

ФОРМЕНИ ЕЛЕМЕНТИ НА КРЪВТА

Формените елементи на кръвта са три вида: еритроцити, левко-цити и тромбоцити (фиг. 217, 218, 219, 220).

Еритроцити

Червените кръвни клетки или еритроцитите (вж. фиг. 217) са малки, невидими с просто око безядрени клетки, свободно плуващи в кръвта, с формата на двойно вдлъбнати питки и размери: диаметър 7—8 ми-крона и дебелина 2—2,5 микрона. При по-голямата част от гръбнач-ните животни зрелите червени кръвни клетки не съдържат ядра. Има обаче и животни, особено по-низши, чиито червени кръвни клетки са ядреносни — риби, амфибии, рептилии и птици.

Благодарение на своята голяма пластичност червените кръвни клетки могат да изменят формата си и по този начин да преминават през капиляри с диаметър, по-малък от този на самите тях.

Образуването на еритроцитите става в червения костен мозък на плоските кости на черепа, таза, гръдната кост, телата на прешлените и пр. Там образуващите се млади, незрели еритроцити съдържат ядра. С узряването си те постепенно ги загубват и вече като безядрени зрели клетки преминават в общото кръвообращение. Появата на ядро-носни еритроцити в кръвта не е нормално явление. Това се наблюдава след обилни кръвозагуби, когато за попълването на големия брой загубени еритроцити се мобилизират всички възможности на организма, както и при някои заболявания, когато се наруши нормалната кръ-вотворна дейност на костния мозък, напр. при болестта злокачествена анемия.

Средният живот на еритроцитите е около 120—130 дни. През това време те постепенно се изхабяват. Изхабените червени кръвни клетки се задържат в черния дроб и слезката и там се разрушават. Поради това слезката се нарича „гробница“ на червените кръвни клетки.

Броят на червените кръвни клетки е извънредно голям — при мъжете в 1 куб. мм кръв се съдържат средно около 4 500 000—5 000 000, а при жените — около 4 000 000—4 500 000 еритроцита. Като се има предвид, че количеството на кръвта у човека е средно 5—6 л, може да се изчисли, че общият брой на червените кръвни клетки е около 25 до 30 билиона. Ако наредим всички червени кръвни клетки една до друга, ще се получи една червена нишка, която може да обиколи земното кълбо по екватора три пъти.

Този голям брой на еритроцитите в човешкия организъм обуславя и тяхната голяма обща сборна повърхност. Изчисленията показват, че повърхността на отделния еритроцит е средно 128 кв. микрона. Общата сборна повърхност на всички еритроцити обаче се изчислява на около 3500—4000 кв. м, т. е. около 2000 пъти по-голяма от повърхността на човешкото тяло. Това е една грамадна дихателна повърхност, през която се извършва пълно и цялостно обмяната на газове между организма и заобикалящата го среда.

Броят на еритроцитите в кръвта на човека при различните физиологични състояния на организма е различен. Така например при мускулна работа или при изкачване на големи височини броят на еритроцитите в циркулиращата кръв се увеличава — главно поради свиване изпразване на кръвните депа. При по-продължителен престой на големи височини увеличаването на броя на еритроцитите става и поради усиленото им производство в червения костен мозък.

Особено резки колебания в броя на еритроцитите се наблюдават при някои болестни състояния, при което увеличеният им брой се нарича *полицитемия*, а намаленият — *еритропения*

Броенето на еритроцитите, както и на другите формени елементи на кръвта, се извършва в т. нар. броителни камери, в които се поставя разрежена кръв, взета със специална смесителна пипета (фиг. 221). Най-често употребяваните броителни камери са тези на Бюркер и на Горяев (фиг. 222). Те представляват едно дебело предметно стъкло, върху което по фабричен начин са направени специални разграфявания, заграждащи два вида квадратчета — малки, в които става броенето на червените кръвни клетки, и големи, в които става броенето на белите кръвни клетки.

Хемоглобин. Основната функция на еритроцитите е да свързват и пренасят кислорода и въглеродния двуокис. Това се извършва от съдържащото се в тях багрилно вещество хемоглобин, което именно придава червения цвят на кръвта. Хемоглобинът освен това е и буферно вещество, което поддържа постоянството на химичната реакция на кръвта. Количеството на хемоглобина в отделния еритроцит е около 32% от състава му, а в цялата кръв — около 15—16%. За всичката кръв в организма това прави около 700 — 800 г.

Хемоглобинът е сложно органично съединение, спадащо към голямата група природни багрила или хромопротеиди, което съдържа в молекулата си желязо и има молекулно тегло около 68 000. Състои се от две части — желязосъдържаща част, наречена хем, и белтъчна част — глобин. Четири молекули хем, свързани с една молекула глобин, образуват цялостната молекула на хемоглобина.

Най-важното съединение на хемоглобина е съединението му с кислорода, което се нарича *оксихемоглобин*. То е лабилно съединение, при което кислородът е свързан с желязото на хемоглобинът прави тази връзка много лабилна.

Хемоглобин, който не е свързал кислород, се нарича редуциран хемоглобин. Когато редуцираният хемоглобин свърже кислород той се превръща в оксихемоглобин. В организма свързването на кислорода и образуването на оксихемоглобина става в капилярите на белите дробове, а редуцирането му — в тъканите. Кръв, която съдържа окси-хемоглобин, се нарича артериална и има ясночервен цвят, а тази, която съдържа редуциран хемоглобин — венозна и има тъмночервен цвят.

Освен с кислорода хемоглобинът на кръвта се свързва лесно и с други газове: въглероден двуокис, въглероден окис, азотисти газове и пр.

Съединението на хемоглобина с въглеродния двуокис се нарича *карбхемоглобин*. Той е също лабилно съединение, което се образува в тъканите и се разпада в белите дробове.

Съединението на хемоглобина с въглеродния окис се нарича *въглеоксихемоглобин* или *карбоксихемоглобин*

. Той е много трайно съединение, което се образува лесно и бързо дори в присъствието на следи от въглероден окис във въздуха поради това, че химичното сродство на хемоглобина към въглеродния окис е около 150—200 пъти по-голямо, отколкото към кислорода. Веднъж образуван, карбоксиемоглобинът се разпада извънредно бавно — около 300 пъти по-бавно от оксиемоглобина, и то при достъп на кислород. В това именно се състои и отровното действие на въглеродния окис, който се образува там, където горят недогорели въглища, светилен газ и пр. Ако 40—50% от хемоглобина на кръвта се превърнат във въглеоксиемоглобин, организмът загива от кислородна недостатъчност — т. нар. задушаване асфиксия). Кръв, която съдържа въглеоксиемоглобин, има вишнено-червен цвят.

В някои случаи при отравяне с известни вещества (червена кръвна сол нитрити, Бертолетова сол и пр.) или при продължително престояване на кръв на въздуха кислородът се свързва трайно с желязото на хемоглобина и се образува съединението *метхемоглобин*.

Кръв, която съдържа метхемоглобин, има шоколадено кафяв цвят и не може да отдава кислорода си на тъканите.

Количеството на хемоглобина в кръвта на чо-века се определя по колориметричен начин. Най-често употребяваният метод е този на Сали (Sahli) с помощта на предложението от него апарат, наречен хемометър (фиг. 223). Последният дава възможност да се сравнява цветът на кръвта за изследване с цвета на един стандартен разтвор, като получените резултати се изразяват в проценти по отношение съдържанието на хемоглобина в нормалната кръв, взета за 100%. Нормално в 100 г кръв се съдържат 16 г хемоглобин и това съдържание се взема за 100%. Ако например с хемометъра на Сали намерим, че дадена кръв съдържа 80% хемоглобин, това ще рече, че в 100 г от тази кръв се съдържат 80% от 16 г, т. е. 12,8 г хемоглобин.

Нормалното съдържание на хемоглобина в кръвта на човека, изразено в проценти по Сали, е 100% при мъжете и 90% при жените с физиологични колебания. Това ще рече, че в кръвта на жените нормалното съдържание на хемоглобина е между 80 и 100%, а при мъжете-между 90 и 110%.

Скорост на утаяване на еритроцитите

Ако към току-що взета прясна кръв прибавим противосъсирващо средство и я оставим

да се утаи, тя се разделя на познатите три пласта.

Изследванията показват, че скоростта на това утаяване е различна при различни физиологични или болестни състояния на човека. Така например при бременност, белодробна туберкулоза, възпалителни или ра-кови заболявания и т. н. утаяването на еритроцитите е значително уско-рено. Поради това определянето на скоростта на утаяване на еритро-цитите има голямо диагностично значение и носи името реакция на утаяване на еритроцитите или накратко РУЕ.

При своето утаяване еритроцитите се събират на групички, слепват се помежду си и образуват т. нар. монетни стълбове, които колкото са по-големи, толкова по-бързо се утаяват. Следователно колкото по-бързо става слепването на еритроцитите и образуването на монетните стълбове, толкова по-ускорено е тяхното утаяване. Това зависи преди всичко от съдържанието на глобулините в плазмата, при което различието в скоростта на утаяването на еритроцитите се определя от различието в тех-ните електрически пълнежи.

Практически определянето на РУЕ става по два начина: или като се определя времето, за-което се утаяват еритроци-тите до определено ниво — ме-тод на Линценмайер (фиг. 224), или като се определя нивото, до което се утаяват еритроцитите за определено време (1 и 2 ча-са) — метод на Вестергрэн и на Панченко (фиг. 225).

Нормално при здравия чо-век РУЕ, определена по метода на Линценмайер, е над 3 часа, а по метода на Вестергрэн или на Панченко — 6—8 мм за 1 час. При жените скоростта на утая-ване на еритроцитите е малко по-голяма, отколкото при мъжете.

Левкоцити

Левкоцитите са ядроносни, свободно плуващи в кръвта клетки с различен вид и размери — от 8 до 20 микрона, т. е. те са един до три пъти по-големи от червените кръвни клетки. Левкоцитите се образуват в кръвотворните органи — червения костен мозък на плоските кости, лимфните възли и слезката, и имат много кратък живот — само ня-колко дни.

Нормално в 1 куб. мм кръв се съдържат от 5000 до 9000 бели кръвни клетки, т. е. на една бяла кръвна клетка съответстват 800 червени. При редица физиологични и болестни състояния броят на белите кръвни клетки може да се увеличи или да се намали. Увеличаването на броя на левкоцитите се нарича левкоцитоза, а намаляването на броя им — левкопения. Увеличаването на броя на белите кръвни клетки при физиологични условия се наблюдава след нахранване (хранителна левкоцитоза) и след усилена мускулна работа (миогенна левкоцитоза), а при патологични условия — при редица заболявания главно от възпалително естество. Физиологично намаляване на белите кръвни клетки, т. е. физиологична левкопения, се среща рядко. Такава се наблюдава по-често при някои заболявания, като например коремен тиф, малария и пр.

В кръвта на човека различаваме два вида бели кръвни клетки: 1) гранулоцити и 2) агранулоцити .

Към групата на гранулоцитите спадат тези левкоцити, които съдържат зрънца в своята протоплазма и имат налобено, разкъсано ядро. В зависимост от това, с какви бои се оцветяват зрънцата в гранулоцитите, последните се делят на три вида:

1) неутрофилни гранулоцити—чиито зрънца се боядисват еднакво от киселите и основните бои във виолетов цвят;

2) еозинофилни гранулоцити — чиито зрънца се боядисват само от киселите бои (напр. еозин) в оранжевочервен цвят, и

3) базофилни гранулоцити—чиито зрънца се боядисват само от основните бои в тъмносин цвят. В зависимост пък от тяхната зрелост и степента на разкъсаност на ядрата гранулоцитите се делят на млади форми с почти цяло, неразкъсано ядро, пръчкоядрени — с ядро, което има формата на пръчка или на буквата S, и сегментоядрени — със силно разкъсано и налобено ядро. Всички видове гранулоцити се образуват в червения костен мозък.

Агранулоцитите са друг вид бели кръвни клетки. Към тях спадат лимфоцитите и

моноцитите. Лимфоцитите имат голямо кръгло ядро и малко количество беззърнеста протоплазма. Те са най-малките бели кръвни клетки и тяхното образуване става в лимфните възли и слезката. Моноцитите са най-големите бели кръвни клетки, които се образуват в костния мозък, имат голямо бъбрековидно ядро и много леко зърнеста протоплазма.

В кръвта на здравия човек отделните видове бели кръвни клетки се намират в определено процентно съотношение помежду си, което се нарича левкоцитарна формула. Нормалната левкоцитарна формула има следния вид:

При редица заболявания левкоцитарната формула се изменя по строго определен начин. Това се използва от лекаря като ценно по-мощно средство при поставяне на точната диагноза.

Функции на левкоцитите. Функциите на левкоцитите се определят главно от тяхната способност да се придвижват активно в най-различни посоки, включително и в посока, обратна на кръвния поток. Това придвижване на белите кръвни клетки наподобява много движението на амебата и се осъществява от протоплазмата чрез издаване на лъжечрачета (псевдоподии).

С тази подвижност на левкоцитите е свързана и тяхната най-важна функция — защитната, открита за пръв път през 1883 г. от големия руски учен Иля Илич Мечников и наречена от него *фагоцитоза*, а самите левкоцити — *фагоцити* (фиг. 226). С това откритие Мечников сложи началото на цялото съвременно учение за имунитета и борбата със заразните болести.

Фагоцитозата се изразява в активното придвижване на левкоцитите към попадналите в кръвта чужди тела (микроби, пращинки и пр.), обхващането им с псевдокрачета, включването им във вътрешността на протоплазмата и тяхното последващо обезвреждане и унищожаване. Ако микроорганизмите са попаднали в междуклетъчните пространства, левкоцитите емигрират към мястото, където са се загнездили микроорганизмите, като повеждат борба с тях. В тази борба загиват не само много микроби, но и много бели кръвни клетки, в резултат на което се образува гъста, полутечна маса, която наричаме гной.

В случаите, когато погълнатите чужди тела не могат да бъдат разтворени (напр. пращинки от въглища, бои и пр.), левкоцитите излизат на повърхността на лигавиците и заедно с отделената от съдържащите се в тях слюзесте жлези слюз и олющени епителни клетки се отстраняват от организма. Фагоцитарни свойства притежават и някои фиксирани клетки в черния дроб, слезката и т. нар. ретикуло-ендотелна система.

Левкоцитите изработват антитела, които се освобождават при тяхното разпадане, както и фермента тромбокиназа, който играе важна роля в процеса "на кръвосъсирването.

Най-сетне приема се, че белите кръвни клетки играят съществена роля при всмукването и пренасянето на хранителните вещества.

Кръвни плочици

Кръвните плочици или тромбоцитите са най-малките формени елементи на кръвта. Те са много малки, безядрени клетки с формата на звездички и големина от 1 до 3 микрона, т. е. 3—4 пъти по-малки от червените кръвни клетки (вж. фиг. 220). Нормалният им брой е около 200 000—400 000 в 1 куб. мм кръв. Тромбоцитите се образуват в червения костен мозък при разпадането на най-големите клетки в човешкото тяло, достигащи на големина до 100 микрона, наречени мегакариоцити. Изчислено е, че при разпадането на един мегакариоцит се образуват 30—40 тромбоцита.

Тромбоцитите играят важна роля при съсирването на кръвта. При нарушаване целостта на съдовете и при кръвоизливи те започват бързо да се разпадат и освобождават важния за кръвосъсирването фермент тромбокиназа. При някои заболявания количеството на тромбоцитите в кръвта е намалено. Това явление се нарича *тромбопени* и когато е добре изразено, води до забавено съсирване на кръвта.