

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320467337>

The interpretation of erythrogram in dog and cat – Η ερμηνεία του ερυθροκυτταρογράμματος στο σκύλο και στη γάτα

Article · January 2016

CITATIONS

0

READS

76

2 authors:



[Maria Kritsepi-Konstantinou](#)

Aristotle University of Thessaloniki

44 PUBLICATIONS 140 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Ioannis L. Oikonomidis](#)

The University of Edinburgh

26 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Vascular Surgery [View project](#)



Combined and breed-specific reference intervals for hematologic, biochemical and hormonal analytes in Chios and Florina rams [View project](#)



Κριτσέπη-Κωνσταντίνου Μαρία

Κτηνίατρος, Διδάκτορας,
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια,
Διαγνωστικό Εργαστήριο,
Τμήμα Κτηνιατρικής,
Σχολή Επιστημών Υγείας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Οικονομίδης Ιωάννης Α

Κτηνίατρος, Υποψήφιος Διδάκτορας,
Διαγνωστικό Εργαστήριο,
Τμήμα Κτηνιατρικής,
Σχολή Επιστημών Υγείας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Υπεύθυνος αλληλογραφίας:

Μαρία Κριτσέπη-Κωνσταντίνου,
Διαγνωστικό Εργαστήριο, Τμήμα Κτηνιατρικής,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Σταύρου Βουτυρά 11,
54627, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
mkritsep@vet.auth.gr
Τηλ: + 30 2310 994523
FAX: + 30 2310 994511



Λέξεις κλειδιά

- Αναιμία
- Ερυθρά αιμοσφαίρια
- Ερυθροκυττάρωση
- Μορφολογία των ερυθροκυττάρων
- Ποικιλοκυττάρωση

Η ερμηνεία του ερυθροκυτταρογράμματος στο σκύλο και στη γάτα

> Περίληψη

Το ερυθροκυτταρόγραμμα αποτελεί μέρος της γενικής εξέτασης του αίματος και περιλαμβάνει τον απόλυτο αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων, τη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης, τον αιματοκρίτη, τους δείκτες των ερυθροκυττάρων (μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων, μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης, μέση πυκνότητα αιμοσφαιρίνης), το εύρος της κατανομής των ερυθρών αιμοσφαιρίων, τον αριθμό και το ποσοστό των δικτυοερυθροκυττάρων και την εκτίμηση της μορφολογίας των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η κατάλληλη συλλογή και ο σωστός χειρισμός των δειγμάτων αίματος αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την αξιόπιστη ερμηνεία του ερυθροκυτταρογράμματος. Τα κύρια παθολογικά ευρήματα του ερυθροκυτταρογράμματος περιλαμβάνουν την αναιμία, την ερυθροκυττάρωση, τις μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων και τα κυτταροπλασματικά έγκλειστα. Η αναιμία μπορεί να είναι είτε αναγεννητική είτε μη αναγεννητική. Η αναγεννητική αναιμία διακρίνεται σε αιμορραγική και αιμολυτική. Συχνά αίτια αιμορραγικής αναιμίας αποτελούν οι τραυματικές κακώσεις και οι αιμοστατικές διαταραχές, ενώ η αιμολυτική αναιμία μπορεί να είναι ανοσολογική, να σχετίζεται με μικροαγγειοπάθεια ή με το σχηματισμό σωματίων Heinz ή να οφείλεται σε γενετικές διαταραχές των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Στις μη αναγεννητικές αναιμίες περιλαμβάνονται η αναιμία της χρόνιας νόσου, η αναιμία της χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας, η απλαστική αναιμία και η αναιμία διατροφικής αιτιολογίας. Η ερυθροκυττάρωση μπορεί να είναι σχετική (αιμοσυμπύκνωση), ή αληθής, η οποία διαχωρίζεται περαιτέρω σε πρωτογενή (polycythemia vera) και σε δευτερογενή. Η εμφάνιση διαταραχών στη μορφολογία των ερυθροκυττάρων μπορεί να αποτελεί τεχνούργημα ή να οφείλεται σε υποκείμενα νοσήματα. Τα έγκλειστα των ερυθρών αιμοσφαιρίων μπορεί να είναι μη λοιμώδους προέλευσης, όπως τα σωματίνα Howell-Jolly και Heinz, ή λοιμώδους αιτιολογίας, όπως η *Babesia spp.* και τα αιμοτρόπα μυκοπλάσματα, η παρατήρηση των οποίων εντός των ερυθροκυττάρων επιτρέπει την οριστική διάγνωση των αντίστοιχων νοσημάτων.

> Εισαγωγή

Το ερυθροκυτταρόγραμμα αποτελεί μέρος της γενικής εξέτασης του αίματος και περιλαμβάνει τον απόλυτο αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων, τη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης, τον αιματοκρίτη, τους δείκτες των ερυθροκυττάρων [μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων (MCV), μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης (MCH), μέση πυκνότητα αιμοσφαιρίνης (MCHC)], το εύρος κατανομής των ερυθρών αιμοσφαιρίων (RDW), τον απόλυτο αριθμό και το εκατοστιαίο ποσοστό των δικτυοερυθροκυττάρων, καθώς και την εκτίμηση της μορφολογίας των ερυθρών αιμοσφαιρίων σε βαμμένα επιχρίσματα αίματος (Πίνακας 1). Η κατάλληλη συλλογή και ο σωστός χειρισμός και συντήρηση των δειγμάτων αίματος αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την αξιόπιστη ερμηνεία του ερυθροκυτταρογράμματος. Δωδεκάωρη νηστεία θα πρέπει να προηγείται της συλλογής του αίματος, ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση λιπαιμίας, η οποία μπορεί να επηρεάσει

**Πίνακας 1.** Τιμές αναφοράς του ερυθροκυτταρογράμματος. Τροποποιήθηκαν από Moritz, 2004³⁷

Παράμετρος	Τιμές αναφοράς για σκύλους	Τιμές αναφοράς για γάτες
Ερυθρά αιμοσφαίρια (10 ¹² /L)	5.68-9.08	5.92-11.16
Αιμοσφαιρίνη (g/dL)	13.8-20.4	8.2-15.3
Αιματοκρίτης (%)	42-62	24-46
Μέσος όγκος ερυθρών αιμοσφαιρίων (fL)	62.7-74.6	37.0-55.0
Μέση περιεκτικότητα αιμοσφαιρίνης (pg)	20.5-24.8	11.3-17.2
Μέση πυκνότητα αιμοσφαιρίνης (g/dL)	31.6-34.4	26.2-35.9
Εύρος κατανομής των ερυθρών αιμοσφαιρίων (%)	12.0-13.2	13.8-21.1
Δικτυοερυθροκύτταρα (%)	0.1-1.5	0.1-1.2
Δικτυοερυθροκύτταρα (10 ⁹ /L)	10.9-111.0	3.7-94.1

τη μέτρηση της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης του πλάσματος.¹ Το αίμα θα πρέπει να συλλέγεται σε φιαλίδια με αντιπηκτικό EDTA, τα οποία πρέπει να πληρώνονται έως το προκαθορισμένο σημείο, ώστε να αποφεύγεται ο σχηματισμός πηγμάτων (υπερπλήρωση του φιαλιδίου) ή η μείωση του αιματοκρίτη (υποπλήρωση του φιαλιδίου).² Η αποφυγή της ιατρογενούς αιμόλυσης εξαιτίας ακατάλληλης τεχνικής αιμοληψίας ή μη ορθού χειρισμού του δείγματος είναι κρίσιμης σημασίας, καθώς μπορεί να επηρεάσει διάφορες παραμέτρους των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Η γενική εξέταση αίματος και η παρασκευή των επιχρισμάτων αίματος θα πρέπει να ολοκληρώνεται το συντομότερο δυνατόν και κατά προτίμηση εντός 2-3 ωρών μετά την αιμοληψία. Ωστόσο, το αίμα που βρίσκεται σε φιαλίδια με EDTA μπορεί να συντηρηθεί σε συνθήκες ψύξης για 24 ώρες.^{1,3} Τα δείγματα αίματος που αποψύχονται προτείνεται να παραμένουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και να αναδεύονται ήπια πριν την ανάλυση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ακατάλληλο στέγνωμα, όπως και η εσφαλμένη μονιμοποίηση και χρώση μπορεί να οδηγήσουν σε χαμηλής ποιότητας επιχρίσματα αίματος. Οι χρωστικές που χρησιμοποιούνται συχνότερα περιλαμβάνουν τις τύπου Romanowsky (για την εκτίμηση της μορφολογίας των ερυθρών αιμοσφαιρίων στην καθημερινή πράξη), το κυανό του μεθυλενίου (για τον προσδιορισμό του αριθμού των δικτυοερυθροκυττάρων και της παρουσίας των σωματίων Heinz) και το κυανό της Πρωσσίας (για την επαλήθευση των εγκλειστών σιδήρου στα ερυθρά αιμοσφαίρια).

> Αναιμία

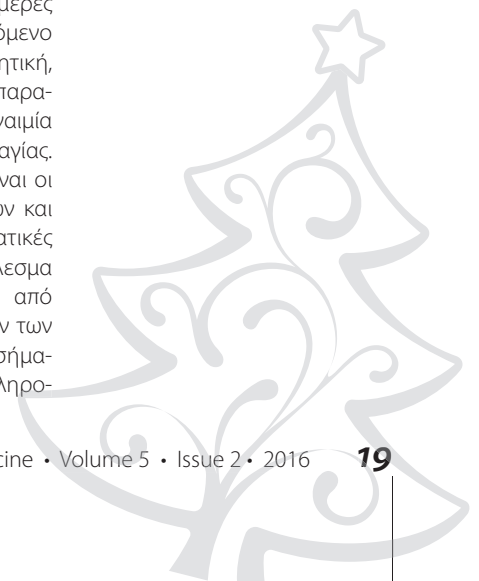
Ως αναιμία ορίζεται η μείωση της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης, η οποία κατά κανόνα συνοδεύεται από μειωμένο αριθμό ερυθρών αιμοσφαιρίων και μειωμένο αιματοκρίτη.¹ Η απόλυτη αναιμία θα πρέπει να διαφοροποιείται από τη σχετική αναιμία, η οποία είναι αποτέλεσμα της αιμοσφαίωσης.⁴ Η αναιμία κατατάσσεται ανάλογα με την απόκριση

του μυελού των οστών (αναγεννητική, μη αναγεννητική), τους δείκτες των ερυθρών αιμοσφαιρίων (μικροκυτταρική, ορθοκυτταρική, μακροκυτταρική, και υπόχρωμη, ορθόχρωμη) και την αιτιοπαθογένεια της (αναιμία εξαιτίας μειωμένης διάρκειας ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων και αναιμία εξαιτίας μειωμένης παραγωγής τους).^{4,5} Ωστόσο, ο απόλυτος στόχος είναι η αιτιολογική ταξινόμηση της αναιμίας.

> Αναγεννητική αναιμία

Η αναγεννητική αναιμία χαρακτηρίζεται από δικτυοερυθροκυττάρωση, η οποία αποτελεί και τον πιο αξιόπιστο δείκτη αναγεννητικότητας των ερυθροκυττάρων. Κατά συνέπεια, η αναγεννητική αναιμία συνδέεται με ανισοκυττάρωση (αυξημένο RDW), μακροκυττάρωση (αυξημένος MCV), υποχρωμία (μείωση του MCHC) και πολυχρωματοφιλία.^{6,7} Η αναγεννητική αναιμία διαχωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες: την αιμορραγική και την αιμολυτική αναιμία.

Η αιμορραγική αναιμία χαρακτηρίζεται από μέτρια αναγεννητικότητα. Ωστόσο μπορεί να είναι μη αναγεννητική στα αρχικά στάδια και ήπια αναγεννητική ή μη αναγεννητική στα τελικά στάδια. Κατά τις πρώτες 2-4 ημέρες, η αιμορραγική αναιμία είναι μη αναγεννητική, ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη, καθώς η δικτυοερυθροκυττάρωση παρατηρείται 2-4 ημέρες μετά την έναρξη της αιμορραγίας.^{6,8} Στο επόμενο στάδιο, η αναιμία μετατρέπεται σε αναγεννητική, μακροκυτταρική και υπόχρωμη, όπως και παραμένει, εκτός εάν αναπτυχθεί σιδηροπενική αναιμία δευτερογενώς στην παρουσία χρόνιας αιμορραγίας. Τα συχνότερα αίτια αιμορραγικής αναιμίας είναι οι τραυματικές κακώσεις (συμπεριλαμβανομένων και των χειρουργικών τραυμάτων) και οι αιμοστατικές διαταραχές, οι οποίες μπορεί να είναι αποτέλεσμα σοβαρής θρομβοκυτταροπενίας, τοξικωσής από αντιπηκτικές ουσίες, λειτουργικών διαταραχών των αιμοπεταλίων (ουραιμία, σοβαρά ηπατικά νοσήματα, χορήγηση ορισμένων φαρμάκων, κ.ά.) ή κληρο-





νομικών διαταραχών (όπως η αιμορροφιλία Α ή Β και η νόσος Von Willebrand).⁹ Τα νεοπλάσματα, ιδιαίτερα τα αιμαγγείωματα και τα αιμαγγειοσάρκωματα στο σπλήνα, το ήπαρ και τον πνεύμονα, καθώς και αυτά του γαστρεντερικού ή του ουροποιητικού συστήματος, συνδέονται συχνά με χρόνια απώλεια αίματος.⁹ Ως αίτια αιμορραγικής αναιμίας αναφέρονται, επίσης, τα παρασιτικά νοσήματα, τα οποία προκαλούνται τόσο από εξωπαράσιτα (π.χ. ψύλλοι, φθείρες και κρότωνες) όσο και από ενδοπαράσιτα (π.χ. *Ancylostoma* spp., *Uncinaria* spp. και κοκκίδια), τα πεπτικά έλκη, τα ξένα σώματα (ιδίως στο γαστρεντερικό σωλήνα) και οι ουρόλιθοι.⁹

Η αιμολυτική αναιμία αποτελεί μια παθολογική κατάσταση στην οποία ο ρυθμός καταστροφής των ερυθροκυττάρων είναι ταχύτερος από την παραγωγή τους στο μυελό των οστών. Αποτελεί την αναγεννητική αναιμία με την πιο έντονη απόκριση του μυελού των οστών.^{5,8} Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε βλάβη του μυελού των οστών ή στην παραγωγή αντισωμάτων εναντίον των πρόδρομων μορφών των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο μυελό των οστών, η αναγεννητικότητα είναι μειωμένη έως ανύπαρκτη.⁹ Η αιμόλυση μπορεί να είναι είτε ενδοαγγειακή (αιμόλυση εντός της καρδιάς και των αγγείων) είτε εξωαγγειακή (καταστροφή των ερυθρών αιμοσφαιρίων στα μακροφάγα του σπλήνα, του ήπατος και του μυελού των οστών). Η αιμολυτική αναιμία μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τον μηχανισμό καταστροφής των ερυθροκυττάρων, ο οποίος μπορεί να είναι ανοσολογικός, μηχανικός (μικροαγγειοπαθητική αιμολυτική αναιμία), οξειδωτικός (αναιμία με σωματία Heinz) ή λόγω κληρονομικών διαταραχών των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

Η ανοσολογική αιμολυτική αναιμία (AAA) μπορεί να είναι πρωτογενής ή δευτερογενής, λόγω ανοσολογικών διαταραχών, λοιμωδών νοσημάτων, νεοπλασμάτων ή χορήγησης φαρμάκων. Η πρωτογενής (αυτοάνοση αιμολυτική αναιμία) είναι κατά πολύ συχνότερη στο σκύλο από ότι στη γάτα.⁴ Λοιμώδη αίτια μπορεί να προκαλέσουν αιμολυτική αναιμία λόγω της άμεσης προσβολής των ερυθροκυττάρων ή έμμεσα ως αποτέλεσμα της δράσης των προϊόντων τους στα ερυθροκύτταρα. Η AAA μπορεί να παρατηρηθεί σε περιστατικά λείσμανίωσης, ερλιχίωσης, διροφιλαρίωσης, αιμοτρόπου μυκοπλάσμωσης και πιροπλάσμωσης.^{6,10} Η ανοσολογικής αιτιολογίας αιμόλυση μπορεί να παρατηρηθεί και σε λεμφοϋπερπλαστικά νοσήματα, όπως τα λεμφώματα και οι λευχαιμίες.⁶ Φάρμακα που συχνά χορηγούνται στην κλινική πράξη και δυνητικά πυροδοτούν AAA είναι τα αντιβιοτικά (πενικιλίνες, κεφαλοσπορίνες, τριμεθοπρίμη-σουλφοναμίδες), τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη (όπως η παρακεταμόλη), τα αντιαρρυθμικά, κ.ά.^{4,10} Η ανοσολογική αιμολυτική αναιμία απαντάται, επίσης, σε αντιδράσεις υπερευαισθησίας κατά τη μετάγγιση αίματος, τον εμβολιασμό και την ισοερυθρόλυση των νεογνών.¹¹

Η μηχανική βλάβη των ερυθρών αιμοσφαιρίων (μικροαγγειοπαθητική αιμολυτική αναιμία) συνοδεύει ορισμένες παθολογικές καταστάσεις και νοσήματα, όπως η αγγειίτιδα, η διάσπαρτη ενδοαγγειακή πήξη (ΔΕΠ) (η αναιμία εξαιτίας του συνδρόμου ΔΕΠ μπορεί να είναι και αιμορραγική εξαιτίας των πολλαπλών αιμορραγιών), το αιμαγγειοσάρκωμα, η διροφιλαρίωση και ορισμένα νοσήματα του ήπατος, του σπλήνα και του μυοκαρδίου.^{4,6,10}

Η αναιμία με σωματία Heinz μπορεί να εκδηλωθεί μετά από τη δράση ποικίλων παραγόντων, οι οποίοι ταυτοποιούνται συνήθως εύκολα κατά τη λήψη του ιστορικού του ασθενούς ζώου. Η χορήγηση ορισμένων φαρμάκων (π.χ. παρακεταμόλη, βενζοκαΐνη), καθώς και η κατανάλωση κρεμμυδιών, σκόρδου και των προϊόντων τους, αποτελούν γνωστά αίτια της αναιμίας με σωματία Heinz.^{4,12,13} Η αναιμία με σωματία Heinz μπορεί να συνοδεύει ορισμένες ενδοκρινολογικές, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης και ο υπερθυρεοειδισμός, καθώς και νεοπλάσματα, όπως το λέμφωμα.^{10,12,14} Επιπλέον, ορισμένες χημικές ουσίες (π.χ. βαρέα μέταλλα, προπυλενική γλυκόλη, φαινόλες) μπορεί να προκαλέσουν αναιμία, με σωματία Heinz, ενώ η αιμολυτική αναιμία, η οποία εμφανίζεται σε περιστατικά με υποφωσφαταιμία, μπορεί περιστασιακά να συνδέεται με την παραγωγή σωματίων Heinz.^{4,6,12}

Η αιμολυτική αναιμία εξαιτίας κληρονομικών γενετικών διαταραχών των ερυθρών αιμοσφαιρίων σπάνια συναντάται στην κλινική πράξη και περιλαμβάνει διαταραχές της κυτταροπλασματικής μεμβράνης των ερυθροκυττάρων (π.χ. συγγενής ελλειπτοκυττάρωση, συγγενής στοματοκυττάρωση), διαταραχές των ενζύμων των ερυθροκυττάρων (π.χ. ανεπάρκεια φωσφοφρουκτοκινάσης, ανεπάρκεια πυροσταφυλικής κινάσης, πορφύρα της γάτας, ανεπάρκεια της αναγωγάσης της μεθαιμοσφαιρίνης) και άλλες παθολογικές καταστάσεις, όπως η συγγενής μη σφαιροκυτταρική αιμολυτική αναιμία (αναφέρεται σε Beagle και Poodle), στην οποία δεν υπάρχουν ενδείξεις διαταραχών της μορφολογίας ή των ενζύμων των ερυθρών αιμοσφαιρίων.^{4,15-18}

> Μη αναγεννητική αναιμία

Η μη αναγεννητική αναιμία είναι η συχνότερη αναιμία στην κλινική πράξη.¹⁹ Μπορεί να προκύψει είτε εξαιτίας διαταραχών των αρχέγονων κυττάρων του μυελού των οστών, των ρυθμιστών τους και του μικροπεριβάλλοντος του μυελού είτε εξαιτίας διαταραχών στους ρυθμιστές του πολλαπλασιασμού των μεταγενέστερων σταδίων των ερυθρών αιμοσφαιρίων, όπως η ερυθροποιητίνη, οι κυτταροκίνες και ο σίδηρος.¹⁹ Για την εμφάνιση της αναιμίας που οφείλεται σε μειωμένη ερυθροποίηση είναι πιθανόν να απαιτηθούν αρκετές εβδομάδες ή μήνες, καθώς ο χρόνος ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο σκύλο και στη γάτα είναι 100 - 120 ημέρες και



70 - 78 ημέρες, αντίστοιχα.¹⁹ Στη μη αναγεννητική αναιμία, ο αριθμός των δικτυοερυθροκυττάρων στο αίμα είναι μικρός ή μηδενικός και ως εκ τούτου η μη αναγεννητική αναιμία είναι ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη.^{9,20} Εξαιρέσεις αποτελούν οι διατροφικές αναιμίες, οι αναιμίες που οφείλονται σε μυελοϋπερπλαστικές διαταραχές και κάποιες περιπτώσεις αναιμίας της χρόνιας νόσου.⁹ Η μη αναγεννητική αναιμία μπορεί να οφείλεται i) στην παρουσία χρόνιας νόσου, ii) σε διαταραχή της ερυθροποιητίνης, iii) σε διαταραχές του μυελού των οστών, iv) σε διατροφικές διαταραχές και v) σε οξεία ή υπεροξεία αιμορραγία ή αιμόλυση (πρώτες 48 με 96 ώρες).

Η αναιμία της χρόνιας νόσου (επίσης αποκαλείται και αναιμία της φλεγμονής) αποτελεί τη συχνότερα συναντώμενη αναιμία στα ζώα συντροφιάς.¹⁹ Η παραγωγή των φλεγμονογόνων κυτταροκινών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διαθεσιμότητας του σιδήρου, της ερυθροποίησης και της διάρκειας ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων.¹⁹ Οι εργαστηριακές εξετάσεις αποκαλύπτουν συνήθως μια ήπια ως μέτριου βαθμού, ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη αναιμία.¹⁸ Επιπλέον, η αναιμία αυτή συνοδεύεται και από μειωμένα επίπεδα σιδήρου και τρανσφερίνης στον ορό του αίματος και φυσιολογικά ή αυξημένα επίπεδα φερριτίνης.^{19,20} Η αναιμία της χρόνιας νόσου μπορεί να είναι το αποτέλεσμα τόσο λοιμωδών νοσημάτων (βακτηριακών, ιογενών, πρωτοζωικών, μυκητιακών) όσο και διαταραχών μη λοιμώδους αιτιολογίας (ανοσολογικών, νεοπλασματικών).⁴ Βέβαια, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αναιμία που συνοδεύει τη νεοπλασία, μπορεί να είναι αποτέλεσμα και πιθανής αιμορραγίας, αιμόλυσης, μυελόφθισης, μυελοϊνώσεως ή μυελοδυσπλασίας.^{19,21}

Η αναιμία λόγω διαταραχών της ερυθροποιητίνης έχει ως κύριο παθογενετικό μηχανισμό την καταστολή της παραγωγής της ερυθροποιητίνης και μπορεί να προκληθεί είτε από χρόνια νεφρική νόσο είτε από ορισμένες ενδοκρινολογικές. Η αναιμία της χρόνιας νεφρικής νόσου (ή χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας), η οποία αναφέρεται στην τελικού σταδίου νεφρική νόσο ή ανεπάρκεια, είναι κυρίως το αποτέλεσμα της έλλειψης ερυθροποιητίνης και της ουραιμίας.^{19,22} Αυτού του τύπου η αναιμία είναι ήπια ως μέτριας σοβαρότητας, ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη, με φυσιολογική κατανομή του σιδήρου, εκτός εάν συνυπάρχει φλεγμονή.¹⁹ Η αναιμία που σχετίζεται με διαταραχή της ερυθροποιητίνης μπορεί να είναι δευτερογενής στην παρουσία ενδοκρινικών νοσημάτων, όπως ο υποθυρεοειδισμός, ο υποφλοιοεπινεφριδισμός και ο υποφυσιακός νανισμός.¹⁹ Η αναιμία λόγω υποθυρεοειδισμού ή υποφλοιοεπινεφριδισμού είναι συνήθως ήπια, ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη.²³

Η μη αναγεννητική αναιμία μπορεί να είναι αποτέλεσμα των ακόλουθων διαταραχών του μυελού των οστών: της απλασίας/υποπλασίας του μυελού ή αποκλειστικά της ερυθροειδούς σειράς του (απλαστική αναιμία ή εκλεκτική απλασία της ερυθρο-

ειδούς σειράς, αντίστοιχα), της μυελόφθισης, της μυελοδυσπλασίας και της μυελοϊνώσεως. Όλες αυτές οι διαταραχές, εκτός από την εκλεκτική απλασία της ερυθροειδούς σειράς, αφορούν δύο ή και τις τρεις κυτταρικές σειρές του μυελού των οστών και κατά συνέπεια η αναιμία συνυπάρχει με λευκοκυτταροπενία ή/και θρομβοκυτταροπενία. Η εκλεκτική απλασία της ερυθροειδούς σειράς οδηγεί σε σοβαρή ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη αναιμία, με απόλυτη δικτυοερυθροκυτταροπενία και σχεδόν πλήρη απουσία των πρόδρομων μορφών των ερυθροκυττάρων στο μυελό των οστών.²⁴ Η εκλεκτική απλασία της ερυθροειδούς σειράς μπορεί να είναι ανοσοολογικής αιτιολογίας (θεωρείται τύπος μη αναγεννητικής αιμολυτικής αναιμίας), ιογενούς προέλευσης (οξεία εντερίτιδα από παρβοϊό, ιός της λευχαιμίας της γάτας) ή σπανιότερα συγγενής.²⁴⁻²⁶ Η απλαστική αναιμία (επίσης αποκαλείται και απλαστική πανκυτταροπενία) χαρακτηρίζεται από δικυτταροπενία ή παγκυτταροπενία και αντικατάσταση των αιμοποιητικών κυττάρων του μυελού των οστών από λιπώδη ιστό.²⁷ Λοιμώδη νοσήματα όπως η ερlichίωση, η οξεία εντερίτιδα από παρβοϊό, η λείσμανίωση και η ιστοπλάσμωση στο σκύλο και η ιογενής λευχαιμία, η ιογενής ανοσοανεπάρκεια και η πανλευκοπενία της γάτας, αποτελούν συχνά αίτια απλασίας του μυελού των οστών.²⁷ Ο υπεροιστρογονισμός, είτε ενδογενούς αιτιολογίας (π.χ. σερτολίωμα) είτε ιατρογενούς λόγω υπερδοσίας οιστρογόνων, μπορεί επίσης να οδηγήσει σε απλασία του μυελού των οστών στο σκύλο και στη γάτα, αν και οι σκύλοι είναι περισσότερο ευαίσθητοι στα υψηλά επίπεδα των οιστρογόνων στο αίμα.^{19,27} Παροδική απλαστική αναιμία αναφέρεται κατά την ακτινοθεραπεία και τη χημειοθεραπεία (χορήγηση αζαθειοπρίνης, κυκλοφωσφαμίδης, κλπ.), καθώς και μετά από τη χορήγηση άλλων φαρμάκων, όπως η φαινυλβουταζόνη, η σουλφαδιαζίνη, η γκριζεοφουλβίνη, η χλωραμφενικόλη και η φεμπενταζόλη.^{18,19,27,28} Εφόσον δεν ανευρίσκεται κάποιος αιτιολογικός παράγοντας, η απλαστική αναιμία θεωρείται ιδιοπαθής.²⁹ Η αναιμία εξαιτίας μυελόφθισης προκύπτει δευτερογενώς σε χωροκατακτητική αλλοίωση του μυελού των οστών, κατά την οποία τα φυσιολογικά αιμοποιητικά κύτταρα του μυελού παραγκωνίζονται από νεοπλασματικά ή φλεγμονικά κύτταρα, καθώς και από κύτταρα του συνδετικού στρώματος.¹⁹ Οι εργαστηριακές εξετάσεις αποκαλύπτουν ήπια έως σοβαρή, ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη αναιμία, δικτυοερυθροκυτταροπενία και λευκοερυθροβλαστική αντίδραση.¹⁹ Στα νοσήματα που συνδέονται με αναιμία εξαιτίας μυελόφθισης περιλαμβάνονται τα αιμοποιητικά ή μεταστατικά νεοπλασμάτα του μυελού και τα νοσήματα που σχετίζονται με τη δημιουργία κοκκιωματώδους φλεγμονής στο μυελό των οστών.^{18,20} Τα μυελοδυσπλαστικά σύνδρομα είναι μια ετερογενής ομάδα διαταραχών των πρόδρομων αιμοποιητικών κυττάρων, που χαρακτηρίζεται από κυτταρική δυσπλασία στο αίμα και το μυελό των οστών και διάφορους συνδυασμούς αναιμίας, ουδετεροπενίας



και θρομβοκυτταροπενίας.¹⁹ Η μυελοδυσπλασία απαντάται και στο σκύλο και στη γάτα, αλλά είναι πιο συχνή σε γάτες που πάσχουν από ιογενή λευχαιμία.²⁰ Στο σκύλο, η μυελοδυσπλασία μπορεί να είναι γενετικής προέλευσης ή δευτερογενής εξαιτίας της χορήγησης ορισμένων φαρμάκων.¹⁹ Τα μυελοδυσπλαστικά σύνδρομα συνδέονται κατά κανόνα με μη αναγεννητική, ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη αναιμία.³⁰ Η μυελοϊνώση είναι η αντικατάσταση των φυσιολογικών αιμοποιητικών κυττάρων του μυελού των οστών από ινώδη συνδετικό ιστό που παράγεται από τους ινοβλάστες.²⁰ Η μυελοϊνώση μπορεί να οδηγήσει σε μια παρόμοια παθολογική κατάσταση, που αποκαλείται οστεοσκληρυνση ή μυελοσκληρυνση, στην οποία αντί για ινώδη συνδετικό ιστό, παράγεται οστίτης ιστός από οστεοβλάστες.^{20,31} Και τα δύο αυτά σύνδρομα είναι σπάνια και έχουν παρατηρηθεί στην ιογενή λευχαιμία της γάτας, σε σκύλους με συγγενή έλλειψη της πυροσταφυλικής κινάσης, σε καρκινώματα και σε περιπτώσεις όπου δεν ανευρίσκεται κάποιο υποκείμενο αίτιο (ιδιοπαθείς).²⁰ Τα περισσότερα ασθενή ζώα με τα σύνδρομα αυτά πάσχουν από σοβαρή αναιμία και εμφανίζουν λευκοερυθροβλαστική αντίδραση.¹⁹

Η διατροφική αιτιολογία αναιμία προκαλείται από παρατεταμένη έλλειψη βασικών για την παραγωγή των ερυθροκυττάρων αλάτων, βιταμινών και πρωτεϊνών.¹⁸ Η πιο συχνή αναιμία αυτής της κατηγορίας είναι η σιδηροπενική. Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για τη σύνθεση της αιμοσφαιρίνης και κατά συνέπεια η ανεπάρκεια σιδήρου μπορεί να προκαλέσει αναιμία, η οποία χαρακτηρίζεται ως μη αναγεννητική, αν και ήπια ως μέτρια αναγεννητικότητα μπορεί να παρατηρηθεί.³² Αν και οι διατροφικές ελλείψεις είναι το κύριο αίτιο σιδηροπενικής αναιμίας στον άνθρωπο, στα ζώα συντροφιάς αυτό είναι σπάνιο και αφορά κυρίως κουτάβια και γατάκια που διατρέφονται αποκλειστικά με γάλα.³² Η σιδηροπενική αναιμία στο σκύλο και στη γάτα είναι συνήθως το αποτέλεσμα εξωτερικής αιμορραγίας ή ανεπαρκούς εντερικής απορρόφησης του σιδήρου.³² Σχετικά με τους δείκτες των ερυθροκυττάρων, η οξεία σιδηροπενική αναιμία είναι ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη και μόνο μετά την πάροδο αρκετών εβδομάδων ή μηνών μετατρέπεται σε μικροκυτταρική και υπόχρωμη.^{9,32} Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η μικροκυττάρωση είναι φυσιολογική σε ορισμένες φυλές σκύλων, όπως τα Akita και τα Sharpei.²⁰ Η χαλκοπενία μπορεί, επίσης, να οδηγήσει σε αναιμία, η οποία σε αντίθεση με τη σιδηροπενική, είναι ορθοκυτταρική και ορθόχρωμη.^{18,32} Η απουσία βιταμινών, η οποία συνήθως παρατηρείται σε ζώα που πάσχουν από γαστρεντερικά ή παγκρεατικά νοσήματα, αποτελεί σπάνιο αίτιο αναιμίας στα ζώα συντροφιάς. Η έλλειψη της βιταμίνης B₁₂ και του φολικού οξέος προκαλεί μακροκυτταρική ή ορθοκυτταρική, ορθόχρωμη αναιμία, η οποία αποκαλείται και μεγαλοβλαστική.^{9,18} Η απουσία νιασίνης προκαλεί, επίσης, μακροκυτταρική και ορθόχρωμη αναιμία.⁵ Οι ανεπάρκειες σε πυριδοξίνη (βιταμίνη B₆) και ριβοφλαβίνη (βιταμίνη B₂), αν και εξαιρετικά

σπάνιες στην κλινική πράξη, μπορεί να οδηγήσουν σε μικροκυτταρική και υπόχρωμη αναιμία.⁹

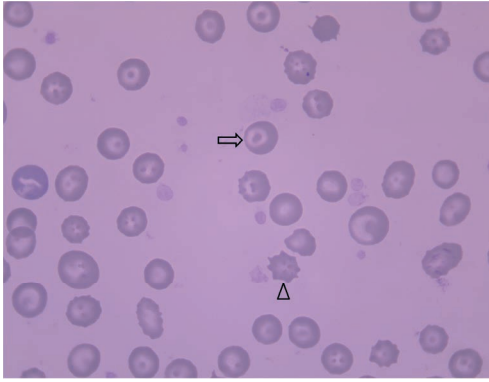
> Ερυθροκυττάρωση και πολυκυτταραιμία

Ως ερυθροκυττάρωση ορίζεται η αύξηση της συγκέντρωσης της αιμοσφαιρίνης, του αριθμού των ερυθροκυττάρων και του αιματοκρίτη άνω των φυσιολογικών ορίων.³³ Οι όροι ερυθροκυττάρωση και πολυκυτταραιμία συχνά χρησιμοποιούνται ως ταυτόσημοι, αν και η ερυθροκυττάρωση υποδεικνύει αύξηση στον αριθμό των ερυθρών αιμοσφαιρίων, ενώ η πολυκυτταραιμία αύξηση στον αριθμό των κυττάρων και των τριών κυτταρικών σειρών.³⁴ Η ερυθροκυττάρωση είναι κατά πολύ συχνότερη στην κτηνιατρική από την πολυκυτταραιμία.³⁴ Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ορισμένες φυλές σκύλων, όπως τα Greyhounds, τα Afghan hounds, τα Saluki και τα Whippet, έχουν φυσιολογικά πιο υψηλό αιματοκρίτη (συνήθως κοντά στο 60%).⁴ Η ερυθροκυττάρωση κατατάσσεται με βάση την αιτιολογία σε σχετική ή απόλυτη και επιπλέον, η απόλυτη ερυθροκυττάρωση χωρίζεται σε πρωτογενή (polycythemia vera) και δευτερογενή.³³

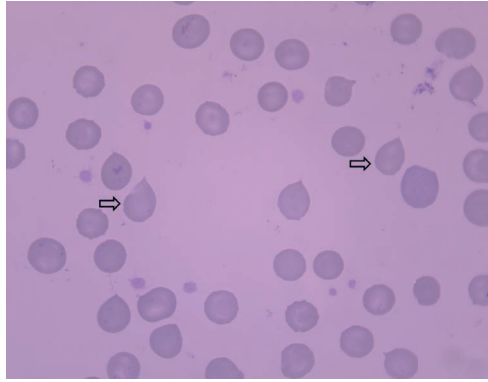
Στη σχετική ερυθροκυττάρωση, ο αριθμός των ερυθρών αιμοσφαιρίων είναι εντός των φυσιολογικών ορίων, αλλά ο αιματοκρίτης είναι αυξημένος, λόγω του μειωμένου όγκου του πλάσματος (αιμοσυμπύκνωση).³³ Η σχετική ερυθροκυττάρωση είναι ήπια έως μέτριου βαθμού και ο πιο συχνός τύπος ερυθροκυττάρωσης στο σκύλο και στη γάτα.³³ Η αφυδάτωση αποτελεί το συχνότερο αίτιό της.³⁴ Η σύσπαση του σπλήνα λόγω καταπόνησης, άγχους ή άσκησης μπορεί να προκαλέσει φυσιολογική ερυθροκυττάρωση, η οποία είναι ήπια ή μέτρια, παροδική και αφορά κυρίως το σκύλο, ενώ είναι πιθανόν να «καλύψει» τυχόν συνυπάρχουσα αναιμία.⁴ Όταν εγείρεται υποψία σύσπασης του σπλήνα, η αιμοληψία θα πρέπει να επαναλαμβάνεται με την ελάχιστη δυνατή καταπόνηση.³⁴

Η απόλυτη ερυθροκυττάρωση ορίζεται ως η αύξηση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων στο περιφερικό αίμα.³³ Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, διαχωρίζεται σε πρωτογενή (polycythemia vera) και δευτερογενή. Η αληθής απόλυτη πολυκυτταραιμία (polycythemia vera) είναι μια χρόνια μυελοϋπερπλαστική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από τον αυτόνομο κλωνικό πολλαπλασιασμό των προγονικών κυττάρων των ερυθρών αιμοσφαιρίων.³³ Η δευτερογενής ερυθροκυττάρωση είναι το αποτέλεσμα της αυξημένης παραγωγής ερυθροποιητίνης, η οποία επέρχεται συνήθως σε ζώα με συγγενείς καρδιοπάθειες (π.χ. τετραλογία του Fallot, παραμένων αορτικός πόρος) η χρόνια σοβαρή πνευμονοπάθεια και σε ζώα που διαβιούν σε μεγάλο υψόμετρο ή που υφίστανται σωματική εκπαίδευση (σκύλοι εργασίας).^{4,33,34} Επιπρόσθετα, τα νεφρικά νοσήματα φλεγμονώδους, νεοπλασματικής ή άλλης αιτιολο-





Εικόνα 1. Επίχρισμα αίματος σκύλου. Παρατηρείται ένα στοχοκύτταρο (βέλος) και ένα εχινόκύτταρο (κεφαλή βέλους) (Χρώση Giemsa, 100x αντικειμενικός φακός).



Εικόνα 2. Επίχρισμα αίματος σκύλου. Παρατηρείται ένα ζεύγος δακρυοκυττάρων (βέλος) (Χρώση Giemsa, 100x αντικειμενικός φακός).

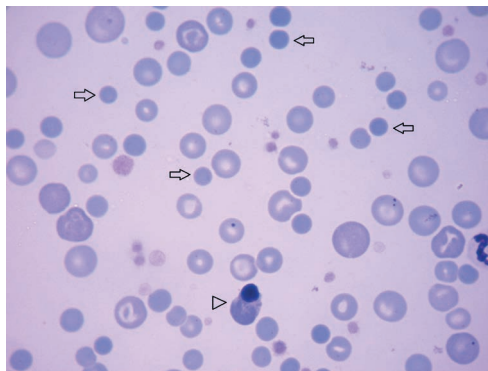
γίας (π.χ. αμυλοείδωση) μπορεί να προκαλέσουν δευτερογενώς παθολογική ερυθροκυττάρωση είτε άμεσα λόγω έκκρισης ερυθροποιητίνης είτε έμμεσα λόγω τοπικής υποξίας.^{33,34} Τέλος, ορισμένες ενδοκρινολογικές παθήσεις, όπως ο υπερφλοισεπινεφριδισμός και ο υπερθυρεοειδισμός, μπορεί να οδηγήσουν σε ήπια ερυθροκυττάρωση, εξαιτίας της ορμονικής διέγερσης της ερυθροποίησης.³³

> Εκτίμηση της μορφολογίας των ερυθροκυττάρων

Σε επιχρίσματα αίματος βαμμένα με χρωστικές τύπου Romanowsky αξιολογούνται τέσσερα χαρακτηριστικά των ερυθρών αιμοσφαιρίων: το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα και η πιθανή παρουσία εγκλείστων. Το χρώμα (ορθόχρωμη, υπόχρωμη) και το μέγεθος (μικροκυτταρική, ορθοκυτταρική, μακροκυτταρική) μπορούν να εκτιμηθούν τόσο ποσοτικά (δείκτες των ερυθρών αιμοσφαιρίων) όσο και ποιοτικά (επίχρισμα αίματος). Λαμβάνοντας υπόψη τα προηγούμενα, μόνο το σχήμα και τα εγκλείσματα των ερυθροκυττάρων θα συζητηθούν σε αυτή την ενότητα, καθώς πληροφορίες σχετικά με τη συσχέτιση του χρώματος και του μεγέθους των ερυθρών αιμοσφαιρίων με συγκεκριμένες αιματολογικές διαταραχές έχουν αναφερθεί προηγουμένως, με βάση τους δείκτες των ερυθροκυττάρων.

Με βάση την παθοφυσιολογία, ο σχηματισμός των ποικιλοκυττάρων οφείλεται σε διάφορες μεταβολές που επηρεάζουν πρωτογενώς ή δευτερογενώς τα ερυθροκύτταρα. Τροποποιήσεις στα λιπίδια ή στις πρωτεΐνες της κυτταροπλασματικής μεμβράνης των ερυθρών αιμοσφαιρίων οδηγούν στην εμφάνιση ακανθοκυττάρων, στοχοκυττάρων (Εικόνα 1), ελλειπτοκυττάρων και εχινόκυττάρων (ωστόσο τα τελευταία έχουν αρκετά περίπλοκη αιτιοπαθογένεια) (Εικόνα 1).^{35,36} Αντίστοιχα, η παρουσία σχιστοκυττάρων, κερατοκυττάρων και δακρυοκυττάρων

(Εικόνα 2) στην κυκλοφορία του αίματος οφείλεται σε μηχανική καταστροφή των ερυθροκυττάρων.^{35,36} Επιπλέον, η οξειδωτική βλάβη των ερυθροκυττάρων και ο κατακερματισμός τους εξαιτίας της ερυθροφαγοκυττάρωσης οδηγούν στο σχηματισμό εκκεντροκυττάρων και σφαιροκυττάρων (Εικόνα 3), αντίστοιχα, ενώ τα στοματοκύτταρα είναι κληρονομικής αιτιολογίας.^{35,36} Η εμφάνιση εχινόκυττάρων, δακρυοκυττάρων και στοματοκυττάρων στο επίχρισμα του αίματος, συνήθως, αποτελεί τεχνούργημα εξαιτίας ακατάλληλης προετοιμασίας του δείγματος.^{35,36} Η ταυτοποίηση των σφαιροκυττάρων είναι δύσκολη στη γάτα, καθώς η κεντρική διαύγαση των φυσιολογικών ερυθροκυττάρων δεν είναι εμφανής, ενώ τα εκκεντροκύτταρα ταυτοποιούνται πιο εύκολα σε επιχρίσματα που έχουν βαφεί με τη χρωστική του κυανού του μεθυλενίου.^{35,36} Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η ταυτόχρονη παρουσία σχιστοκυτ-



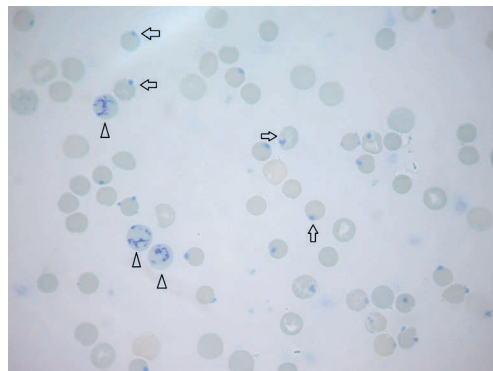
Εικόνα 3. Επίχρισμα αίματος σκύλου με ανοσολογική αιμολυτική αναιμία. Είναι εμφανής η πολυχρωματοφιλία και η ανισοκυττάρωση. Παρατηρούνται πολυάριθμα σφαιροκύτταρα (βέλος) και ένα ορθόχρωμο εμπύρνο ερυθρό αιμοσφαίριο (κεφαλή βέλους) (Χρώση Giemsa, 100x αντικειμενικό φακό).

**Πίνακας 2.** Συχνά αίτια ποικιλοκυττάρωσης

Μορφολογικές μεταβολές των ερυθροκυττάρων	Αντίστοιχα νοσήματα
Ακανθοκύτταρα	Διάσπαρτη ενδοαγγειακή πήξη, αιμαγγειοσάρκωμα, ηπατική νόσος, σπειραματονεφρίτιδα
Στοχοκύτταρα	Αναγεννητική αναιμία, σιδηροπενική αναιμία, συγγενής δυσερυθροποίηση
Δακρυοκύτταρα	Μυελοϊνωση, υπερσπληνισμός, σπειραματονεφρίτιδα
Εκκεντροκύτταρα	Νοσήματα που προκαλούν αναιμία με σωματία Heinz
Εχινοκύτταρα	Ουραιμία, σπειραματονεφρίτιδα, δήγματα φιδιών, ποικίλα νεοπλάσματα
Ελλειποκύτταρα	Διαταραχές του μυελού των οστών, ηπατική λιπίδωση, αναστομώσεις της πυλαίας φλέβας, σπειραματονεφρίτιδα
Κερατοκύτταρα	Σιδηροπενική αναιμία, μυελοδυσπλαστικά σύνδρομα, ηπατοπάθειες
Σχιστοκύτταρα	Διάσπαρτη ενδοαγγειακή πήξη, αιμαγγειοσάρκωμα, αγγείτιδα, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, σύνδρομο πρόσθιας κοίλης φλέβας εξαιτίας διροφιλαρίωσης, σπειραματονεφρίτιδα, μυελοϊνωση
Σφαιροκύτταρα	Ανοσολογική αιμολυτική αναιμία, παρασιτώσεις των ερυθροκυττάρων, δήγμα φιδιού ή εντόμου, τοξίκωση από ψευδάργυρο
Στοματοκύτταρα	Κληρονομικής αιτιολογίας

τάρων, κερατοκυττάρων και ακανθοκυττάρων είναι ενδεικτική λεμφώματος, αιμαγγειοσάρκωματος, ΔΕΠ, ηπατικής κίρρωσης, σπειραματονεφρίτιδας ή παγκρεατίτιδας.^{35,36} Επιπρόσθετα, στην περίπτωση δηγμάτων φιδιών παράγονται εχινοκύτταρα ή σφαιροκύτταρα, αναλόγως της χρονικής διάρκειας και της δόσης της τοξίνης.^{35,36} Περαιτέρω πληροφορίες για την αιτιολογία του σχηματισμού των ποικιλοκυττάρων παρέχονται στον Πίνακα 2.^{4,35,36}

Τα εμπύρνηνα ερυθρά αιμοσφαίρια (Εικόνα 3), όπως και τα δικτυοερυθροκύτταρα, απαντώνται συχνότερα σε ζώα με αναγεννητική αναιμία (Πίνακας 3). Νοσήματα του σπλήνα και του μυελού των οστών,

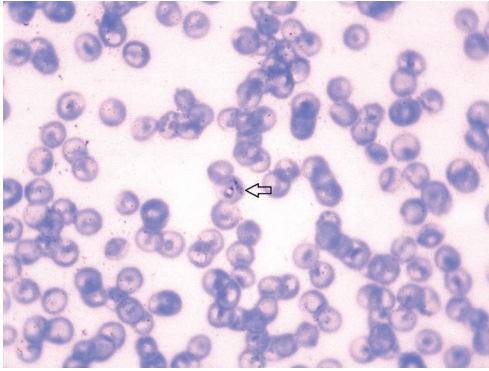


Εικόνα 4. Επίχρισμα αίματος σκύλου με αναιμία με σωματία Heinz. Παρατηρούνται πολυάριθμα σωματία Heinz (βέλος), καθώς και τρία δικτυοερυθροκύτταρα (κεφαλή βέλους) (Χρώση κυανό του μεθυλενίου, 63x αντικειμενικό φακό).

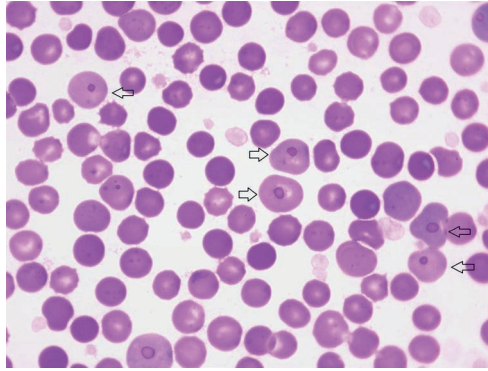
όπως τα αιμοποιητικά νεοπλάσματα, η μυελοϊνωση και τα μυελοδυσπλαστικά σύνδρομα, συνδέονται με αυξημένο αριθμό εμπύρνηνων ερυθρών αιμοσφαιρίων στο περιφερικό αίμα, συμπεριλαμβανομένων και των πιο άωρων μορφών των πρόδρομων κυττάρων της ερυθροειδούς σειράς, όπως οι ερυθροβλάστες και τα προερυθροκύτταρα. Αντίθετα η τοξίκωση από μόλυβδο προκαλεί νορμοβλασταιμία, η οποία συνήθως δεν συνοδεύεται από αναιμία.^{35,36}

Τα σωματία Howell-Jolly είναι πυρηνικά υπολείμματα, τα οποία παρατηρούνται στο κυτταρόπλασμα των ερυθροκυττάρων και εμφανίζονται ως στρόγγυλα, αμιγώς βασίφιλα έγκλειστα που ποικίλουν σε μέγεθος. Υπό φυσιολογικές συνθήκες απομακρύνονται από το σπλήνα. Στις υγιείς γάτες μπορεί να βρεθούν σε μικρό αριθμό στο αίμα, λόγω της ιδιαίτερης δομής του σπλήνα τους. Η αναγεννητική αναιμία, η υπολειτουργία του σπλήνα, η σπληνεκτομή και τα γλυκοκορτικοειδή αποτελούν τα κύρια αίτια της αύξησης του αριθμού των σωματίων Howell-Jolly στο περιφερικό αίμα.^{35,36}

Τα σωματία Heinz αποτελούν συσσωματώματα οξειδωμένης, εκφυλισμένης αιμοσφαιρίνης, τα οποία στα βαμμένα με χρωστικές τύπου Romanowsky επιχρίσματα εμφανίζονται ως μικρές, ερυθρές έως ανοικτόχρωμες ρόδινες προσεκβολές στην επιφάνεια των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Σε επιχρίσματα αίματος που βάφονται με κυανό του μεθυλενίου, αυτές οι δομές βάφονται μπλε-πράσινες, οπότε καθίστανται και περισσότερο εμφανείς (Εικόνα 4). Σε υγιείς γάτες, τα σωματία Heinz μπορούν να παρατηρηθούν σε περισσότερο του 5% των ερυθροκυττάρων εξαιτίας της μειωμένης απομάκρυνσής τους



Εικόνα 5. Επίχρισμα αίματος σκύλου με προπλάσμιση. Παρατηρείται ένα ζεύγος από αχλαδόσχημους μεροζωΐτες της *Babesia canis* (βέλος) εντός ερυθρού αιμοσφαιρίου (Χρώση Giemsa, 100x αντικειμενικό φακό).



Εικόνα 6. Επίχρισμα αίματος σκύλου με νόσο του Carré. Παρατηρούνται πολυάριθμα έγκλειστα του ιού (βέλος) εντός ερυθρών αιμοσφαιρίων (Χρώση Diff-Quick, 100x αντικειμενικό φακό).

από το σπλήνα και της προδιάθεσης της γάτας στην εκφύλιση της αιμοσφαιρίνης της από ενδογενείς οξειδωτικές ουσίες.³⁵ Η αιτιολογία του σχηματισμού των σωματίων Heinz έχει ήδη περιγραφεί εκτενώς στην αναιμία με σωματία Heinz.

Η βασίφιλη στίξη αναφέρεται στην παρουσία στικτών έγκλειστων μέσα στα ερυθροκύτταρα, τα οποία βάφονται μπλε (σε επιχρίσματα αίματος βαμμένα με χρωστικές τύπου Romanowsky) και αναπαριστούν συσσωματώματα ριβοσωματίων και πολυριβοσωματίων. Η βασίφιλη στίξη θα πρέπει να διαφοροποιείται από τα κοκκία αιμοσιδηρίνης, τα οποία συνήθως παρατηρούνται συγκεντρωμένα σε ομάδες. Στα ζώα συντροφιάς η βασίφιλη στίξη εμφανίζεται σπάνια σε αναγεννητική αναιμία, ενώ όταν παρατηρείται σε απουσία σοβαρής αναιμίας, η τοξίκωση από μόλυβδο αποτελεί την πιθανότερη διάγνωση.^{35,36}

Τα έγκλειστα αιμοσιδηρίνης (επίσης γνωστά και ως σωματία Pappenheimer) είναι έγκλειστα που περιέχουν σίδηρο, τα οποία σε επιχρίσματα αίματος βαμμένα με χρωστικές τύπου Romanowsky, εμφανίζονται ως βασίφιλα κοκκία που διατάσσονται σε ομάδες και εντοπίζονται στην περιφέρεια του ερυθροκυττάρου. Η χρώση με κυανό της Πρωσσίας είναι απαραίτητη για την επιβεβαίωση της παρουσίας των έγκλειστων αυτών. Τα ερυθροκύτταρα ή τα

δικτυοερυθροκύτταρα με έγκλειστα αιμοσιδηρίνης καλούνται επίσης και σιδηροκύτταρα, απαντώνται σπάνια έως καθόλου στα φυσιολογικά επιχρίσματα αίματος και συνδέονται με μυελοϋπερπλαστικές διαταραχές, αιμολυτική αναιμία, δυσερυθροποίηση και τοξίκωση από μόλυβδο.^{35,36} Τα εμπύρρινα ερυθρά αιμοσφαίρια με έγκλειστα αιμοσιδηρίνης καλούνται σιδηροβλάστες και εμφανίζονται σε μυελοδυσπλαστικά σύνδρομα, μυελοϋπερπλαστικές διαταραχές ή παρουσία φλεγμονής.^{35,36}

Τα συχνότερα λοιμώδους αιτιολογίας έγκλειστα των ερυθροκυττάρων περιλαμβάνουν το ενδοκυτταρικό πρωτόζωο *Babesia* spp., τα επικυτταρικά μυκοπλάσματα, *Mycoplasma haemofelis* και *Mycoplasma haemocanis*, καθώς και τα έγκλειστα της νόσου του Carré. Οι *Babesia* spp. είναι ωσειδή έως αχλαδόσχημα (συνήθως) έγκλειστα, τα οποία έχουν άχρωμο έως ελαφρώς μπλε κυτταρόπλασμα και ερυθρό έως ιώδες πυρήνα σε επιχρίσματα που βάφονται με χρωστικές τύπου Romanowsky.³⁵ Η *Babesia canis* είναι ευμεγέθης και επομένως εύκολα εντοπίσιμη (Εικόνα 5). Αντίθετα, οι *Babesia felis* και *Babesia gibsoni* είναι μικρές και είναι δύσκολο να εντοπιστούν σε επιχρίσματα αίματος. Τα αιμοτρόπα *Mycoplasma* spp. τυπικά εμφανίζονται ως κόκκοι και σπανιότερα ως δακτύλιοι ή ράβδοι, που βάφονται στις αποχρώσεις του μπλε με χρωστικές τύπου Romanowsky.³⁵ Τα *Mycoplasma haemofelis* ανευρίσκονται ως

Πίνακας 3. Ημιποσοτικοποίηση της αναγεννητικότητας των ερυθρών αιμοσφαιρίων στην αναιμία. Τροποποιημένο από Weiss D και Tvedten H, 2004⁵

Βαθμός απόκρισης του μυελού των οστών	Ποσοστό των δικτυοερυθροκυττάρων (%)			Απόλυτος αριθμός δικτυοερυθροκυττάρων (/μL)		
	Σκύλοι	Γάτες (συσσωρευτικού τύπου δικτυοερυθροκύτταρα)	Σκύλοι	Γάτες (συσσωρευτικού τύπου δικτυοερυθροκύτταρα)	Γάτες (στικτού τύπου δικτυοερυθροκύτταρα)	
Φυσιολογικός	1	0-0.4	60,000	<15,000	<200,000	
Ήπιος	1-4	0.5-2	150,000	50,000	500,000	
Μέτριος	5-20	3-4	300,000	100,000	1,000,000	
Αυξημένος	21-50	5+	>500,000	>200,000	1,500,000	



μονήρεις σχηματισμοί ή σε βραχείες αλύσους, σε αντίθεση με τα *Mycoplasma haemocanis*, τα οποία παρατηρούνται σε αλύσους με διάφορα σχήματα.³⁵ Τα ιογενή έγκλειστα της νόσου του Carré είναι γκριζο-μπλε και ποικίλουν σε μέγεθος και σχήμα.³⁵ Σχηματίζονται εντός των πρόδρομων μορφών των ερυθροκυττάρων και εξαιτίας αυτού, απαντώνται

συχνότερα σε πολυχρωματόφιλα ερυθροκύτταρα, αν και μπορεί να βρεθούν και στα ώριμα ερυθρά αιμοσφαίρια.³⁵ Το αίτιο είναι άγνωστο, ωστόσο είναι γεγονός ότι τα έγκλειστα της νόσου του Carré είναι πιο εύκολα αναγνωρίσιμα μετά από χρώση τους με Diff-Quik (Εικόνα 6).³⁵

> Βιβλιογραφία

- Weiss D, Tvedten H. The complete blood count and bone marrow examination: general comments and selected techniques. In: Small animal clinical diagnosis by laboratory methods. Willard MD, Tvedten H (ed). 4th edn. Elsevier: St. Louis, 2004, pp. 14-37.
- Harvey JW. Hematology procedures. In: Veterinary hematology: a diagnostic guide and color atlas. Harvey JW (ed). 1st edn. Elsevier Saunders: St. Louis, 2012, pp. 11-32.
- Furlanello T, Tasca T, Caldin M, Carli E, Patron C, Tranquillo M, Lubas G, Solano Gallego I. Artfactual changes in canine blood following storage, detected using the ADVIA 120 hematology analyzer. *Vet Clin Pathol* 2006, **35(1)**: 42-46.
- Stockham SL, Scott MA. Erythrocytes. In: Fundamentals of veterinary clinical pathology. Stockham SL, Scott MA (ed). 2nd edn. Blackwell Publishing: Ames, 2008, pp. 110-221.
- Weiss D, Tvedten H. Erythrocyte Disorders. In: Small animal clinical diagnosis by laboratory methods. Willard MD, Tvedten H (ed). 4th edn. Elsevier: St. Louis, 2004, pp. 38-62.
- Giger U. Regenerative anemias caused by blood loss or hemolysis. In: Textbook of veterinary internal medicine. Ettinger SL, Feldman EC (ed). 6th edn. Saunders Elsevier: St. Louis, 2004, pp. 1886-1907.
- Jones Hostetter S, Andreasen CB. Anemia. In: Veterinary clinical pathology secrets. Cowell RL (ed). 1st edn. Elsevier Inc.: St. Louis, 2004, pp. 12-17.
- Mills J. Anaemia. In: Manual of canine and feline haematology and transfusion medicine. Day MJ, Mackin A, Littlewood JD (ed). 1st edn. BSAVA: Gloucester, 2000, pp. 29-41.
- Bush BM. Red blood cells (RBCs). In: Interpretation of laboratory results for small animal clinicians. Bush BM (ed). 1st edn. Blackwell Publishing: Oxford, 1991, pp. 31-131.
- Gough A. Hematological findings. In: Differential diagnosis in small animal medicine. Gough A (ed). 1st edn. Blackwell Publishing: Oxford, 2007, pp. 317-324.
- Duval D, Giger U. Vaccine-associated immune-mediated hemolytic anemia in the dog. *J Vet Intern Med* 1996, **10**: 290-295.
- Desnoyers M. Anemias associated with oxidative injury. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 239-245.
- Fernandez FR, Davies AP, Teachout DJ, Krake A, Christopher MM, Perman V. Vitamin K-induced Heinz body formation in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1984, **20**: 711-772.
- Christopher MM. Relation of endogenous Heinz bodies to disease and anemia in cats: 120 cases (1978-1987). *J Am Vet Med Assoc* 1989, **194**: 1089-1095.
- Kaneko JJ. The porphyrias and porphyrinurias. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 172-178.
- Giger U. Hereditary erythrocyte enzyme abnormalities. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 179-186.
- Inaba M, Messick JB. Erythrocyte membrane defects. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 187-195.
- Jain NC. Depression or hypoproliferative anemias. In: Essentials of veterinary hematology. Jain NC (ed). 1st edn, Lea & Febiger: Philadelphia, 1993, pp. 210-221.
- Feldman BF. Nonregenerative anemia. In: Textbook of veterinary internal medicine. Ettinger SL, Feldman EC (ed). 6th edn. Saunders Elsevier: St. Louis, 2004, pp. 1908-1917.
- Couto CG. Anemia. In: Small animal internal medicine. Nelson RW, Couto CG (ed). 4th edn. Elsevier Inc.: St. Louis, 2009, pp. 1209-1224.
- Fry MM. Anemia of inflammatory, neoplastic, renal, and endocrine diseases. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 246-250.
- Nangaku M, Eckardt K. Pathogenesis of renal anemia. *Semin Nephrol* 2006, **26**: 261-268.
- Pancieria D. Conditions associated canine hypothyroidism. *Vet Clin N Am Small Anim Pract* 2001, **31**: 935-950.
- Weiss DJ. Pure red cell aplasia. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 251-255.
- Weiss DJ. Bone marrow pathology in dogs and cats with nonregenerative immune-mediated anemias. *J Comp Pathol* 2008, **138**: 46-53.
- Moore AH, Day MJ, Graham MWA. Congenital pure red blood cell aplasia (Diamond - Blackfan anaemia) in a dog. *Vet Rec* 1993, **132**: 414-415.
- Weiss DJ. Aplastic anemia. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 256-260.
- Weiss DJ. Aplastic anemia in the cat - clinicopathologic features and associated disease conditions 1996 - 2004. *J Fel Med Surg* 2006, **8**: 203-206.
- Weiss DJ. A retrospective study of the incidence and the classification of bone marrow disorders in the dog at a veterinary teaching hospital. *J Vet Intern Med* 2006, **20**: 955-961.
- Weiss DJ. Myelodysplastic syndromes. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 467-474.
- Weiss DJ. Chronic inflammation and secondary myelofibrosis. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 112-117.
- Weiss DJ. Iron and copper deficiencies and disorders of iron metabolism. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 167-171.
- Randolph JF, Peterson ME, Stokol T. Erythrocytosis and polycythemia. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 162-166.
- Hasler AH. Polycythemia. In: Textbook of veterinary internal medicine. Ettinger SL, Feldman EC (ed). 6th edn. Saunders Elsevier: St. Louis, 2004, pp. 215-218.
- Harvey JW. Evaluation of erythrocytes. In: Veterinary hematology: a diagnostic guide and color atlas. Harvey JW (ed). 1st edn. Elsevier Saunders: St. Louis, 2012, pp. 49-121.
- Barger AM. Erythrocyte morphology. In: Schalm's veterinary hematology. Weiss DJ, Wardrop KJ (ed). 6th edn. Blackwell Publishing Ltd.: Ames, 2010, pp. 144-161.
- Moritz A, Fickenscher Y, Meyer K, Failing K, Weiss J. Canine and feline hematology reference values for the ADVIA 120 hematology system. *Vet Clin Pathol* 2004, **33(1)**: 32-38.