστατικών που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της πρακτικής του αιματολογικού εργαστηρίου. Η ανάλυση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με τον αναλυτή Beckman Coulter Unicel DXH 800. Τα στοιχεία των αιματολογικών ιστογραμμάτων αξιοποιήθηκαν στην αρχική προσέγγιση αναιμιών, αιματολογικών κακοηθειών, μεταβολών του αίματος αντιδραστικού τύπου, όπως σε λοιμώδη και αυτοάνοσα νοσήματα και στον εντοπισμό

προαναλυτικών ή αναλυτικών σφαλμάτων για την επακόλουθη απόρριψη των δειγμάτων.

Η μελέτη αυτή αποδείχτηκε χρήσιμη στην επιλογή δειγμάτων για μικροσκοπική παρατήρηση και στην εστιασμένη αναζήτηση χρονίων ή επειγόντων παθολογικών καταστάσεων. Η διαγνωστική προσπέλαση ολοκληρώθηκε με τα αποτελέσματα της εξέτασης του αίματος στο οπτικό μικροσκόπιο και τα στοιχεία του ατομικού ιστορικού των ασθενών.

ΟΙ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΑΛΥΤΕΣ

Οι σύγχρονοι αιματολογικοί αναλυτές υπολογίζουν τον κυτταρικό όγκο με βάση την αρχή μεταβολής της αντίστασης (aperture impedance), η οποία εισήχθη και αναπτύχθηκε από τον Wallace Coulter τις δεκαετίες 1940-1950.¹ Τα κύτταρα του αίματος αποτελούν κακούς αγωγούς του ηλεκτρισμού και η διέλευσή τους μέσω μιας κυλινδρικής οπής, στα άκρα της οποίας εφαρμόζεται συνεχές ρεύμα, οδηγεί σε μεταβολή της αγωγιμότητας. Η μεταβολή του δυναμικού καταγράφεται ως ηλεκτρικός παλμός, του οποίου το ύψος αντιστοιχεί στον κυτταρικό όγκο και ο αριθμός των καταγραφόμενων παλμών στον αριθμό των διελεύσεων.^{2,3} Επιπλέον, με βάση την αρχή σκεδασμού ακτίνας φωτός (light scatter) η διέλευση των κυττάρων από την οπή μέτρησης διακόπτει και σκεδάζει την

προσπίπτουσα φωτεινή ακτίνα. Η ένταση του σκεδαζόμενου φωτός εξαρτάται από τη γωνία παρατήρησης και την κυτταρική σύσταση.³ Με αυτές τις δύο βασικές αρχές διαχωρίζονται οι κυτταρικοί πληθυσμοί του αίματος.

Στους αναλυτές Coulter η αναρροφούμενη ποσότητα αίματος διαιρείται σε δύο μέρη και αραιώνεται με ισότονο διάλυμα (diluent). Το πρώτο διάλυμα οδηγείται στο κανάλι μέτρησης ερυθροκυττάρων-αιμοπεταλίων και το δεύτερο διάλυμα στο κανάλι των λευκών αιμοσφαιρίων. Με βάση την αρχή μεταβολής της ηλεκτρικής αντίστασης, σωματίδια μεγέθους μεταξύ 2 και 20 fL (femtoliters) μετρώνται ως αιμοπετάλια, ενώ σωματίδια μεγαλύτερα των 36 fL ως ερυθρά αιμοσφαίρια.⁴

Στο κανάλι των λευκών αιμοσφαιρίων προστίθεται λυτικό διάλυμα που προκαλεί την πλήρη λύση των ερυθροκυττάρων και τροποποιεί μερικώς τα χαρακτηριστικά και το μέγεθος των λευκοκυττάρων (πίνακας 1).⁵ Οι νεότεροι Beckman Coulter αναλυτές, συμπεριλαμβανομένης της σειράς Unicel DXH, χρησιμοποιούν την τεχνολογία VCS (Volume, Conductivity, Scatter) για την εκτίμηση των λευκών αιμοσφαιρίων και την απόδοση του λευκοκυτταρικού τύπου. Ο κυτταρικός όγκος (Volume) προσδιορίζεται με τη μεταβολή της αντίστασης οπής. Το εσωτερικό του κυτταρικού περιβάλλοντος επηρεάζει την αγωγιμότητα, όπως αυτή καταγράφεται από

ηλεκτρομαγνητικό ανιχνευτή υψηλής συχνότητας (Conductivity), ενώ κάθε κύτταρο διακόπτει και σκεδάζει μονοχρωματική ακτίνα laser (Scatter). Ο αναλυτής Unicel DXH 800 χρησιμοποιεί πέντε γωνίες σκεδασμού της ακτίνας φωτός δίνοντας πληροφορίες που αντιστοιχούν στη δομή, στο σχήμα και στην ανακλαστικότητα του κυττάρου. Τα εμπύρρινα ερυθρά αιμοσφαίρια αναγνωρίζονται και καταμετρώνται στο κανάλι των λευκοκυττάρων από τον αριθμό των οποίων αφαιρούνται με την τεχνολογία VCS.⁴

ΤΑ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Τα αιματολογικά ιστογράμματα, γνωστά ως καμπύλη της συχνότητας κατανομής (frequency of distribution curve), αποτελούν τη γραφική αναπαράσταση των αριθμητικών δεδομένων της γενικής εξέτασης αίματος. Οι τρεις τύποι ιστογραμμάτων παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το μέσο όγκο και την κατανομή των τριών κυτταρικών πληθυσμών του αίματος και των επιμέρους λευκοκυτταρικών υποπληθυσμών. Στον άξονα χ καταγράφεται ο όγκος του πυρήνα των κυττάρων (fL), όπως προκύπτει μετά την επίδραση του λυτικού μέσου και στον άξονα ψ η σχετική συχνότητα του πληθυσμού ως ποσοστό επί τοις εκατό.^{1,5}

Τα κύτταρα του αίματος ποικίλουν ως προς το μέγεθος, ακόμη και σε υγιή άτομα. Φυσιολογικά, η καμπύλη κατανομής του

κυτταρικού όγκου είναι κωδωνοειδούς μορφολογίας (κατανομή Gauss) με τα άκρα της εφαπτόμενα στη γραμμή του άξονα χ. Το σημείο της καμπύλης στο 100% του άξονα ψ αντιστοιχεί στο μέσο κυτταρικό όγκο. Οι φυσιολογικές τιμές του μέσου ερυθροκυτταρικού όγκου (MCV, mean corpuscular volume) εκτείνονται μεταξύ 80 και 96 fL και του μέσου αιμοπεταλιακού όγκου (MPV, mean platelet volume) μεταξύ 8 και 12 fL. Η παράλληλη ως προς τον άξονα χ που ξεκινά από το 20% του άξονα ψ τέμνει την καμπύλη σε δύο σημεία, η απόσταση μεταξύ των οποίων ορίζει το εύρος κατανομής του κυτταρικού όγκου. Το εύρος κατανομής των ερυθρών αιμοσφαιρίων (RDW, red cell distribution width) κυμαίνεται μεταξύ 39 και 46 fL και το εύρος κατανομής των αιμοπεταλίων (PDW, platelet distribution width) μεταξύ 9 και 14 fL (εικόνα 1Α, 1Β).⁶

Το ιστόγραμμα των λευκών αιμοσφαιρίων

Η καμπύλη που προκύπτει από την ογκομετρική ανάλυση των λευκών αιμοσφαιρίων εκτείνεται μεταξύ ενός κατώτερου διαχωριστικού ορίου που κυμαίνεται μεταξύ των 30 και 60 fL και ενός ανώτερου που δεν ξεπερνά τα 300 fL. Το φυσιολογικό λευκοκυτταρικό ιστόγραμμα περιλαμβάνει τρεις επιμέρους κωδωνοειδείς καμπύλες. Τα λεμφοκύτταρα κατανέμονται μεταξύ των 35 και 90 fL και τα ουδετερόφιλα

πολυμορφοπύρηννα μεταξύ των 160 και 300 fL. Ένας μικτός κυτταρικός πληθυσμός (μεσαιοκύτταρα) αποτελούμενος από μονοκύτταρα (60-120 fL), ηωσινόφιλα (80-140 fL), βασεόφιλα (70-130 fL) εκτείνεται μεταξύ των 90 και 160 fL, καθιστώντας δύσκολη τη μεταξύ τους διάκριση.^{4,5} Η καμπύλη ξεκινά και καταλήγει εφραπτόμενη στη γραμμή του άξονα χ, ενώ οι επιμέρους καμπύλες διαχωρίζονται μεταξύ τους με επιπέδωση (plateau) πλησίον του άξονα χ (εικόνα 1Γ). Η μεταβολή στα σχετικά ποσοστά των λευκοκυτταρικών υποπληθυσμών μεταβάλλουν τη μορφολογία των επιμέρους καμπυλών και ασαφοποιούν τα μεταξύ τους διαχωριστικά όρια (εικόνα 2). Στο κανάλι μέτρησης των λευκών αιμοσφαιρίων, τα αιμοπετάλια ως σημαντικώς μικρότερα σωματίδια δεν καταμετρώνται, ενώ τα ερυθρά αιμοσφαίρια ως έχοντα υποστεί λύση δεν επηρεάζουν τη μέτρηση των λευκοκυττάρων. Ωστόσο, περιπτώσεις προβληματικών δειγμάτων, όπως επί παρουσίας αιμοπεταλιακών συσσωρεύσεων και ερυθρών αιμοσφαιρίων ανθεκτικών στη λύση (εξάντληση του λυτικού μέσου, αιμοσφαρίνες S, C και F, ηπατοπάθεια, χημειοθεραπεία), μπορούν να επηρεάσουν τις μετρήσεις και το διαχωρισμό των λευκοκυττάρων και συνεπώς το αντίστοιχο ιστόγραμμα.^{4,5} Στον πίνακα 2 συνοψίζονται τα αίτια συνήθων αποκλίσεων των λευκοκυτταρικών ιστογραμμάτων.

Το ιστόγραμμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων

Οι αιματολογικοί αναλυτές καταμετρούν ως ερυθρά αιμοσφαίρια σωματίδια όγκου μεταξύ 36 και 300 fL, ενώ σωματίδια μικρότερα των 30 fL δεν υπολογίζονται ως ερυθροκύτταρα από τον αναλυτή και απορρίπτονται. Στα υγιή άτομα η καμπύλη του ερυθροκυτταρικού ιστογράμματος είναι συμμετρική, κωδωνοειδής με τα άκρα της να συναντούν τη γραμμή του άξονα χ. Η κορυφή της καμπύλης εντοπίζεται μεταξύ των 80 και 100 fL, τιμές που αντιστοιχούν στο φυσιολογικό εύρος του μέσου ερυθροκυτταρικού όγκου (εικόνα 1Α).⁷ Η παρουσία λευκοκυττάρων στο ερυθροκυτταρικό κανάλι μέτρησης μπορεί να επηρεάσει τη μέτρηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και το αντίστοιχο ιστόγραμμα στην περίπτωση σημαντικής αύξησης των λευκοκυττάρων ($>50.000/\text{mm}^3$).^{1,3}

Η ετερογένεια του ερυθροκυτταρικού πληθυσμού (αύξηση του RDW) οδηγεί σε διεύρυνση της βάσης της καμπύλης. Η παρουσία μεγάλων κυττάρων (αυξημένο MCV) προκαλεί δεξιά μετατόπιση της καμπύλης, ενώ η παρουσία μικρότερων κυττάρων (μειωμένο MCV) προκαλεί αριστερή μετατόπιση της καμπύλης.^{2,7} Δικόρυφη ή πολυκόρυφη καμπύλη δεικνύει την παρουσία δύο ή περισσότερων πληθυσμών (εικόνα 3).^{7,8} Απουσία έναρξης

της καμπύλης από τη γραμμή του άξονα χ (παρεμβολή στο κατώτερο διαχωριστικό όριο) παρατηρείται κατά την παρουσία μικροσωματιδίων με όγκο μικρότερο της διαχωριστικής ικανότητας του αναλυτή (συνήθως μεταξύ 25 και 30 fL). Οι ερυθροκυτταρικές συγκολλήσεις μπορεί να προκαλέσουν ψευδώς χαμηλό αριθμό ερυθροκυττάρων και να επηρεάσουν τις ερυθροκυτταρικές παραμέτρους, όπως την αιμοσφαιρίνη, το MCV, τη μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης (MCH) και τη μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης (MCHC) και να δημιουργήσουν εικόνα παρεμβολής στο ανώτερο διαχωριστικό όριο (πίνακας 3).^{6,8}

Το ιστόγραμμα των αιμοπεταλίων

Το φυσιολογικό ιστόγραμμα των αιμοπεταλίων ακολουθεί κανονική κατανομή, εκτείνεται μεταξύ των 2 και 30 fL με την καμπύλη να ξεκινά και να καταλήγει στη γραμμή του άξονα χ (εικόνα 1B). Παρουσία μικροσωματιδίων μεγαλύτερου όγκου, όπως ερυθροκυτταρικά θραύσματα, συσσωρεύσεις αιμοπεταλίων και μεγάλα αιμοπετάλια, μπορεί να δημιουργήσει εικόνα παρεμβολής στο ανώτερο όριο, λόγω της αδυναμίας διάκρισης του αναλυτή μεταξύ ερυθρών αιμοσφαιρίων και αιμοπεταλίων. Επιπλέον, η παρουσία μεγάλων αιμοπεταλίων προκαλεί αύξηση του εύρους κατανομής του αιμοπεταλιακού όγκου και διεύρυνση της

βάσης της καμπύλης (εικόνα 4). Στον πίνακα 4 συνοψίζονται τα συχνότερα αίτια παθολογικής απόκλισης του αιμοπεταλιακού ιστογράμματος.^{9,10}

ΤΑ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΡΑΞΗ

Μεγαλοβλαστική αναιμία

Ασθενής ετών 77 προσήλθε στο τμήμα επειγόντων περιστατικών (ΤΕΠ) με γενικευμένη αδυναμία και αίσθημα παλμών. Στη γενική εξέταση αίματος βρέθηκε σοβαρή αναιμία με αιμοσφαιρίνη 5,6 gr/dL, αιματοκρίτη 16,9% (MCV 142 fL, MCHC 33,1 gr/dL) και απόλυτο αριθμό δικτυοερυθροκυττάρων 15.900/mm³. Επιπλέον παρατηρήθηκε ήπια λευκοπενία (αριθμός λευκοκυττάρων 4.200/mm³) και θρομβοπενία (αιμοπετάλια 75.000/mm³). Η μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος ανέδειξε ανισοκυττάρωση και ποικιλοκυττάρωση με παρουσία μακροκυττάρων, οβαλοκυττάρων, σχιστοκυττάρων και ουδετεροφίλων με πολυκατάτμητους πυρήνες. Το ιστόγραμμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων στην εισαγωγή παρουσίαζε ευρεία βάση κατανομής και πολλές κορυφές λόγω της ανομοιογένειας του ερυθροκυτταρικού πληθυσμού (εικόνα 5A), εικόνα συμβατή με την υψηλή τιμή του εύρους κατανομής του ερυθροκυτταρικού όγκου (RDW 34,4%). Η εικόνα παρεμβολής στο κατώτερο όριο αποδόθηκε στην

παρουσία ερυθροκυτταρικών θραυσμάτων, λόγω της ενδοθηλιακής βλάβης που μπορεί να συνοδεύει την ανεπάρκεια της βιταμίνης B12 και τη συνοδό υπερομοκυστεϊναιμία. Η ασθενής ετέθη άμεσα σε ενδομυϊκή αγωγή με υδροξυκοβαλαμίνη. Η ανεπάρκεια της βιταμίνης B12 επιβεβαιώθηκε με την ανεύρεση χαμηλών επιπέδων της βιταμίνης (<83 pg/ml) 24 ώρες αργότερα. Στην εικόνα 5B παρατίθεται το ερυθροκυτταρικό ιστόγραμμα της ίδιας ασθενούς πέντε ημέρες αργότερα, όπου φαίνεται η μετατόπιση της κορυφής της καμπύλης (συμπαγής γραμμή) αριστερά, λόγω της παρουσίας ορθοκυττάρων, ενώ παρέμεινε ένα ποσοστό μακροκυτταρικού πληθυσμού (βέλη) που αντιστοιχεί σε μακροκύτταρα καθώς και σε πολυχρωματόφιλα, συνέπεια της ανταπόκρισης στην αγωγή. Το ποσοστό των σχιστοκυττάρων υποχώρησε σημαντικά με τη θεραπεία υποκατάστασης, αμβλύνοντας την εικόνα παρεμβολής στην έναρξη της καμπύλης.

Δρεπανοκυτταρική αναιμία

Ασθενής ετών 47 με ιστορικό δρεπανοκυτταρικής αναιμίας προσήλθε στο ΤΕΠ με δεξιά ισχιαλγία και αιματουρία σε έδαφος λοίμωξης του αναπνευστικού. Η γενική εξέταση αίματος έδειξε αναιμία με αιμοσφαιρίνη 9,5 gr/dL, αιματοκρίτη 29,2% (MCV 81,2 fL, MCHC 32,7 gr/dL), ποσοστό δικτυοερυθροκυττάρων 2,76%, φυσιολογικό

αριθμό λευκών αιμοσφαιρίων και αιμοπεταλίων. Στη μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος παρατηρήθηκε ανισοκυττάρωση, ποικιλοκυττάρωση με δρεπανοκύτταρα 2%, βασεόφιλη στίξη, σωματία Howell-Jolly, πολυχρωματόφιλα και εμπύρνηνα ερυθρά (4/100 λευκοκύτταρα). Τα ευρήματα ήταν συμβατά με αντιρροπούμενη αιμόλυση στο πλαίσιο οξείας δρεπανοκυτταρικής κρίσης αγγειοαποφρακτικού τύπου, συνέπεια της αναπνευστικής λοίμωξης. Το ερυθροκυτταρικό ιστόγραμμα είχε ευρεία βάση κατανομής, λόγω της ανομοιογένειας των ερυθρών αιμοσφαιρίων (RDW 19,8%) με επέκταση της κωδωνοειδούς καμπύλης πέραν των 100 fL, λόγω του μικρού πληθυσμού πολυχρωματόφιλων (εικόνα 6Α, βέλη). Το ιστόγραμμα των λευκών αιμοσφαιρίων έδειξε λεμφοκυττάρωση, συνέπεια της ιογενούς λοίμωξης του αναπνευστικού με στοιχεία παρεμβολής στο κατώτερο διαχωριστικό όριο, ενδεικτικό της ύπαρξης ερυθροβλαστών, μικροσφαιροκυττάρων, ελλειπτοκυττάρων και κυττάρων ανθεκτικών στη λύση, όπως τα δρεπανοκύτταρα (εικόνα 6Β).

Νόσος ψυχροσυγκολλητινών

Η γενική εξέταση αίματος εξωτερικού ασθενούς 54 ετών με ιστορικό ρευματοειδούς αρθρίτιδας ανέδειξε αιμοσφαιρίνη 11,7 gr/dL, αιματοκρίτη 28,5%, MCV 118,3 fL και MCHC

41,0 gr/dL. Οι τιμές λευκοκυττάρων και αιμοπεταλίων ήταν εντός των φυσιολογικών ορίων. Η απόκλιση από τον "κανόνα του 3" που ορίζει τη σχέση μεταξύ αιμοσφαιρίνης και αιματοκρίτη και η αυξημένη τιμή MCHC οδήγησε σε περαιτέρω διερεύνηση του δείγματος. Δεν προέκυψαν στοιχεία προαναλυτικών σφαλμάτων ως προς την ποσότητα και την ποιότητα του δείγματος. Με την επώασή του στους 37°C για 30 λεπτά ο αιματοκρίτης ανέβηκε στο 32,9% με βελτίωση των ερυθροκυτταρικών παραμέτρων (MCV 101,2 fL και MCHC 35,8 gr/dL), ενώ διατηρήθηκε στα ίδια επίπεδα η τιμή της αιμοσφαιρίνης (11,8 gr/dL). Τα νοσήματα κολλαγόνου αποτελούν αιτία δευτεροπαθούς νόσου των ψυχροσυγκολλητινών, η οποία χαρακτηρίζεται από την παρουσία αντισωμάτων που δρουν σε θερμοκρασίες κάτω των 30°C, προκαλώντας συγκόλληση των ερυθροκυττάρων και λύση αυτών μέσω ενεργοποίησης του συμπληρώματος. Το ιστόγραμμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων παρουσίαζε εικόνα παρεμβολής στο κατώτερο όριο, ήταν πολυκόρυφο με σαφή την παρουσία πληθυσμού με αυξημένα ογκομετρικά χαρακτηριστικά (εικόνα 7Α, οριζόντιο βέλος). Η παρουσία ερυθροκυτταρικών συγκολλήσεων προκάλεσε εικόνα παρεμβολής στην έναρξη της καμπύλης του ιστογράμματος των λευκών αιμοσφαιρίων (εικόνα 7Γ, βέλος). Η

επώαση του δείγματος στους 37°C περιόρισε σημαντικά τις ερυθροκυτταρικές συγκολλήσεις με εξάλειψη της εικόνας παρεμβολής και αριστερή μετατόπιση της κορυφής της καμπύλης (εικόνα 7Β). Η συσσώρευση και διάταξη των ερυθροκυττάρων δίκην "στήλης κερμάτων" (rouleaux), όπως παρατηρείται σε καταστάσεις αύξησης των σφαιρινών (πολλαπλούν μυέλωμα, μακροσφαιριναιμία Waldenström, λοιμώξεις) προκαλεί παρόμοια εικόνα ερυθροκυτταρικού ιστογράμματος (εικόνα 7Δ).

Χρόνια μυελομονοκυτταρική λευχαιμία

Ασθενής ετών 80 προσήλθε στο ΤΕΠ με ζάλη, κόπωση και ωχρότητα. Η κλινική εξέταση και ο απεικονιστικός έλεγχος έδειξαν σπληνομεγαλία. Στη γενική αίματος διαπιστώθηκε αναιμία με αιμοσφαιρίνη 8,9 gr/dL, αιματοκρίτη 28,9% (MCV 84,1fL, MCHC 30,9 g/dL, RDW 19,1%), λευκοκυττάρωση (29.600/mm³) με ουδετεροφιλία (19.600/mm³), μονοκυττάρωση (7.200/mm³) και θρομβοπενία (αιμοπετάλια 45.000/mm³). Στο ιστόγραμμα των λευκών αιμοσφαιρίων παρατηρήθηκε αύξηση του μεικτού πληθυσμού χωρίς διακριτά όρια μεταξύ των κυτταρικών υποπληθυσμών (εικόνα 8Α). Η ανάδειξη πληθυσμού μεταξύ λεμφοκυττάρων και μεσαιοκυττάρων στην περιοχή 80-120 fL, έθεσε την υποψία παρουσίας βλαστών

(εικόνα 8Α, περιοχή μεταξύ διακοπτόμενων γραμμών). Επιπλέον, παρατηρήθηκε απουσία σύγκλεισης της καμπύλης στο ανώτερο όριο και δεξιά μετατόπιση αυτής, ενδεικτικό της ύπαρξης διαφόρων σταδίων μυελοειδούς ωρίμανσης και δυσπλασίας. Η απουσία σύγκλεισης στο κατώτερο όριο αποδόθηκε στην ύπαρξη μεγάλων αιμοπεταλίων (εικόνα 8Α, βέλος). Η μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος επιβεβαίωσε τη μονοκυττάρωση, την παρουσία βλαστικών κυττάρων και προμονοκυττάρων σε ποσοστό 2% καθώς και άωρων κυττάρων της μυελικής σειράς (ραβδοπύρηνια 2% και μεταμυελοκύτταρα 2%). Τα ουδετερόφιλα είχαν μειωμένη κοκκίωση και υπερκατάτμητους πυρήνες. Το ερυθροκυτταρικό ιστόγραμμα είχε ευρεία βάση λόγω της ανισοκυττάρωσης, με ελαφρά ασυμμετρία της κωδωνοειδούς καμπύλης στην περιοχή 95-110 fL, ενδεικτικό μικρού ποσοστού μακροκυττάρων που επιβεβαιώθηκε μικροσκοπικά χωρίς, ωστόσο, να προκαλεί παθολογική απόκλιση του MCV (εικόνα 8Β). Η ευρεία βάση κατανομής του αιμοπεταλιακού ιστογράμματος με τουλάχιστον 4 κορυφές ήταν συμβατή με τη μικροσκοπική ανεύρεση αιμοπεταλίων ποικίλου μεγέθους και ανομοιογενούς κοκκίωσης (εικόνα 8Γ). Η περαιτέρω διερεύνηση επιβεβαίωσε τη διάγνωση της χρονίας μυελομονοκυτταρικής λευχαιμίας.

Ιδιοπαθής μυελοϊνωση

Ασθενής ετών 80 με ιδιοπάθη μυελοϊνωση υπό αγωγή προσήλθε στο ΤΕΠ, λόγω πτώσης στο έδαφος. Η γενική εξέταση αίματος ανέδειξε απόλυτο αριθμό λευκοκυττάρων $52.000/\text{mm}^3$, αιμοσφαιρίνη 11,2 gr/dL, αιματοκρίτη 36,3% και αιμοπετάλια $102.000/\text{mm}^3$. Στη μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος παρατηρήθηκαν δακρυοκύτταρα, λευκοερυθροβλαστική αντίδραση και μεγάλα αιμοπετάλια. Δεν παρατηρήθηκε έναρξη της καμπύλης του λευκοκυτταρικού ιστογράμματος από τη γραμμή του άξονα χ, λόγω της παρουσίας μεγάλων αιμοπεταλίων και ερυθροβλαστών (εικόνα 9Α, βέλος). Η καμπύλη παρουσίαζε ευρεία κατανομή με απουσία σύγκλεισης στο ανώτερο όριο, λόγω της παρουσίας κοκκιοκυττάρων σε διάφορα στάδια ωρίμανσης με δυσδιάκριτα όρια μεταξύ των κυτταρικών υποπληθυσμών. Τα βλαστικά κύτταρα καταλάμβαναν την περιοχή μεταξύ των 80 και 120 fL (εικόνα 9Α). Στο αιμοπεταλιακό ιστόγραμμα τα μεγάλα αιμοπετάλια προκάλεσαν ευρεία βάση κατανομής με απουσία σύγκλεισης της καμπύλης στο ανώτερο όριο (εικόνα 9Β).

Οξεία λευχαιμία

Ασθενής ετών 69 προσήλθε στο ΤΕΠ με λοίμωξη του αναπνευστικού. Η γενική εξέταση αίματος ανέδειξε αριθμό λευκών

αιμοσφαιρίων $9.400/\text{mm}^3$, αιμοσφαιρίνη 9,2 gr/dL, αιματοκρίτη 26,9% και αιμοπετάλια $57.000/\text{mm}^3$. Στο λευκοκυτταρικό ιστόγραμμα παρατηρήθηκε κυτταρικός πληθυσμός μεταξύ των 90 και 200 fL με κορυφή μεταξύ των 90 και 120 fL, ενώ απουσίαζε η διαχωριστική ζώνη μεταξύ του μικτού πληθυσμού και των ουδετεροφίλων (εικόνα 10Α). Η μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος ανέδειξε την παρουσία βλαστικών κυττάρων μικρού και μεσαίου μεγέθους με δυσδιάκριτα κοκκία σε ποσοστό 38% και ουδετεροπενία. Αντίστοιχη εικόνα παρατηρήθηκε σε ασθενή 58 ετών, ο οποίος προσήλθε με λιποθυμικό επεισόδιο με αριθμό λευκοκυττάρων $99.000/\text{mm}^3$, αιμοσφαιρίνη 7,4 gr/dL, αιματοκρίτη 24,6% και αιμοπετάλια $121.000/\text{mm}^3$. Στο λευκοκυτταρικό ιστόγραμμα απουσίαζαν οι διακριτές καμπύλες των κυτταρικών υποπληθυσμών. Στη μικροσκόπηση του περιφερικού αίματος παρατηρήθηκαν βλάστες μικρού μεγέθους χωρίς κοκκία σε ποσοστό 70% (εικόνα 10Β).

Λοιμώδης μονοπυρήνωση

Η γενική εξέταση αίματος ασθενούς ετών 21 με εμπύρετο κυνάγχη και τραχηλική λεμφαδενίτιδα έδειξε ήπια λευκοκυττάρωση ($10.600/\text{mm}^3$) με απόλυτη λεμφοκυττάρωση ($6.200/\text{mm}^3$). Το λευκοκυτταρικό ιστόγραμμα παρουσίασε αυξημένο πληθυσμό μεταξύ των 35 και 90 fL (λεμφοκύτταρα), με

απουσία ορίου μεταξύ λεμφοκυττάρων και μεσαιοκυττάρων (εικόνα 11Α). Η μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος έδειξε λεμφοκυττάρωση με διεγερμένα λεμφοκύτταρα σε ποσοστό 30% με μονοκυτταροειδή χαρακτηριστικά. Η δοκιμασία ανίχνευσης ετερόφιλων αντισωμάτων (Mono test) ήταν θετική. Η παρουσία μικρής κορυφής στην περιοχή των 150 fL του ερυθροκυτταρικού ιστογράμματος αποδόθηκε σε ερυθροκυτταρικές συγκολλήσεις, λόγω ύπαρξης ψυχροσυγκολλητινών σχετιζόμενων με τη λοιμώδη μονοπυρήνωση (εικόνα 11Β, βέλος), εύρημα το οποίο επιβεβαιώθηκε στη μικροσκοπική παρατήρηση του περιφερικού επιχρίσματος.

Ελονοσία

Ασθενής ετών 56 με νέα διάγνωση σακχαρώδους διαβήτη εισήχθη στην ενδοκρινολογική κλινική με διαλείπουσα πυρετική κίνηση, επιδεινούμενη αναιμία και θρομβοπενία. Στην εισαγωγή η γενική αίματος έδειξε αναιμία με αιμοσφαιρίνη 9,1 gr/dL, αιματοκρίτη 27,9%, ποσοστό δικτυοερυθροκυττάρων 3,39%, αριθμό αιμοπεταλίων $91.000/\text{mm}^3$ και λευκοκυττάρων $7.600/\text{mm}^3$. Στο ιστόγραμμα των λευκών αιμοσφαιρίων παρατηρήθηκε αύξηση του πληθυσμού των μεσαιοκυττάρων με απουσία διακριτών ορίων μεταξύ των λεμφοκυττάρων αριστερά και των

ουδετεροφίλων δεξιά (εικόνα 12). Ωστόσο, η μικροσκοπική εξέταση του περιφερικού αίματος δεν επιβεβαίωσε την αύξηση του μεικτού κυτταρικού πληθυσμού. Ο λευκοκυτταρικός τύπος ήταν πολυμορφοπυρηνικός, εντοπίστηκαν λίγα διεγερμένα λεμφοκύτταρα καθώς και ενδοερυθροκυτταρικοί δακτυλιοειδείς σχηματισμοί πλασμωδίων ελονοσίας (τροφοζώιτες). Επιπλέον, παρατηρήθηκαν ανισοκυττάρωση, ποικιλοκυττάρωση, ερυθροβλάστες 2/100 λευκοκύτταρα και πολυχρωματόφιλα. Η παρεμβολή στο κατώτερο όριο, αποδόθηκε στην παρουσία ερυθροβλαστών και ερυθρών αιμοσφαιρίων ανθεκτικών στη λύση (εικόνα 12, βέλος). Ο περαιτέρω έλεγχος ανέδειξε διπλό παρασιτισμό από πλασμώδια *falciparum* και *vivax*. Το ατομικό ιστορικό ήταν θετικό για πρόσφατο ταξίδι σε ενδημική χώρα της Αφρικής. Η σχετική βιβλιογραφία επιβεβαιώνει ότι η ενίσχυση της καμπύλης του λευκοκυτταρικού ιστογράμματος στην περιοχή κατανομής των μεσαιοκυττάρων δεν αντιστοιχεί σε πραγματική αύξηση των ποσοστιαίων ή απόλυτων τιμών τους, όπως συνέβη και στην προκειμένη περίπτωση. Η ψευδής εικόνα αποδίδεται στην παρεμβολή μολυσμένων, ανθεκτικών στη λύση ερυθροκυττάρων. Το εύρημα χαρακτηρίζεται ως υψηλής ειδικότητας και μέτριας ευαισθησίας και σε συνδυασμό με την μικροσκοπική εξέταση του αίματος, η οποία

αποτελεί μέθοδο αναφοράς, μπορεί να συμβάλλει στον εντοπισμό της παρασιταϊμίας από πλασμώδιο.^{5,11} Άλλα στοιχεία από τη γενική αίματος είναι η θρομβοπενία, η αναιμία, τα διεγερμένα λεμφοκύτταρα και τα άτυπα ηωσινόφιλα.¹²

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η τεχνολογία των σύγχρονων αιματολογικών αναλυτών επέφερε σημαντικές αλλαγές στη λειτουργία του αιματολογικού εργαστηρίου. Οι αιματολογικοί αναλυτές παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των κυττάρων του αίματος. Τα αιματολογικά ιστογράμματα συνοψίζουν τις πληροφορίες που προέρχονται από την ογκομετρική και τη μορφολογική ανάλυση του αίματος, δίνοντας πληροφορίες για το μέγεθος, το εύρος και τη μορφή των κυττάρων. Η γραφική απεικόνιση των ευρημάτων καθιστά τις αποκλίσεις από το φυσιολογικό άμεσα κατανοητές, συντελώντας στην επιλογή των δειγμάτων για μικροσκοπική εξέταση και στην αναζήτηση ειδικών διαγνωστικών ελέγχων. Ωστόσο, από μόνα τους τα αιματολογικά ιστογράμματα έχουν περιορισμένη διαγνωστική αξία και δεν μπορούν να υποκαταστήσουν την παραδοσιακή εξέταση του αίματος με το οπτικό μικροσκόπιο. Η διάγνωση απαιτεί τη συναξιολόγηση του ιστορικού, των ευρημάτων της γενικής

αίματος και της μικροσκοπικής εξέτασης του περιφερικού επιχρίσματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Prabhat D, Waghmare T, Rangwala T. Utility of hematology histograms. *Annals Pathol Lab Med* 2019; 6 (4): A309-A319.
2. Shrivastava A, Shah N, Goyal S, Shah CK. RBC histogram: Utility in diagnosis of various anemia. *Int J Clin Diagn Pathol* 2019;2(1): 14-17.
3. Georgoulis I. *Laboratory Hematology*. 1st edition. Thessaloniki, ROTONTA, 2012.
4. Keohane E, Smith L, Walenga J. *Rodak's Haematology: Clinical principles and applications*. 5th edition. Missouri, Elsevier Inc, 2016.
5. Arun Thomas ET, Bhagya S, Majeed A. Clinical utility of blood cell histogram interpretation. *J Clin Diagnostic Res* 2017;11(9): OE01-OE04.
6. Maqsood S, Sharadrutha A. Study of RBC histograms in various anemias: A six months prospective study. *Perspect Med Res* 2019;7(1): 40-44.
7. Chavda J, Goswami P, Goswami A. RBC histogram as diagnostic tool in anemias. *J Dent Med Sci* 2015;14(10): 19-22.
8. Sinha R, Dhotre S, Goswami HM. Interpretation of RBC histograms and their correlation with peripheral smear findings in patients of anemia. *Int J Contemp Pathol* 2020;6(1): 61-66.
9. Doig K, Butina M. A methodical approach to interpreting the platelet parameters of the complete blood count. *Clin Lab Sci* 2017;30(3):194-201.
10. Gupta A, Gupta P, Bhaghat VM. Interpretation of histograms and its correlation with peripheral smear findings. *J Evol Med Dent Sci* 2017; 6(60): 4417-4420.
11. Singh A, Narang V, Sood N, Garg B, Gupta VK. Malaria diagnosis using automated analysers: a boon for haemopathologists in endemic areas. *J Clin Diagnostic Res*, 2015;9(10):EC05-08
12. Somabhai Khant VS, Goswami H. Usefulness of histogram study in diagnosis of malaria: our experience at tertiary care center. *Indian J Microbiol Res*, 2016;3(4): 458-463.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Μεταβολές των κύτταρων του αίματος πριν και μετά την προσθήκη λυτικού μέσου.

Διάμετρος σε μm των κυττάρων του αίματος πριν την προσθήκη λυτικού μέσου				
Λεμφοκύτταρα 7-12	Βασεόφιλα 9-14	Ουδετερόφιλα 10-15	Ηωσινόφιλα 11-16	Μονοκύτταρα 12-20
Όγκος σε fL των κυττάρων του αίματος μετά την προσθήκη λυτικού μέσου				
Λεμφοκύτταρα 30-80	Μονοκύτταρα 60-120	Βασεόφιλα 70-130	Ηωσινόφιλα 80-140	Ουδετερόφιλα 120-250

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Αίτια παθολογικών λευκοκυτταρικών ιστογραμμάτων.

Παθολογική απόκλιση	Αίτια
Παρεμβολή στο κατώτερο όριο (απουσία έναρξης από τη γραμμή του άξονα χ)	Συσσωρεύσεις αιμοπεταλίων, μεγάλα αιμοπετάλια, ερυθροβλάστες, ερυθρά αιμοσφαίρια ανθεκτικά στη λύση, κρυοσφαιρίνες
Παρεμβολή στο ανώτερο όριο (απουσία λήξης στη γραμμή του άξονα χ)	Σοβαρή λευκοκυττάρωση ($>100.000/\text{mm}^3$), ουδετεροφιλία
Απουσία ορίου μεταξύ λεμφοκυττάρων και μικτού πληθυσμού	Ηωσινοφιλία, βασεοφιλία, μονοκυττάρωση, παρουσία παθολογικών κυττάρων (βλαστικά, άτυπα λεμφοκύτταρα, πλασματοκύτταρα)
Απουσία ορίου μεταξύ μικτού πληθυσμού και ουδετερόφιλων	Ηωσινοφιλία, άωρα κοκκιοκύτταρα

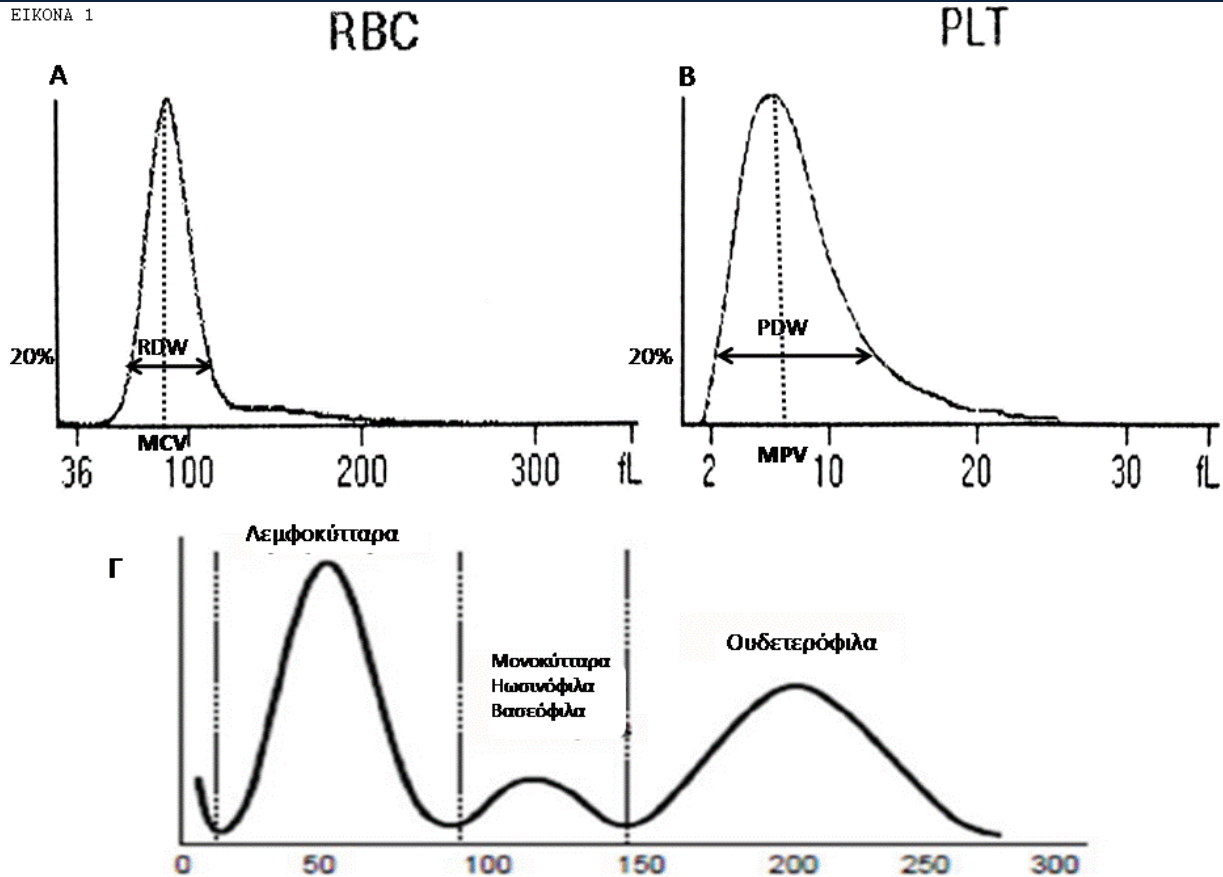
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Αίτια παθολογικών ερυθροκυτταρικών ιστογραμμάτων.

Παθολογική απόκλιση	Αίτια
Καμπύλη αυξημένου εύρους	Αναιμίες με αυξημένο εύρος κατανομής ερυθρών
Καμπύλη μειωμένου εύρους	Ομοιογενής κυτταρικός πληθυσμός
Μετατόπιση της καμπύλης δεξιά	Μακροκυτταρικές αναιμίες
Μετατόπιση της καμπύλης αριστερά	Μικροκυτταρικές αναιμίες
Δικόρυφη ή πολυκόρυφη καμπύλη	Μικτή ένδεια αιματινικών παραγόντων, αιμολυτική αναιμία, σιδηροβλαστική αναιμία, μικροκυτταρική ή μακροκυτταρική αναιμία υπό θεραπεία, μετάγγιση συμπυκνωμένων ερυθρών αιμοσφαιρίων, παρουσία ψυχροσυγκολλητινών, ερυθροκυτταρικά θραύσματα, σοβαρή λευκοκυττάρωση
Παρεμβολή στο κατώτερο όριο (απουσία έναρξης από τη γραμμή του άξονα χ)	Μικροσφαιροκύτταρα, ερυθροβλάστες, ερυθρά ανθεκτικά στη λύση, ελλειπτοκύτταρα, συσσωρεύσεις αιμοπεταλίων, δυσπλαστικά ερυθρά αιμοσφαίρια, ερυθροκυτταρικές συγκολλήσεις, επιμόλυνση με βακτήρια και παράσιτα ελονοσίας
Παρεμβολή στο ανώτερο όριο (απουσία λήξης στη γραμμή του άξονα χ)	Ερυθροκυτταρικές συγκολλήσεις (ψυχροσυγκολλητίνες), rouleaux ερυθρών αιμοσφαιρίων

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Αίτια παθολογικών αιμοπεταλιακών ιστογραμμάτων.

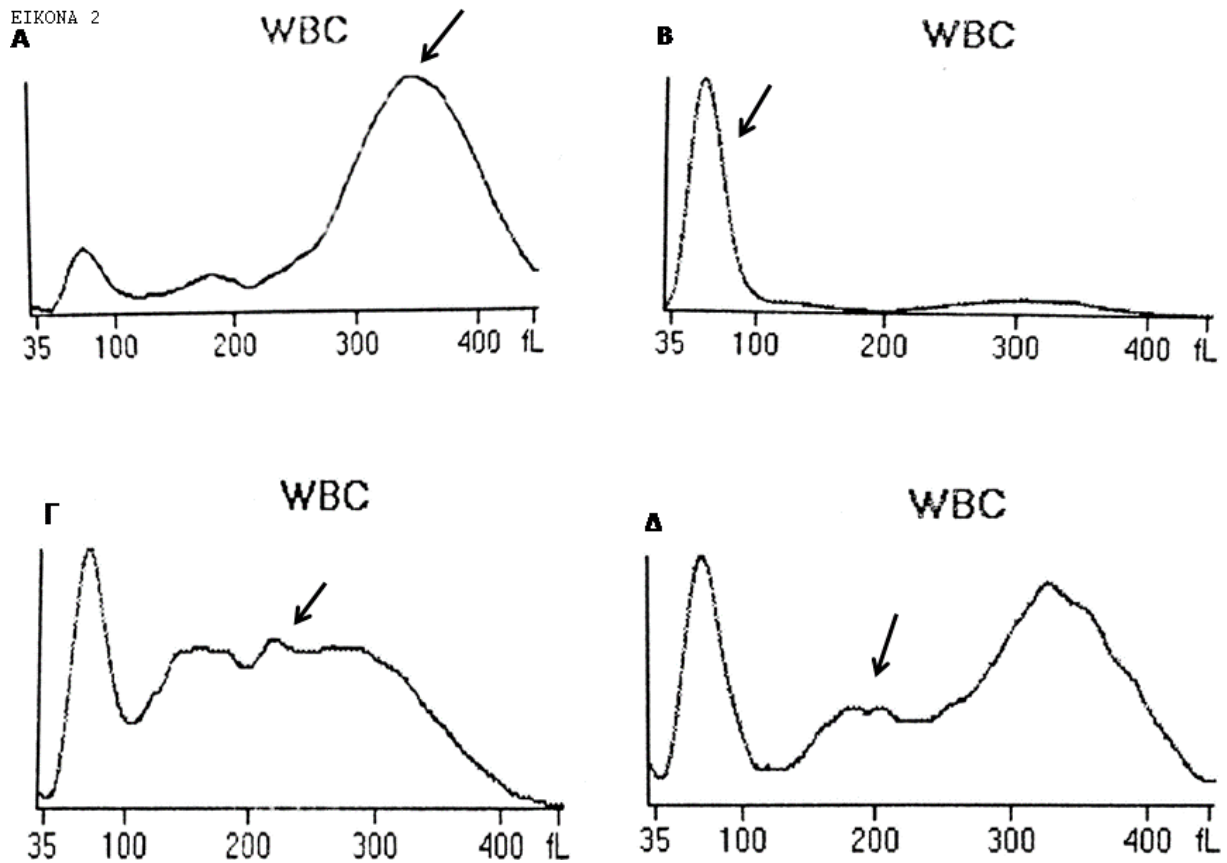
Καμπύλη αυξημένου εύρους	Ανισομεγέθη αιμοπετάλια, μεγάλα αιμοπετάλια
Δικόρυφη ή πολυκόρυφη καμπύλη	Ανισομεγέθη αιμοπετάλια, μετάγγιση αιμοπεταλίων, αιμοπεταλιακές συγκολλήσεις, ανάπλαση μετά από χημειοθεραπεία, άνοση θρομβοπενία υπό θεραπεία
Παρεμβολή στο κατώτερο όριο (απουσία έναρξης από τη γραμμή του άξονα χ)	Βακτηριακή επιμόλυνση του αντιδραστηρίου, κυτταρικά θραύσματα, συσσωρεύσεις αιμοπεταλίων
Παρεμβολή στο ανώτερο όριο (απουσία λήξης στη γραμμή του άξονα χ)	Θραύσματα ερυθρών αιμοσφαιρίων, μικροσφαιροκύτταρα, μεγάλα αιμοπετάλια, συσσωρεύσεις αιμοπεταλίων

ΕΙΚΟΝΑ 1



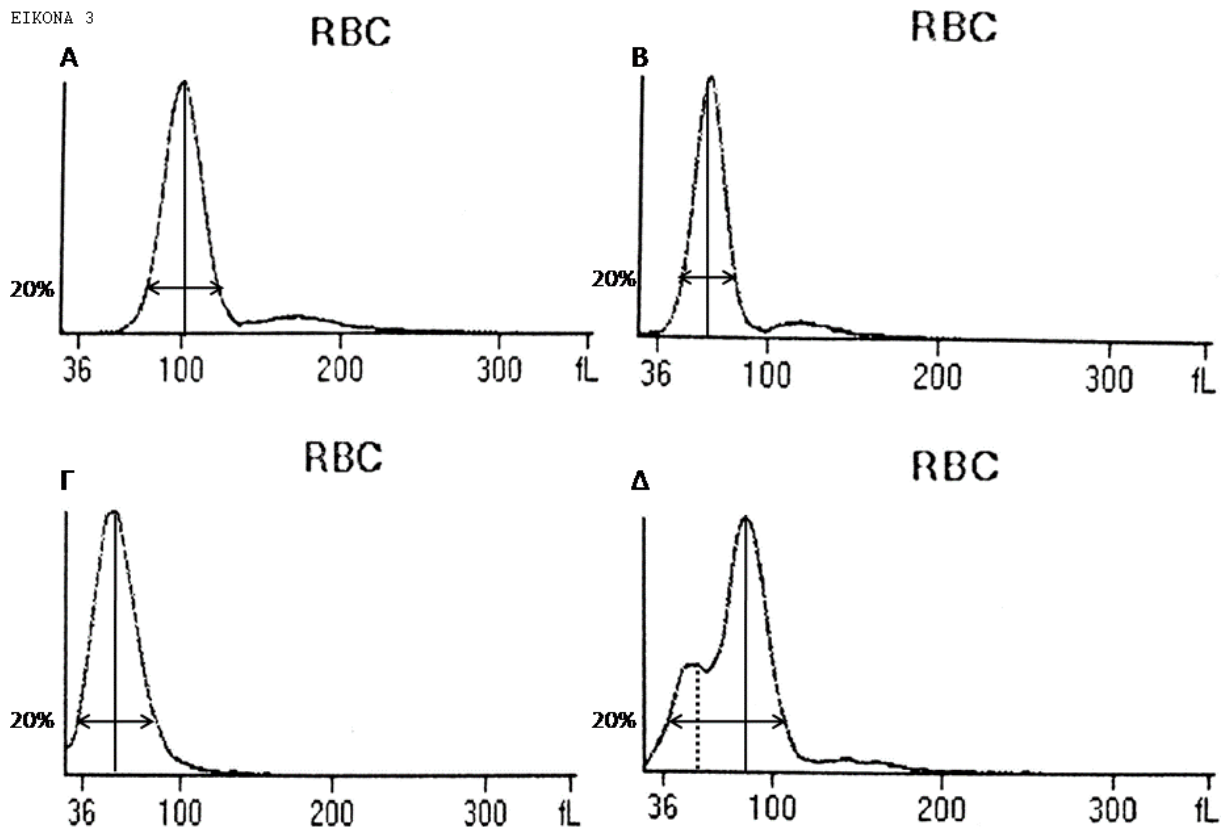
ΕΙΚΟΝΑ 1. Φυσιολογικά ιστογράμματα ερυθρών αιμοσφαιρίων (Α) και αιμοπεταλίων (Β) από τον αναλύτη Beckman Coulter Unicel DXH 800 και σχηματική απεικόνιση φυσιολογικού λευκοκυτταρικού ιστογράμματος (Γ) (MCV: μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων, RDW: εύρος κατανομής ερυθροκυτταρικού όγκου, MPV: μέσος όγκος αιμοπεταλίων, PDW: εύρος κατανομής αιμοπεταλιακού όγκου)

ΕΙΚΟΝΑ 2

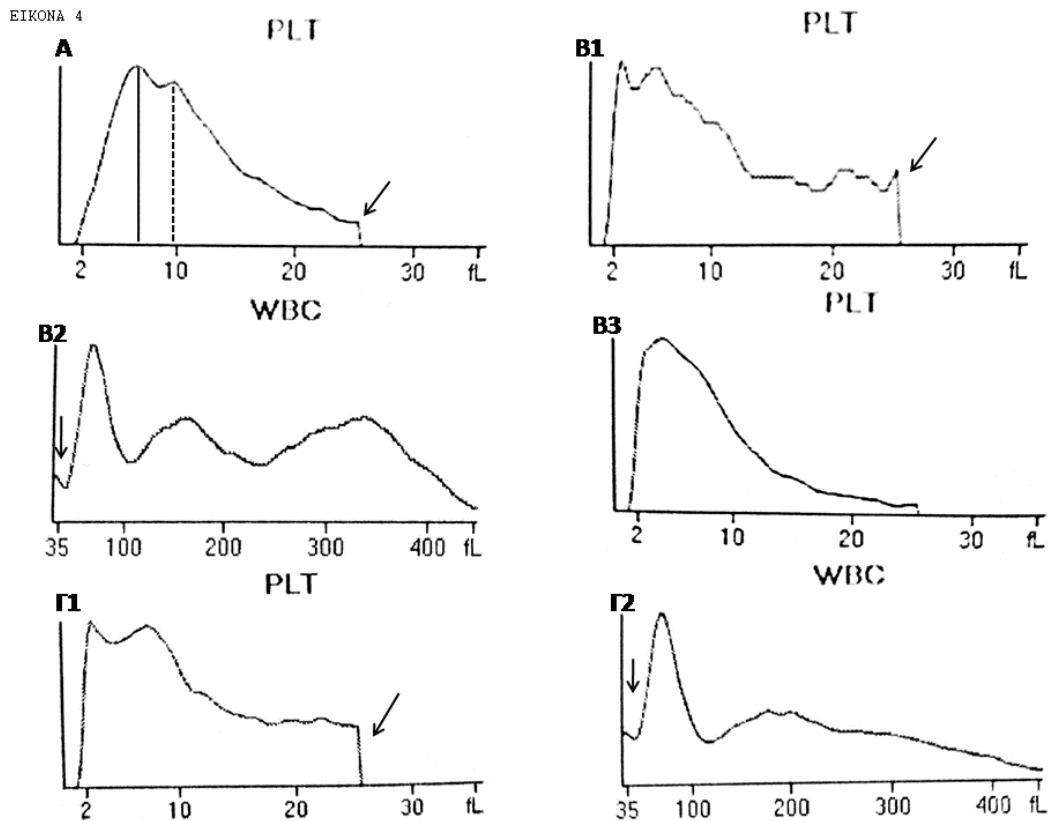


ΕΙΚΟΝΑ 2. Παθολογικά ιστογράμματα λευκών αιμοσφαιρίων Α. Ουδετεροφιλία σε ασθενή με επιμόλυνση χειρουργικού τραύματος Β. Λεμφοκυττάρωση σε ασθενή με θυρεοειδίτιδα Hashimoto Γ. Ηωσινοφιλία σε ασθενή με κρίση αλλεργικού βρογχικού άσθματος Δ. Μονοκυττάρωση σε ασθενή με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου

ΕΙΚΟΝΑ 3

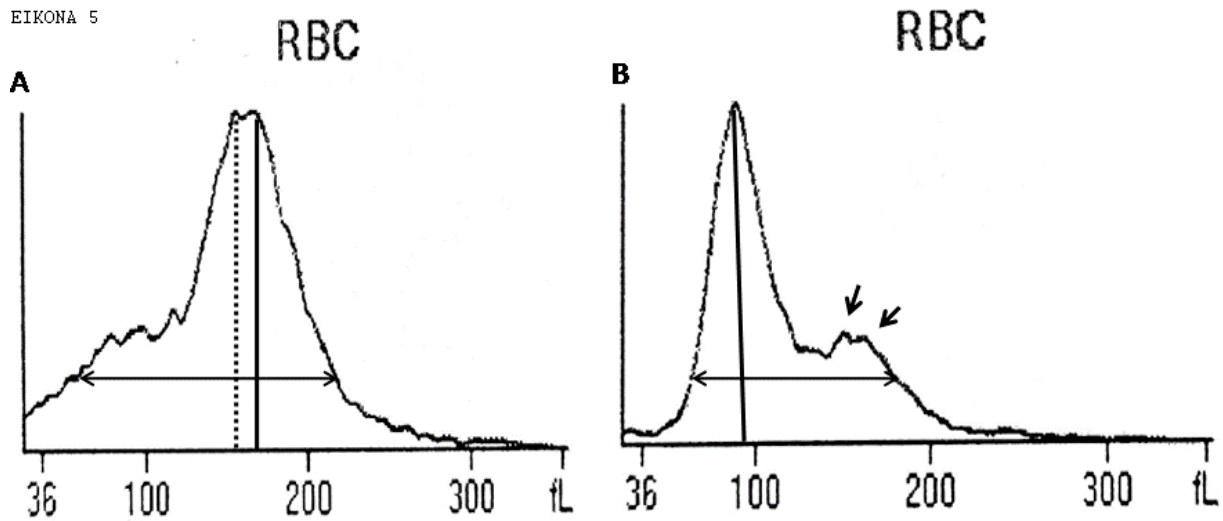


ΕΙΚΟΝΑ 3. Παθολογικά ιστογράμματα ερυθρών αιμοσφαιρίων Α. Μακροκυτταρική αναιμία με σχετικά ομοιογενή ερυθροκυτταρικό πληθυσμό (φυσιολογικό εύρος κατανομής) σε ασθενή με φλεγμονώδη εντερική νόσο υπό αζαθειοπρίνη Β. Μικροκυτταρική αναιμία με σχετικά ομοιογενή ερυθροκυτταρικό πληθυσμό (στενό εύρος κατανομής) σε ασθενή με ετερόζυγο β-θαλασσαιμία Γ. Σιδηροπενική αναιμία σε ηλικιωμένη ασθενή με εντερική αγγειοδυσπλασία. Η καμπύλη παρουσιάζει ευρεία βάση, λόγω της σοβαρής ανισοκυττάρωσης και η παρουσία μικροερυθροκυττάρων προκαλεί παρεμβολή στο κατώτερο διαχωριστικό όριο Δ. Δικόρυφο ερυθροκυτταρικό ιστόγραμμα μετά τη μετάγγιση της ασθενούς της περίπτωσης Γ

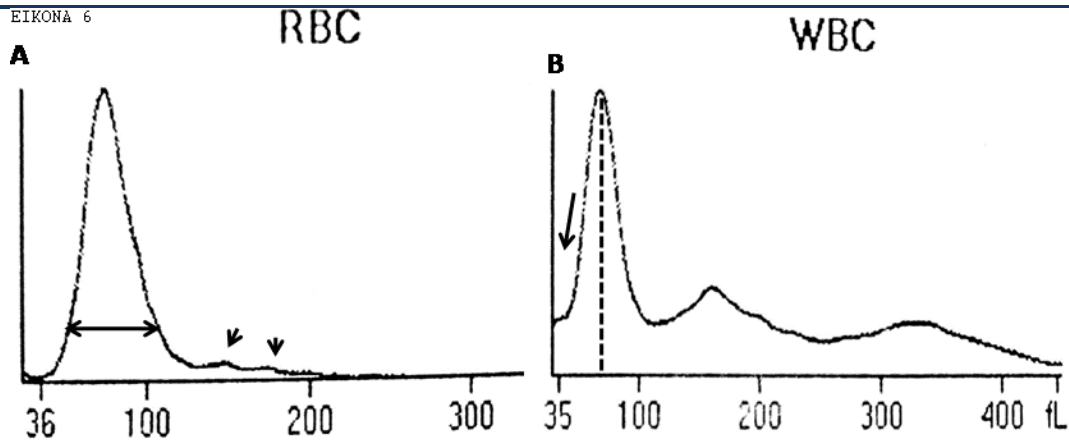


ΕΙΚΟΝΑ 4. Παθολογικά ιστογράμματα αιμοπεταλίων Α. Δικόρυφο αιμοπεταλιακό ιστογράμμα με απουσία σύγκλεισης της καμπύλης στο ανώτερο όριο (βέλος), λόγω παρουσίας γιγάντιων αιμοπεταλίων σε ασθενή με λοίμωξη από τον ιό SARS-COV-2 σε φάση ανάκαμψης της θρομβοπενίας Β1. Πολυκόρυφο αιμοπεταλιακό ιστογράμμα λόγω μεγάλων σωρών αιμοπεταλίων σε ασθενή με EDTA-σχετιζόμενη ψευδοθρομβοπενία και το αντίστοιχο λευκοκυτταρικό ιστογράμμα (Β2) Β3. Μερική διόρθωση του αιμοπεταλιακού ιστογράμματος της περίπτωσης Β1 κατόπιν ανάλυσης δείγματος αίματος του ίδιου ασθενούς σε κιτρικό νάτριο 3,2% Γ1. Αιμοπεταλιακό ιστογράμμα επί παρουσίας πύκματος και το αντίστοιχο λευκοκυτταρικό ιστογράμμα (Γ2). Στα λευκοκυτταρικά ιστογράμματα Β2, Γ2 σημειώνεται η παρεμβολή στο κατώτερο διαχωριστικό όριο (βέλος), λόγω της παρουσίας μεγάλων αιμοπεταλίων και πύκματος αντίστοιχα

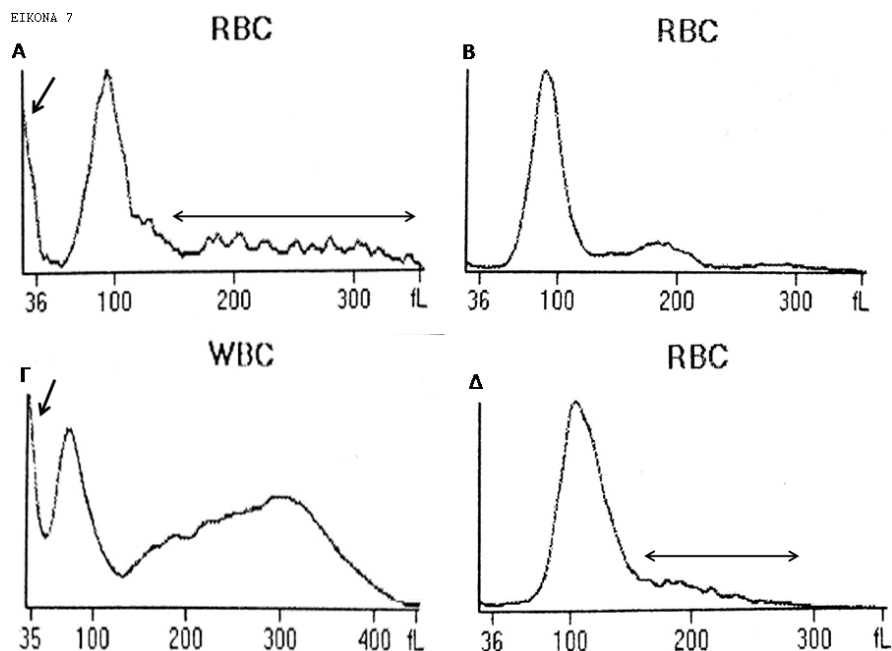
ΕΙΚΟΝΑ 5



ΕΙΚΟΝΑ 5. Ιστογράμματα ερυθρών αιμοσφαιρίων σε ασθενή με μεγαλοβλαστική αναιμία, λόγω ανεπάρκειας βιταμίνης B12 κατά τη διάγνωση (Α) και 5 ημέρες μετά την έναρξη αγωγής με υδροξυκοβαλαμίνη (Β)

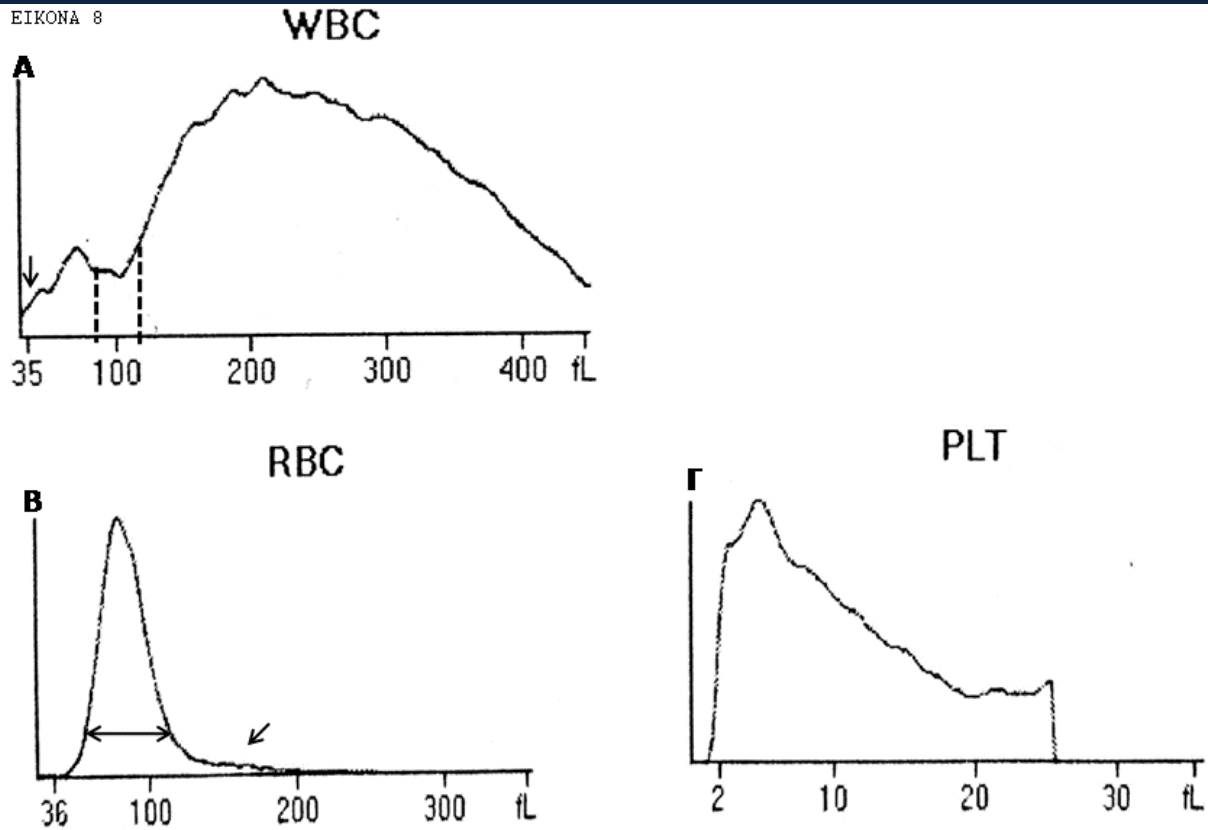


ΕΙΚΟΝΑ 6. Ιστόγραμμα ερυθρών (Α) και λευκών (Β) αιμοσφαιρίων σε ασθενή με δρεπανοκυτταρική κρίση



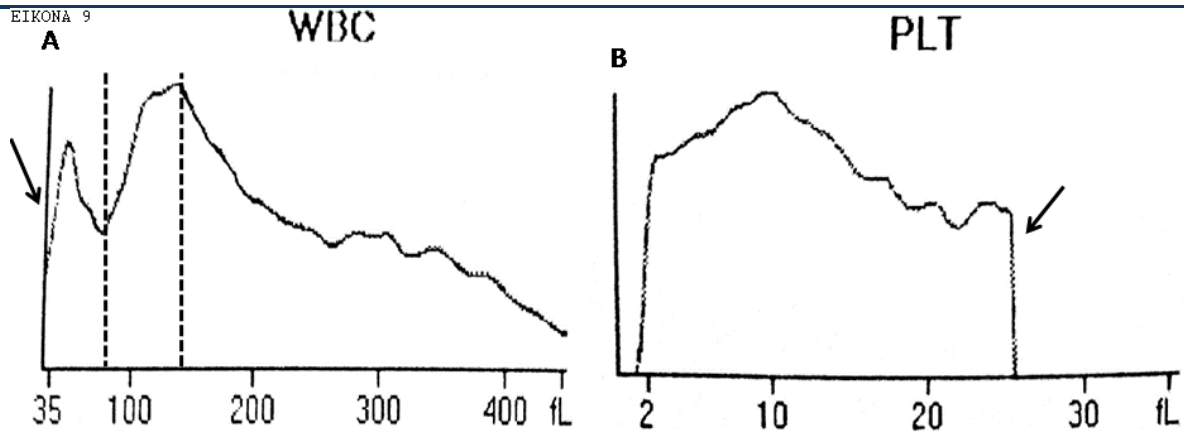
ΕΙΚΟΝΑ 7. Ιστόγραμμα ερυθρών αιμοσφαιρίων επί παρουσίας ψυχροσυγκολλητινών πριν (Α) και μετά (Β) την επώαση του δείγματος στους 37 °C Γ. Λευκοκυτταρικό ιστόγραμμα επί παρουσίας ψυχροσυγκολλητινών Δ. Ερυθροκυτταρικό ιστόγραμμα σε σηπτικό ασθενή με υπεργαμμασφαιριναιμία και διάταξη ερυθρών αιμοσφαιρίων δικήν "στήλης κερμάτων"

ΕΙΚΟΝΑ 8



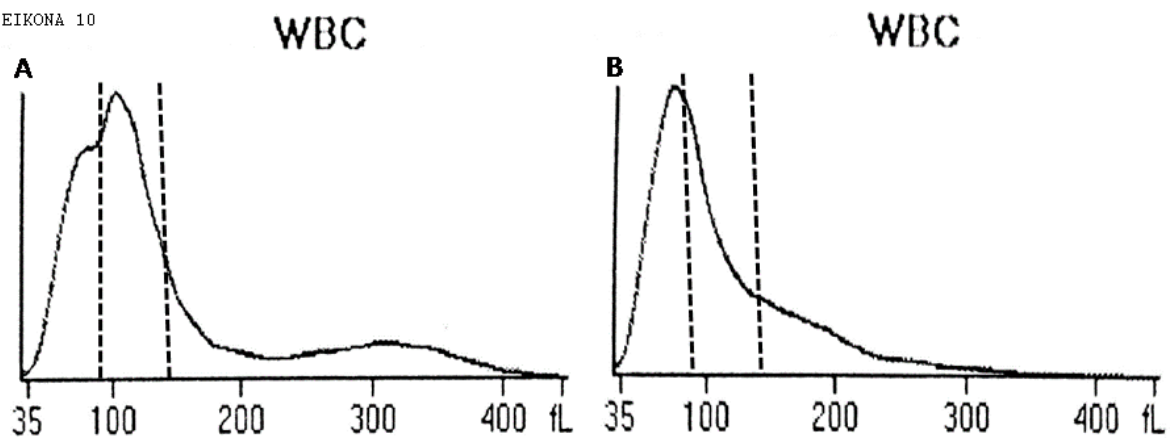
ΕΙΚΟΝΑ 8. Ιστόγραμμα λευκών αιμοσφαιρίων (Α) ερυθρών αιμοσφαιρίων (Β) και αιμοπεταλίων (Γ) σε ασθενή με νέα διάγνωση χρόνιας μυελομονοκυτταρικής λευχαιμίας

ΕΙΚΟΝΑ 9



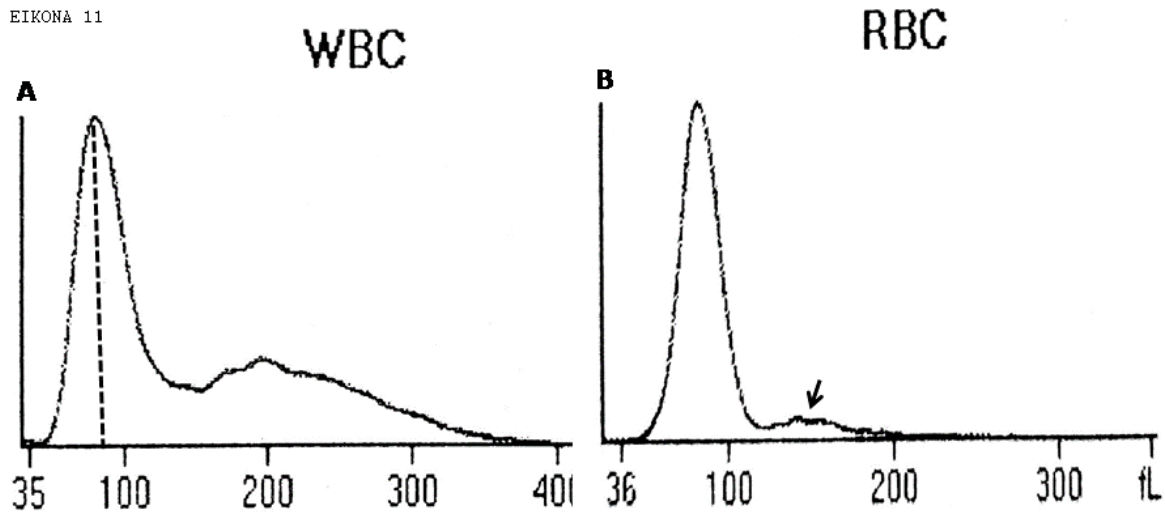
ΕΙΚΟΝΑ 9. Ιστογράμματα λευκών αιμοσφαιρίων (Α) και αιμοπεταλίων (Β) σε ασθενή με ιδιοπαθή μυελοϊνώση

ΕΙΚΟΝΑ 10



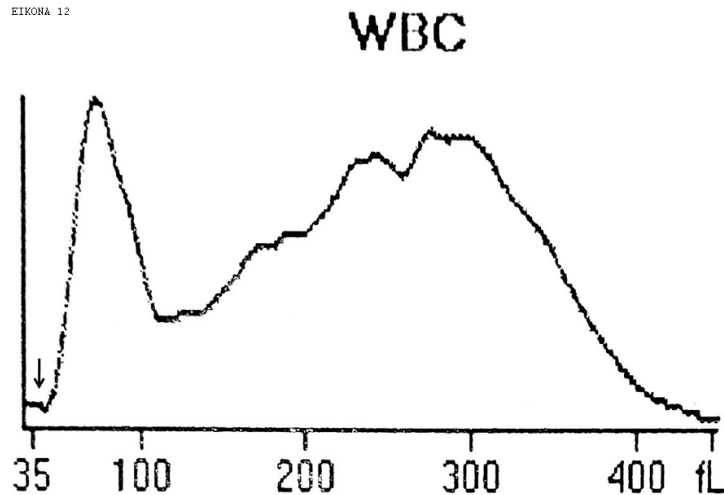
ΕΙΚΟΝΑ 10. Ιστογράμματα λευκών αιμοσφαιρίων σε δύο ασθενείς με οξεία λευχαιμία

ΕΙΚΟΝΑ 11



ΕΙΚΟΝΑ 11. Ιστόγραμμα λευκών (Α) και ερυθρών (Β) αιμοσφαιρίων σε νεαρό ασθενή με λοιμώδη μονοπυρήνωση

ΕΙΚΟΝΑ 12



ΕΙΚΟΝΑ 12. Ιστόγραμμα λευκών αιμοσφαιρίων σε ασθενή με ελονοσία