



Hematologija ptica – uzorkovanje, krvna slika i morfologija ćelija

Mirna Robić^a, Siniša Faraguna^{a*}, Ena Oster^b, Ivan Vlahek^c,
Valerija Benko^d, Maja Belić^a

^aSveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za patofiziologiju, Zagreb, Hrvatska

^bSveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za farmakologiju i toksikologiju, Zagreb, Hrvatska

^cSveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za uzgoj životinja i stočarsku proizvodnju, Zagreb, Hrvatska

^dSveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela, Zagreb, Hrvatska

*Autor za kontakt: sfaraguna@vef.unizg.hr

SAŽETAK

Hematologija ptica je područje koje se tek u poslednjih nekoliko godina počelo intenzivnije razvijati i istraživati zbog sve većeg interesa za držanje ptica kao kućnih ljubimaca, a time se stvorila i potreba za dijagnostikom i lečenjem. Određivanje kompletne krvne slike ptica se u zadnje vreme sve češće izvodi u dijagnostičkim laboratorijama za koju je potrebno osim stručnosti i iskustva hematologa, i odgovarajuća oprema kao i reagensi. Određivanje diferencijalne krvne slike ptica je veliki izazov zbog morfološki sličnih ćelija te je potreban izuzetan opor kako ne bi došlo do zamene pojedinih vrsta ćelija. Na broj i morfologiju krvnih ćelija ptica utiču brojni endogeni i egzogeni faktori s kojima je dobro biti upoznat zbog što bolje i preciznije interpretacije dobijenih hematoloških nalaza. Patološke promene u dobijenim rezultatima hematoloških analiza javljaju se zavisno od vrste ptice, težini te dužini trajanja procesa.

KLJUČNE REČI: ptice, hematologija, hemogram, leukociti

Uvod

U današnje vreme popularnost ptica kao kućnih ljubimaca raste, a time se povećava i njihov broj kao pacijenata u veterinarskim ambulancama. Kako bi se očuvao zdravstveni status kao i dobrobit ove vrste životinja, provođenje zdravstvenih pregleda je od ključnog značaja. Jedan od osnovnih parametara za procenu zdravlja životinja, dijagnostiku bolesti i uspešnost terapije je određivanje krvnih parametara, odnosno procena kompletne krvne slike (Poljičak-Milas, 2012; Jones, 2015). Krv ptica, kao i sisara, je tečnost koja prenosi hranjive materije, krajnje produkte metabolizma, kao i kiseonik te ugljen-dioksid, zatim hormone i druge aktivne supstance od mesta njihovog stvaranja do organa i tkiva na koje deluju, osiguravajući humoralnu korelaciju (Rusov, 2002). Krv se sastoji od krvnih ćelija i to eritrocita, leukocita i trombocita, suspendiranih u krvnoj plazmi. Da bi se održala homeostaza krvnih ćelija u organizmu kojom se održava broj pojedinih ćelija krvi u fiziološkim vrednostima, krvne ćelije se moraju neprekidno obnavljati. Poremećaji ravnoteže između stvaranja normalnih krvnih ćelija u hematopoetskim organima i tkivima te njihovog životnog veka, zbog ubrzane razgradnje ili povećanog gubljenja iz organizma, dovode do kvantitativnih i kvalitativnih promena ćelija pojedinih ili svih krvnih loza. Ove promene se manifestiraju u vidu različitih bolesti hematopoeznih organa i krvi (Belić i Cincović, 2021).

Hematološka analiza je jeftina i vrlo jednostavna metoda kojom se dobijaju objektivni i pouzdani rezultati hematoloških parametara. Izrazito je bitan dijagnostički test u hematologiji ptica s obzirom da nam rezultati mogu dati bitne informacije o zdravstvenom i nutritivnom statusu jединke te o adaptaciji na okolinu (Campbell, 1988). U ptica se procena zdravstvenog statusa ne može odrediti pomoću komercijalnih hematoloških analizatora nego se većina parametara određuje ručno pa su iz toga razloga hematološke analize složenije nego u sisavaca. Razlog složenosti izvođenja hematoloških analiza je specifičnost i raznolikost u morfologiji i broju krvnih ćelija različitih vrsta ptica. Sve krvne ćelije ptica poseduju jedro što predstavlja problem u korištenju automatske diferencijacije ćelija. Osim navedenog, krvna slika ptica podložna je različitim unutrašnjim (pol, dob, doba parenja) i vanjskim (godišnje doba, temperatura, okoliš, stres, mjesto vađenja krvi) faktorima pod čijim se uticajem menja. Unatoč sve većem broju literaturnih podataka o hematološkim parametrima ptica još uvek su ti podaci za veliki broj vrsta iz ove porodice životinja nepotpuni.

Hematološkom pretragom najčešće se mogu ustanoviti poremećaji kao što su: anemije, upale, parazitemije i promene hematopoetskog tkiva. Kompletna krvna slika ptica obuhvata crvenu i belu krvnu sliku. Crvenu krvnu sliku čine ukupan broj eritrocita, hematokrit, koncentracija hemoglobina i

eritrocitne konstante, dok belu krvnu sliku čine ukupan broj leukocita, diferencijalna krvna slika te morfološka procena krvnih ćelija (Rusov, 1984). Danas se još uvek vrše sistemske analize i istraživanja morfologije krvnih ćelija kod ptica zbog izuzetne šarolikosti vrsta i složenosti u građi uobličjenih elemenata krvi, ali i hemostazi (Fontes Pinto i sar., 2018; Prokić i sar., 2019; Russell i Heatley, 2022). Noviji radovi pokazuju da je hematologija kod ptica od velike važnosti, bilo da se radi o proceni infekcije ili o proceni stresnog stanja kao najznačajnijeg opšteg nespecifičnog odgovora organizma (Yadav i sar., 2021; Nwaigwe i sar., 2020). I na kraju, ali ne manje važno u našoj široj geografskoj regiji od velikog interesa je da se pojedine vrste ptica dodatno istraže kako bi ih sačuvali, pa je poznavanje i razvijanje kliničke i istraživačke hematologije i biohemije od velike važnosti, bilo da želimo ispitati obeležje vrste, bilo da parametre posmatramo kao indikatore zdravlja ili indikatore prisustva mikroelemenata ili teških metala u okruženju (Carisch i sar., 2019; Crnić i sar., 2021).

Uzimanje krvi

Među različitim vrstama ptica postoje velike varijacije u veličini. Za razliku od sisara, u kojih zapremina krvi iznosi oko 6-8% telesne mase, u ptica ona je oko 10%. To omogućava uzimanje 10-20% od ukupnog volumena krvi zdrave životinje. Zapremina krvi, koja se može uzeti od ptica, ovisi ne samo od njihove veličine, već i od zdravstvenog statusa (Rusov, 1984). Ovisno od vrste i veličine ptice, njenog zdravstvenog statusa i potrebne količine krvi za analizu, prvo je bitno odrediti mesto punkcije krvnog suda. Ukoliko se odredi da se uzorak krvi uzme iz vene, onda se odabere odgovarajuća vena i odredi se njen položaj. Uzimanje uzoraka krvi iz arterije obavlja se izrazito retko, jer je postupak teži nego kod punkcije vene. Mesto na koži se očisti od perja i dezinfikuje najčešće 70%-tnim alkoholom. Kod malih ptica, u brizgalici i igli za punkciju često dolazi do grušanja uzorka krvi, kao i formiranja hematoma na mestu punkcije. Zbog toga se krv mora uvlačiti u brizgalicu izrazito sporo i oprezno. Antikoagulansi heparin i EDTA se mogu koristiti kod uzorkovanja krvi ptica, premda postoje negativne strane oba antikoagulansa (Campbell, 1988; Campbell, 1994; Forrester i sar., 1994; Hawkey and Dennett, 1988). Zbog izrazito brze koagulacije krvi kod nekih ptica se savetuje upotreba epruveta s dodatkom litijum-heparina kao antikoagulansa iz razloga što EDTA kao najčešće upotrebljavati antikoagulans kod ptica uzrokuje hemolizu ćelija te geliranje krvnog seruma za biohemijske analize. Po drugoj strani upotreba heparina kao antikoagulansa uzrokuje agregaciju trombocita i leukocita te može promeniti apsolutni broj leukocita (Hernandez, 1990, 1991a, 1991b; Joseph, 1995, 1999).

Punkcija jugularne vene - Uzimanje krvi iz jugularne vene može se obaviti u većine vrsta ptica, a naročito kod mladih pilića, telesne mase manje od 100 grama, i drugih malih ptica koje nemaju veće vene za punkciju. Desna jugularna vena se češće nalazi bliže ispod kože nego leva, a mesto za uzimanje krvi je manje obraslo perjem i može se lako vizualizovati. Jugularna vena je vrlo pokretljiva i pre punkcije se savetuje dobro fiksiranje.

Punkcija krilnih vena - Ulnarna ili brahijalna vena (tzv. krilna vena), je smeštena potkožno i dobro se vidi. Zbog toga se ona kod ptica najčešće koristi za uzimanje krvi.

Uzimanje krvi iz okcipitalnog venskog sinusa - Od patke, guske i nekih drugih ptica, telesne mase preko 400 grama, mogu se za kratko vreme dobiti veće količine krvi iz okcipitalnog venskog sinusa, koji se nalazi između dorzalne baze lubanje i prvog vratnog pršljena. Postupak uzimanja krvi zavisi od starosti i veličine ptice.

Hematološka analiza

Nakon samog postupka vađenja krvi potrebno je odmah napraviti krvne razmaze. Idealno je krvne razmaze napraviti direktno iz krvi koja se još uvek nalazi u brizgalici i nije pomešana s antikoagulansom kako bi sprečili eventualno negativno delovanje antikoagulansa na krvne ćelije (npr. hemoliza) (Belić i sar., 2017). Krvne razmaze potrebno je dobro osušiti na vazduhu nakon čega ih se može obojati Wrightovim bojanjem (Weiss i Wardop, 2010).

Određivanje krvnih parametara najbolje je napraviti čimprije nakon vađenja krvi, jer stajanjem krvi dolazi do kvalitativnih i kvantitativnih promena krvnih ćelija što utiče na pouzdan finalni nalaz.

Ćelije periferne krvi se ispituju da bi se utvrdile njihove osnovne morfološke, fizičke i hemijske osobine. Najčešće se ispituje ukupan broj eritrocita, vrednost hematokrita, koncentracija hemoglobina, eritrocitne konstante, ukupan broj leukocita, kao i broj trombocita i njihova uloga u hemostazi i koagulaciji krvi.

Hematokrit - Pod hematokritom se podrazumeva zapremina mase eritrocita u uzorku krvi u odnosu na ukupan volumen/zapreminu krvi. Određuje se pomoću mikrocevčica i mikrocentrifuge. Nakon

centrifugiranja na čitaču se očitava hematokrit koji se izražava u postocima (Belić i sar., 2017). Ovisno o vrsti ptice, hematokrit se kreće od 32-61% što je puno više nego u gmizavaca (Gylstoroff i Grimm, 1987).

Koncentracija hemoglobina - Hemoglobin je najvažniji sastojak eritrocita. Za određivanje koncentracije hemoglobina u krvi najčešće se koristi spektrofotometrijska metoda s cijanomethemoglobinskim reagensom. Pre samog merenja apsorbancije na spektrofotometru potrebno je krv koja je pomešana s reagensom centrifugirati kako jedra iz hemoliziranih eritrocita ne bi uticala na optičku gustinu (Belić i sar., 2017). Koncentracija hemoglobina u ptica je najčešće od 7,0-28,7 g/dL (Gylstoroff i Grimm, 1987).

Ukupan broj eritrocita - Ukupan broj eritrocita se u ptica određuje ručno metodom pomoću Natt-Herrick-ove rastvora i komorice za brojanje eritrocita u kojoj se broje eritrociti pod mikroskopskim povećanjem 40 x (Weiss i Wardrop, 2010).

Eritrocitne konstante - Za utvrđivanje stanja eritropoeze, posebice vrste i stupnja anemije, potrebno je izračunati sledeće eritrocitne konstante: MCV (prosečan volumen eritrocita), MCH (prosečna količina hemoglobina u eritrocitima) i MCHC (prosečna koncentracija hemoglobina u eritrocitima) izračunavamo pomoću formula iz prethodno opisanih parametara crvene krvne slike (Strik i sar., 2007).

Ukupan broj leukocita - Hematološke metode za određivanje hemograma, posebno leukograma, i ispitivanje hematopoeze zdravih ptica, u nekim slučajevima se mogu primeniti za dijagnostiku različitih patoloških stanja, kao što su leukemoidne reakcije, popratne patološke leukocitoze i leukopenije, zatim anemije i neki oblici leukemija (Ferris and Bacha, 1984). Određivanje ukupnog broja leukocita može se odrediti pomoću nekoliko metoda (Strik i sar., 2007). Svaka metoda ima svoje prednosti i nedostatke, a tačnost rezultata zavisi od iskustva hematologa (Belić i sar., 2017).

Morfologija i funkcija krvnih ćelija

Morfologija krvnih ćelija pod mikroskopom predstavljani su na slikama 1 do 6 i predstavljaju originalne fotografije iz sopstvenih zbirki autora.

Eritrociti - Eritrociti u ptica su ćelije s jedrom, ovalnog oblika koje sadrže visoku koncentraciju hemoglobina. Eritrocit je specijalizovana ćelija koja normalno živi, ovisno o vrsti ptica, 4-6 nedelja, i koja svim tkivima donosi kisik, a iz njih prenosi ugljen-dioksid (Rusov, 2002). Eritrociti u obojenim razmazima po Wright-Giemsi imaju poluprečnik koji se, shodno vrsti ptice, kreće po dužini od 15,5 do 10,7, a širini od 7,0 do 4,0 μm . Životni vek eritrocita ptica kreće se kod kokoši od 28 – 32, pataka 39 – 42, a prepelice 33 – 35 dana (Rusov, 2002). U mladih jedinki, na primer kod kod beloglavih supova (*Gyps fulvus*) možemo često naći i određeni postotak polihromatofila, što je slučaj i kod odraslih jedinki gde je fiziološki pronaći do 5% polihromatofila. Za razliku od polihromatofila u sisara, u ptica su ove ćelije manje od zrelih eritrocita, okruglije su, boje se bazofilnije te imaju veće jedro od zrelog eritrocita.

Leukociti - Leukociti ptica dele se na granulocite i agranulocite. Granulociti u perifernoj krvi ptica uključuju heterofile, eozinofile i bazofile, dok agranulocite delimo na monocite i limfocite. Do sada su dokazane brojne varijacije u različitim vrsta ptica u ukupnom broju leukocita, morfologiji granula te njihovoj koncentraciji u perifernoj krvi.

Heterofili - Heterofili čine najveći broj granulocita kod nekih vrsta ptica, npr. kod papagaja. To su velike, okrugle ćelije sa segmentiranom jedrom i citoplazmatskim granulama štapičastog oblika narandžasto-crvenkaste boje. Važno je napomenuti da citoplazmatske granule kod nekih vrsta ptica mogu varirati od ovalnih do okruglih. Zreli heterofili mogu pokazivati i toksične promene koje upućuju na jačinu i postojanje upalnog odgovora (Campbell, 1995).

Eozinofili - Eozinofili ptica su morfološki i funkcionalno slični eozinofilima u sisara. Citoplazmatske granule eozinofila su uglavnom okruglog oblika i tamnije sivo-plave boje nego kod heterofila. Jedro eozinofila je okruglastog oblika, obično s dva segmenta i obojeno je tamnije nego jedro heterofila. Funkcija eozinofila ptica slična je onoj u sisara, jer je njihov broj povećan kod parazitarne infekcije, ali i drugih tipova antigenske stimulacije.

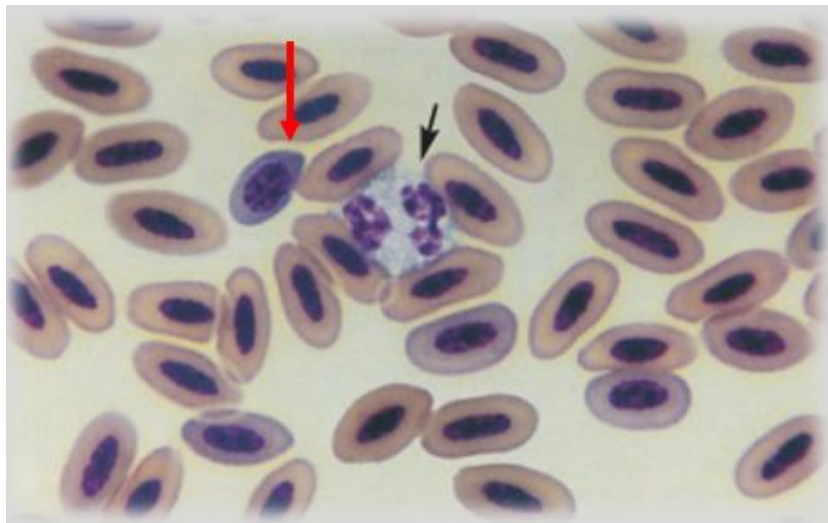
Bazofili - Bazofili ptica su okruglog ili ovalnog oblika s okruglim do ovalnim jedrom i izraženim, okruglim, bazofilnim granulama. U krvi zdravih jedinki se nalazi veći broj bazofila nego eozinofila. Ovakvi nalazi su potvrđeni u brojnim vrstama ptica, kao npr. kokoši, fazani, guske, labudovi i sl. (Rusov i Petrović, 1968). U ptica, bazofili imaju značajnu ulogu u akutnim upalnim procesima, kao i trenutnim hipersenzitivnim reakcijama, ali se razlikuju od onih u sisara jer ne doprinose kasnoj hipersenzitivnosti (Rusov, 2002).

Limfociti - Limfociti su kod većine vrsta ptica najbrojnije ćelije krvi. Imunofluorescentnim metodama je dokazano da limfociti periferne krvi pilića čine oko 14% B-limfociti i 72% T-limfociti. To su okrugle

ćelije koje variraju u veličini pa tako možemo u krvnome razmazu pronaći male, srednje i velike limfocite. Jedro im je okruglo te je centralno položeno u ćeliji, dok je citoplazma bazofilna i izrazito oskudna u odnosu na jezgru. Prilikom određivanja diferencijalne krvne slike potrebno je paziti da se mali limfociti morfološki ne zamene za trombocite. Stanja koja izazivaju imunološki odgovor u perifernoj krvi povremeno se mogu pronaći veliki limfociti, reaktivni limfociti i limfoblasti. Limfocitoza je često posledica lučenja endogenog kortikosterona izazvanog jakim stresom, dok je limfopenija prolazna pojava u raznim stresnim stanjima (akutna infekcija, krvarenje, aplikacija egzogenog ACTH) te usled oštećenja limfopoetskog tkiva ionizirajućim zračenjem, hemijskim sredstvima, lekovima te metastazama malignih neoplazija (Rusov, 2002).

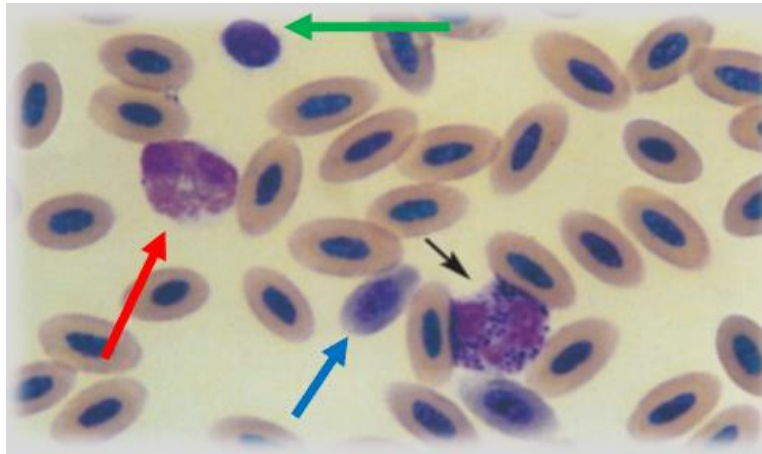
Monociti - Monociti su uglavnom velike ćelije, okruglog do ovalnog oblika s obilnom bledom plavičastom citoplazmom i nepravilnim jedrom. Reaktivni monociti često sadrže i vakuole. Čine 1-3% ukupne populacije leukocita u cirkulaciji. Smanjeni broj monocita u perifernoj krvi u ptica javlja se izrazito retko dok se povišeni broj monocita u krvi ptica najčešće javlja kod nekih parazitaranih infekcija, tuberkuloze, akutne i kronične leukoze, različitih trovanja i sl. (Rusov, 2002).

Trombociti - Trombociti ptica su okrugle do slabo ovalne ćelije s jedrom. Citoplazma im je najčešće svetlo-ljubičasta u kojoj su neravnomjerno raspoređeni sitni prostori koji trombocitima daju izgled mrežaste ili penušave strukture. Na polovima trombocita najčešće nalazimo jednu, dve ili više acidofilnih granula koje su međusobno povezane. Morfološki trombociti mogu biti reaktivni i nezreli. Reaktivni trombociti imaju tendenciju da poprime morfološki vretenasti oblik. Nalaz većeg broja vakuola i grnula u trombocitima ukazuje na nespecifičan stimulus. Vrsta ptice, dob, reproduktivno stanje i zdravstveno stanje ptica utiču na broj trombocita u krvi. Broj trombocita u krvi mlađih jedinki nekih vrsta ptica je niži nego u odraslih. Trombociti u cirkulaciji imaju fagocitnu i hemostatsku ulogu. Smanjeni broj trombocita može nastati kao posledica smanjenog stvaranja trombocita u koštanoj srži ili njihove povećane razgradnje usled delovanja različitih agensa (npr. arsen, antibiotici, sulfonamidi, bakterijski toksini, gljivice i ionizirajuće zračenje), dok se povećanje broja trombocita retko javlja.



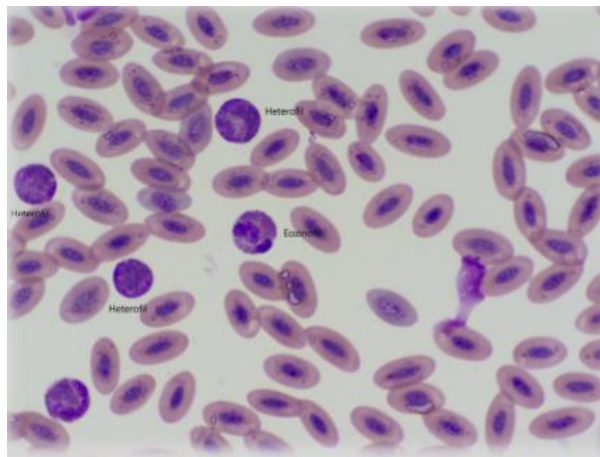
Slika 1. Polihromatofilni eritrocit (crvena strelica) i eozinofil (crna strelica) bez vidljivih granula zbog upotrebe brzog bojanja po Romanowskom (iz vlastite zbirke)

Figure 1. Polychromatophilic erythrocyte (red arrow) and eosinophil (black arrow) without visible granules due to the use of rapid Romanowski staining (from own collection)



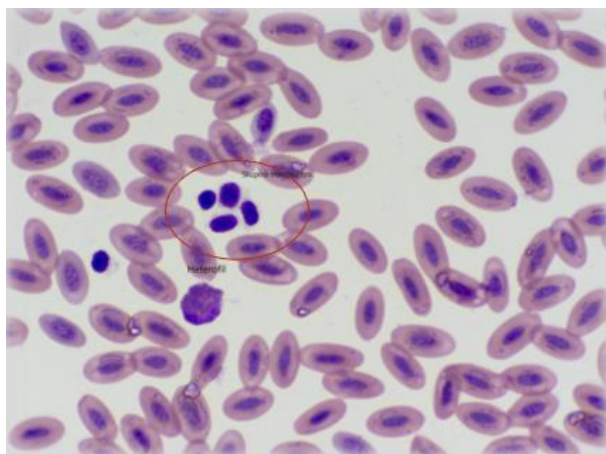
Slika 2. Polihromatofilni eritrocit (plava strelica), eozinofil (crna strelica), heterofil (crvena strelica) i trombocit (zelena strelica) (iz vlastite zbirke)

Figure 2. Polychromatophilic erythrocyte (blue arrow), eosinophil (black arrow), heterophil (red arrow) and platelet (green arrow) (from own collection)



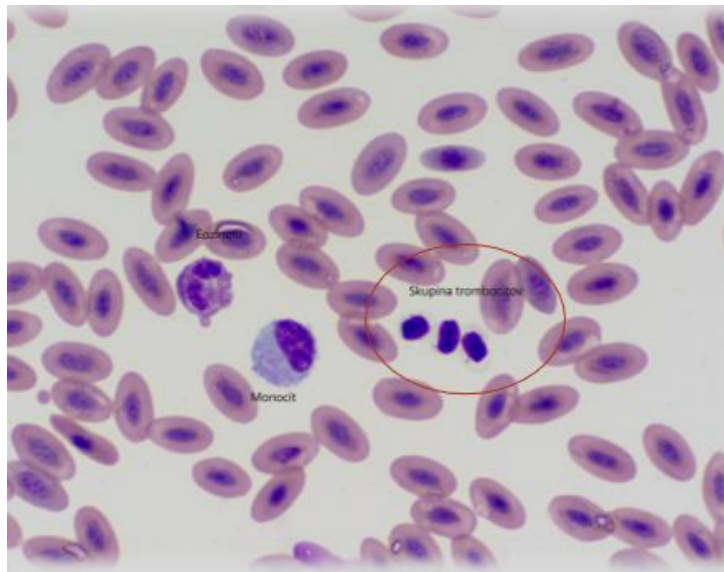
Slika 3. Na slici su označeni granulociti (heterofili i eozinofili) s vidljivim granulama u citoplazmi (iz vlastite zbirke)

Figure 3. The image shows granulocytes (heterophils and eosinophils) with visible granules in the cytoplasm (from our own collection)



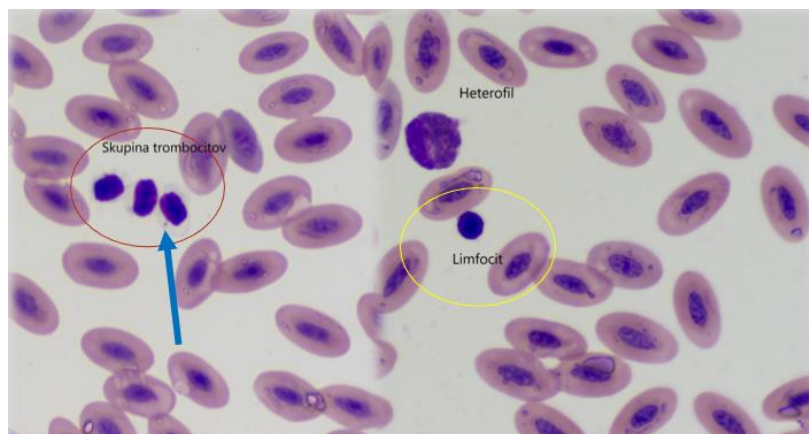
Slika 4. Krvni razmaz beloglavog supa (*Gyps fulvus*). Skupina trombocita (crveni krug) i heterofil (iz vlastite zbirke)

Figure 4. Blood smear of griffon vulture (*Gyps fulvus*). Platelet group (red circle) and heterophile (from own collection)



Slika 5. Krvni razmaz beloglavog supa (*Gyps fulvus*). Monocit, eozinofil i skupina trombocita (crveni krug) (iz vlastite zbirke)

Figure 5. Blood smear of griffon vulture (*Gyps fulvus*). Monocyte, eosinophil and platelet group (red circle) (from own collection)



Slika 6. Krvni razmaz beloglavog supa (*Gyps fulvus*). Morfološki prikaz skupine trombocita (crveni krug) i limfocita (žuti krug) (iz vlastite zbirke)

Figure 6. Blood smear of griffon vulture (*Gyps fulvus*). Morphological representation of a group of platelets (red circle) and lymphocytes (yellow circle) (from our own collection)

Zaključak

Kako bi pravilno izveli hematološku analizu ptica, nužno je poznavati metode određivanja hematoloških parametara, morfološke karakteristike eritrocita, leukocita, različitih promena u krvnoj slici kod različitih vrsta, moguće hemoparazite te uticaj različitih faktora na određene krvne parametre. Bez obzira što je do današnjeg dana istražen veći broj različitih vrsta ptica kojima su već određene referentne vrednosti za pojedine hematološke i biokemijske parametre, još uvek postoji velika potreba za daljnim i savremenim istraživanjima kako bi se brže, efikasnije i jednostavnije obradila krv ptica te dobili još pouzdaniji i tačniji rezultati koji bi doveli do egzaktnije interpretacije i dijagnoze.

Literatura

- Belić, M., Turk, R., Lukač, M., Veršec, I., Robić, M. 2017. Hematologija gmazova. Veterinarska stanica, 48: 379–390.
- Belić B., Cincović M. 2021. Specijalna patološka fiziologija. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Departman za veterinarsku medicinu.
- Campbell, T.W. 1988. Avian hematology and cytology. Iowa State University Press.

- Campbell, T.W. 1994. Hematology. Avian Medicine: Principles and Application. Wingers Publishing, Lake Worth, Florida. PP: 176-198.
- Campbell, T.W. 1995. Avian hematology and cytology. Iowa State University Press.
- Carisch, L., Stirn, M., Hatt, J. M., Federer, K., Hofmann-Lehmann, R., Riond, B. 2019. White blood cell count in birds: evaluation of a commercially available method. BMC veterinary research, 15(1): 1-7.
- Crnić, A. P., Bilandžić, N., Sedak, M., Medunić, G., Horvat, M., Horvat, I., ... & Faraguna, S. 2021. Selenium and trace metal levels in tissues of wild birds from an area contaminated with superhigh-organicsulphur Raša coal and ash. Arhiv Za Higijenu Rada i Toksikologiju, 72: 66-66.
- Ferris, M. i Bacha, J.W. 1984. A New Method for the Identification and Enumeration of Chicken Heterophils and Eosinophils. Avian Dis. 1: 179-182.
- Fontes Pinto, F., Lopes, C., Malhão, F., & Marcos, R. 2018. Unraveling avian and reptilian hematology: An optical and electron microscopic study of the buffy coat. Veterinary Clinical Pathology, 47(3): 407-414.
- Forrester, D.J. Telford, S.R. and Foster, G.W. 1994. Blood parasites of raptors in Florida. J. Raptor. Research, 18: 226.
- Gylstroff J. i Grimm, F. 1987. Vogelkrankheiten, Stuttgart.
- Hawkey, C.M. and Hart, M.G. 1988. An analysis of the evidence of hyperfibrinogenemia in birds with bacterial infections. J. of Avian Pathology. 18: 515.
- Hernandez, M. 1990. Clinical hematology and blood chemistry values for the Common Buzzard (*Buteo buteo*). Journal of Raptor Res. 24: 113.
- Hernandez, M. 1991a. Blood chemistry in raptors. Proc. First. Conf. of European Committee Assos. of Avian Veterinarians. PP. 411.
- Hernandez, M. 1991b. Raptor clinical hematology. Proc. First. Conf. of European Committee Assos. of Avian Veterinarians. PP: 420.
- Jones, M. P. (2015). Avian hematology. Clinics in laboratory medicine, 35(3): 649-659.
- Joseph, V. 1995. Laboratory diagnostics: An overview of its application for avians. UC Davis Avian/Exotic Class syllabus.
- Joseph, V. 1999. Raptor hematology and chemistry evaluation. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice. 2: 689-699.
- Nwaigwe, C. U., Ihedioha, J. I., Shoyinka, S. V., Nwaigwe, C. O. 2020. Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. Veterinary World, 13(10): 2294.
- Poljičak-Milas, N. 2012. Uvod u hematološke pretrage, web predavanje; https://lms.vef.hr/pluginfile.php/15749/mod_resource/content/1/UVOD%20U%20HEMATOLO%20C2%A9KE%20PRETRAGE.pdf . Pristupljeno 7. prosinca 2022.
- Prokić, V. S., Davidov, I., Belić, B., Novakov, N., Aleksić, J., Lakić, I. 2019. Morphometric Parameters of Erythrocytes in Juvenile Mandarin Ducks *Aix galericulata*. Brazilian Journal of Poultry Science, 21.
- Rusov, Č. 1984. Osnovi hematologije životinja. Naučna knjiga, Beograd.
- Rusov, Č. 2002. Hematologija ptica. Savezni sekretarijat za razvoj i nauku, Beograd.
- Rusov, Č., Petrović, P. 1968. Ispitivanje krvne slike pilića uzrasta do 60 dana. Vet. Glasnik 1: 29-39.
- Russell, K. E., & Heatley, J. J. 2022. Avian Hemostasis. Schalm's Veterinary Hematology, 865-874.
- Strik, N.I., Allemen, A.R. i Harr, K.E. 2007. Circulating inflammatory cells. CRC Press.
- Weiss, D.J., Wardrop K.J. 2010. Schalm's Veterinary Hematology. Wiley-Blackwell.
- Yadav, J. V., Lakshman, M., Madhuri, D., & Kannaki, T. R. 2021. Hematological Alterations in the Colored Broiler Chicken Experimentally Infected with Nephro-Pathogenic Avian Infectious Bronchitis Virus. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 10(01): 1937-1946.

Avian hematology - sampling, complete blood count and cell morphology

Mirna Robić^a, Siniša Faraguna^{a*}, Ena Oste^{rb}, Ivan Vlahek^c,
Valerija Benko^d, Maja Belić^a

^a University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathophysiology, Zagreb, Croatia

^b University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Zagreb, Croatia

^c University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Institute for Animal Breeding and Livestock Production, Zagreb, Croatia

^d University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Fish and Bee Biology and Pathology, Zagreb, Croatia

* Contact author: sfaraguna@vef.unizg.hr

ABSTRACT

Avian hematology is an area that only in the last few years has begun to develop and research more intensively due to the growing interest in keeping birds as pets, and thus the need for diagnostics and treatment has also been created. Determining the complete blood count of birds has recently been performed more and more often in diagnostic laboratories, which requires, in addition to the expertise and experience of a hematologist, appropriate equipment and reagents. Determining the differential blood count of birds is a great challenge due to morphologically similar cells, and an exceptional opter is required in order not to replace certain types of cells. The number and morphology of blood cells in birds are influenced by numerous endogenous and exogenous factors, which it is good to be familiar with for better and more accurate interpretation of the obtained hematological findings. Pathological changes in the obtained results of hematological analyzes occur depending on the type of bird, its weight and the duration of the process.

KEY WORDS: birds, hematology, hemogram, leukocytes.

PRIMLJEN: 09.12.2022.

PRIHVAĆEN: 20.12.2022.