

Хематологични параметри при животните и човека

Десислава Абаджиева, Александра Николова

Кръвта не само е изключително важна за нашето здраве и поддържането на физиологичните функции, но може да бъде и показателна за проблемите в тялото. С изучаването на кръвта се занимава специален раздел на медицината, наречен *хематология*.

Тази статия представя общ преглед на хематологичните параметри и някои фактори, влияещи върху техните стойности. Съставът на кръвта се променя според факторите на околната среда, както и спрямо начина на протичане на жизнените процеси и генетични фактори. Настъпващите промени са важни при оценката на отговора на животни-

Всеки човек още от детската си възраст е виждал кръв и вероятно се е плашил от нея при неизбежните ожулвания и наранявания. Кръвта понякога предизвиква страх, а понякога – поетично въодушевление. В културата тя е наситена със символно значение – достатъчно е да си спомним изрази като „кръвта вода не става“, „лоша кръв“, „кръвни братя“ и т.н. За науката обаче тя е течна съединителна тъкан – вътрешна среда на организма заедно с другите видове тъкани, които обединяват всички клетки в тялото, осигурявайки самото функциониране на живота.

те към различните ситуации, на които са изложени.

Хематологията изследва броя и морфологията на клетъчните елементи в кръвта – червени клетки (еритроцити), бели клетки (левкоцити) и тромбоцити. Терминът „хематологични“ включва всички

онези параметри, които са свързани с кръвта и органите на кръвообразуването. Кръвните изследвания са инструмент, който помага за откриването на всяко отклонение от нормалния статус в тялото. Те дават възможност да се открие наличието на метаболити и/или други съставки в тялото на животните. Без съмнение е жизненоважната

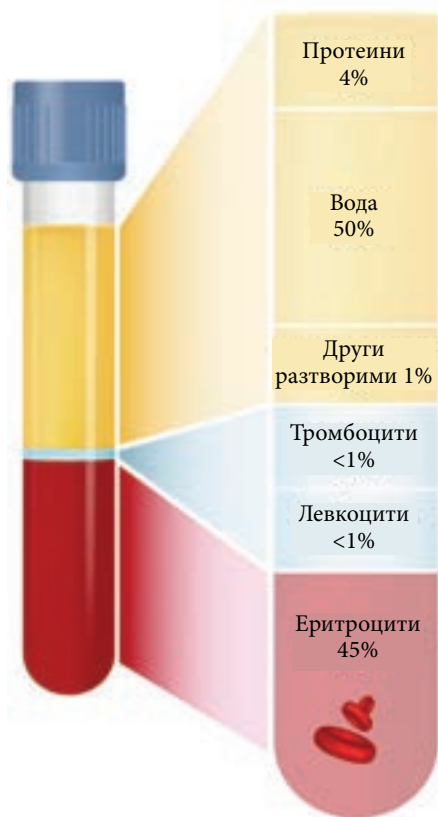
роля на получените стойности за оценка на физиологичното, метаболитно или патологично състояние на организма. Хематологичните изследвания могат да предоставят важна информация за диагностика и прогноза на редица заболявания, като отразяват промени в състава на кръвта.

Кръвта, която е жизненоважна специфична съединителна тъкан, се състои от специализирани клетки, суспендирани в междуклетъчно вещество, известно като плазма. Кръвната плазма има жълт цвят, по своя състав е около 90% вода, неорганични соли – натриеви и калциеви йони, както и протеини – албумин, фибриноген и глобулин. Основната ѝ функция е поддържане на хомеостазата (стабилно състояние на системата на организма), но също така тя пренася хранителни вещества и отпадъци в тялото.

Хематологични компоненти, като броят на червени или бели кръвни клетки, среден корпускуларен обем или среден обем на червените кръвни клетки (MCV), среден корпускуларен хемоглобин (MCH), концентрацията на хемоглобина (Hb) са ценни за проследяване показатели. Всички тези параметри се използват за описване на броя на еритроцитите и промяна в стойностите им в дадена посока. Повишената MCV често се придружава от повишена MCH, т.е. обемът на червените кръвни клетки се увеличава, тъй като тяхното съдържание на хемоглобин се е увеличило. Това е известно като макроцитна (увеличени клетки), хиперхромна (увеличени цветни клетки) или мегалобластна анемия. Това показва недостиг на витамин B12 или фолиева киселина.

Червените кръвни клетки (*еритроцитите*) служат като носител на хемоглобина. Това е металопrotein, съдържащ

желязо, пренасящ кислород в червените кръвни клетки на всички гръбначни животни с някои изключения. Някои видове риби имат безцветна кръв. Те не се нуждаят от носител на кислород и могат да извличат разтворен кислород от заобикалящата ги среда. Безгръбначните животни, като октоподи и ракообразни използват хемоцианин вместо хемоглобин за транспортиране на кислород в тялото. Този протеин е богат на мед, което придава син цвят на кръвта им.



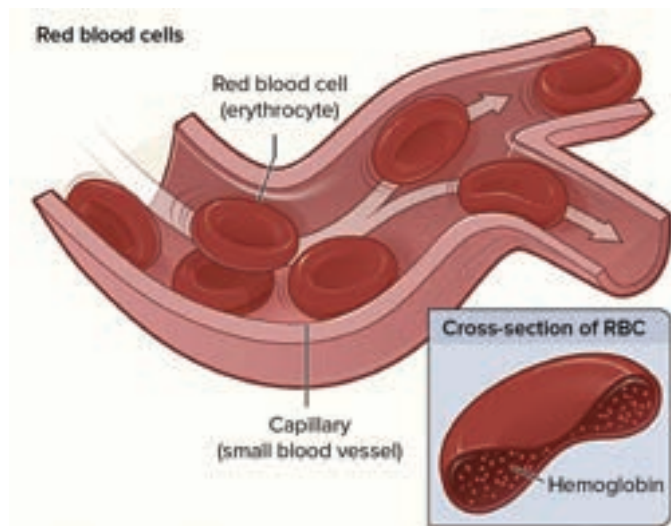
Общите пропорции, в които се намират компонентите на кръвта

Източник: Nemi C. Jain. Essentials of Veterinary Hematology. Lea & Febiger, Philadelphia, 1993

Хемоглобинът има физиологична функция да транспортира кислород до тъканите, необходим за окисляване на погълнатата храна, така че да се освободи енергия за другите функции на тялото, както и за транспортирането на въглеродния диоксид извън тялото. Интересен факт е промяната на цвета на клетките – на етап еритробласти е син, по-късно става сив и само напълно узрелите еритроцити придобиват червен цвят. Пълното узряване на червените кръвни клетки отнема около 7 дни. След като узреят, те напускат костния мозък и циркулират в кръвта за около 100 – 120 дни, като в един милилитър кръв има около 5 милиарда червени кръвни клетки. Зрелите еритроцити на бозайниците, за разлика от тези при птиците, не притежават ядро или повечето органи. Това оставя повече пространство за хемоглобин и придава на клетката различна форма. Двой-

новдълбнатата им форма позволява на кислорода да преминава ефективно в цитоплазмата на клетката, тъй като повърхността на клетката е голяма в сравнение с вътрешния обем и това спомага на клетките да протичат гладко през кръвоносните съдове.

Процентът (%) на червените кръвни клетки в кръвта е известен като хематокрит (Hct или PCV) или обемна фракция на еритроцитите. Този показател е отговорен за преноса на кислород и абсорбирането на хранителни вещества. Повишен клетъчен обем показва по-добро транспортиране, но води и до висока концентрация на червени кръвни клетки в кръвта (т. нар. полицитемия). Драматично намаленият им брой води до диагностициране на анемия, а също така служи като показател за оценка капацитета на костния мозък да произвежда червени кръвни клетки при бозайниците.



Нормални червени кръвни клетки, които текат свободно в кръвоносен съд. Вмъкнатото изображение показва напречно сечение на нормална червена кръвна клетка с нормален хемоглобин
 Източник: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/sickle-cell-disease>

Белите кръвни клетки (*левкоцити, WBC*) са с по-голям размер от червените кръвни клетки, имат ядро и митохондрии, с продължителност на живот 2 – 4 дни. Описани са пет основни вида, които са разделени в две групи: гранулоцити, (всички тези клетки имат гранули в цитоплазмата, когато са оцветени и се наблюдават под микроскоп); и агранулоцити (нямат гранули в цитоплазмата).

Основните им функции са да се борят с инфекциите. Те защитават тялото чрез фагоцитоза срещу инвазия от чужди



Схематично представяне на петте основни вида левкоцити

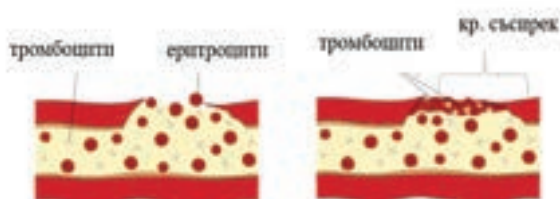
организми и отговарят за транспортирането и разпределянето на антитела като имунен отговор. Индивиди с нисък брой на бели кръвни клетки са изложени на висок риск от заразяване с болести, докато тези с висок брой са способни да генерират антитела в процеса на фагоцитоза, следователно те имат по-висока степен на резистентност към заболявания и адаптиране към средата.

Кръвните плочици, т. нар. *тромбоцити* нямат ядро, имат рибозоми и митохондрии. Те се образуват от мегакариоцити в костния мозък. Броят им може да варира между 200 до 400 хил. средно в 1 куб. мм, а животът им в кръвообращението е около 10 дни. Функционално те участват в кръвосъсирването, предотвратявайки големи загуби на кръв при нараняване на кръвоносните съдове. Кръвните плочици се слепват около наранения участък на кръвоносния съд, като се получава съсирек, предотвратяващ кръвозагубата и блокиращ навлизането на патогени.

Общ предшественик на всички кръвни клетки са хемопоетични стволови клетки.

Много от нашите хормони пътуват из тялото с помощта на кръвта. Концентрацията на отделните параметри варира от един вид до друг, като има „нормален“ диапазон в лабораторията за тези данни. Научно

сравнение на различни източници на животинска кръв (овча, говежда и свинска) с прясна човешка кръв показва, че донорска овча и говежда кръв могат да бъдат подходящи алтернативи на прясната човешка кръв за динамично тестване за тромбогенност, когато се използват специфични за донора антикоагуланти. Животинската кръв обаче никога не може точно да имитира човешката кръв поради различни свойства на еритроцитите при различните видове. Това води до специфичното за видовете поведение на кръвните суспензии и следователно не е достатъчно да се коригира само хематокритът на животинска кръвна проба, за да може да имитира поведението на човешката кръв в тялото. Основната разлика между човешката и животинската кръв се изразява в различни форми на кръвните антигени, които се откриват при различни видове животинска кръв. Поради тази причина не може да се направи пре-



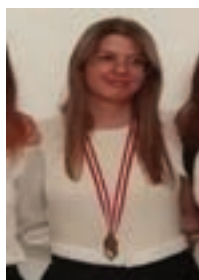
Схематично представяне на наранен кръвоносен съд и образуване на кръвен съсирек от тромбоцитите



Доц. Десислава Абаджиева от Института по биология и имунология на размножаването към БАН е автор на повече от 50 статии на български и английски език, голяма част от тях в международни списания с импакт фактор и SJR. Занимава се с образователни програми, подкрепени от МОН. Участва в колектива на няколко национални и международни проекти. Научните ѝ интереси са в областта на молекулярна биология, епигенетика, биохимия и физиология на животните, репродукция при животните.

ливане (заместване) на човешка кръв с животинска, макар и да се търсят научни подходи за това. Дори най-старата кръвна група – група „А“, която се среща при приматите (най-близко родствени до човека), с течение на времето е станала различна от естествено възникващите генетични промени в ДНК.

Кръвните стойности могат да бъдат повлияни от фактори като възраст, породна принадлежност, хранителен режим, техника за вземане на проби или методология на тестиране. Екзогенни промени в тялото, като еструсен цикъл, бременност и раждане, стрес, болести и/или други също имат значение. Установен висок процент на лимфоцити (71,89%) и ниско разпространение на моноцити (4,55%) при мишки, предполага интензивен възпалителен отговор. Както инфекциите, така и стресът имат тенденция да се увеличават неутрофилите, като например при кучета, където нормата е до $10 - 30 \times 10^9/L$, значително се променя около $1 \times 10^9/L$. За разлика от кучетата, котките са склонни често да дават „стрес левкограми“, изразяващи се чрез високи стойности на бели кръвни клетки между $25 - 40 \times 10^9/L$. При коне по време на тежки упражнения и вълнение левкограмата им показва увеличение на WBC до $12 - 15 \times 10^9/L$. Интересен обект са говедата, те са малко по-различни от другите преживни животни и бозайници, тъй като в тяхната периферна кръв се съдържат повече лимфоцити отколкото неутрофили. Групата на белите кръвните клетки варира между $15 - 25 \times 10^9/L$, разпределени в 5 подкласа. За да се направи качествена преценка на състоянието на животното при диагностициране, то фибриногенът в кръвния серум е допълнителен помощен маркер, показващ евентуално възпале-



Александра Николова е ученичка от 11 клас на Профилирана природоматематическа гимназия – гр. Бургас. Знанията ѝ в природните науки са потвърдени от ежегодните призиви места, заемани на националните олимпиади по биология. От 10 клас се занимава и с ученическа изследователска дейност, което ѝ дава възможност да участва в конкурса „Млади таланти“ към МОН и при УчиМ-БАН.

Табл.1. Референтни стойности за хематологични параметри при различни видове бозайници

показател	човек	куче	котка	зайци	говеда	овце	свиня
PCV, (%)	м: 40-52 ж: 35-47	5.50 – 8.50	5.00 – 11.00	30 – 50	24 – 48	24 – 45	32 – 50
Hgb, (g/l)	м: 130-180 ж: 115-165	12.0 – 18.0	8.0 – 15.0	10 – 15	8 – 15	8 – 16	10 – 16
MCV, (fl.)	80-100	32.0 – 38.5	31.0 – 38.5	78 – 95	40 – 60	28 – 48	50 – 68
MCH, (pg)	27-32	19.5 – 25.5	12.5 -17.5	17 – 23	11 – 17	8 – 12	17 – 23
WBC, (x1000)	3.6-11.0	6.0 - 17.0	5.5 - 19.5	4.5 – 11	4 – 12	4 – 12	7 – 20
Лимфоцити, (%)	1.0 - 4.0	0.9 -5.0	1.0 -7.0	40 – 80	40 – 70	40 – 70	40 – 60
Моноцити, (%)	0.2 - 0.8	0.3 - 1.5	0.2 -1.0	1 – 4	1 – 6	0 – 6	2 – 10
Еозинофилн, (%)	0.1 - 0.4	0.1 -1.5	0.1-1.0	0 – 4	0 – 4	0 – 10	0 – 10
Базофилн, (%)	0.02 -0.10	0 – 3	0 – 3	1 – 7	0 – 2	0 – 3	0 – 2

Източници:

<https://research.umn.edu/units/rar/about-us/overview>

<https://www.gloshospitals.nhs.uk/our-services/services-we-offer/pathology/haematology/haematology-reference-ranges/>

ние на организма. Много други параметри на кръвта също могат да бъдат засегнати. Например, малко известно е, че кучетата от порода „шпаньол“ имат малко на брой, но големи по размери тромбоцити, така че автоматизирани хематологични броячи ги отчитат погрешно като червени кръвни клетки. Нивата на хематокрит (НСТ) също могат да бъдат повлияни от тревожност и стрес, като предизвикват контракции на далака и се освобождават червени кръвни клетки в кръвоносните съдове. Това явление е особено характерно за спортни животни, като при коне е установено увеличаване до 40% на NST, което респективно рефлектира и вър-

ху нивото на хемоглобин. Възприето е, че общият брой на червените кръвни клетки се влияе от възрастта: по-ниски стойности са характерни при по-млади индивиди; и от пола: по-високото съдържание е характерно за мъжките, обяснено с влиянието на половите хормони андрогени.

Обобщено, хематологичните параметри са индикатори за физиологичния отговор на животното към ендо- или езогенни промени и се използват широко като диагностични биомаркери. Редовният мониторинг на тези параметри може да помогне за откриване на увреждания, заболявания и дори на промени в околната среда. ■