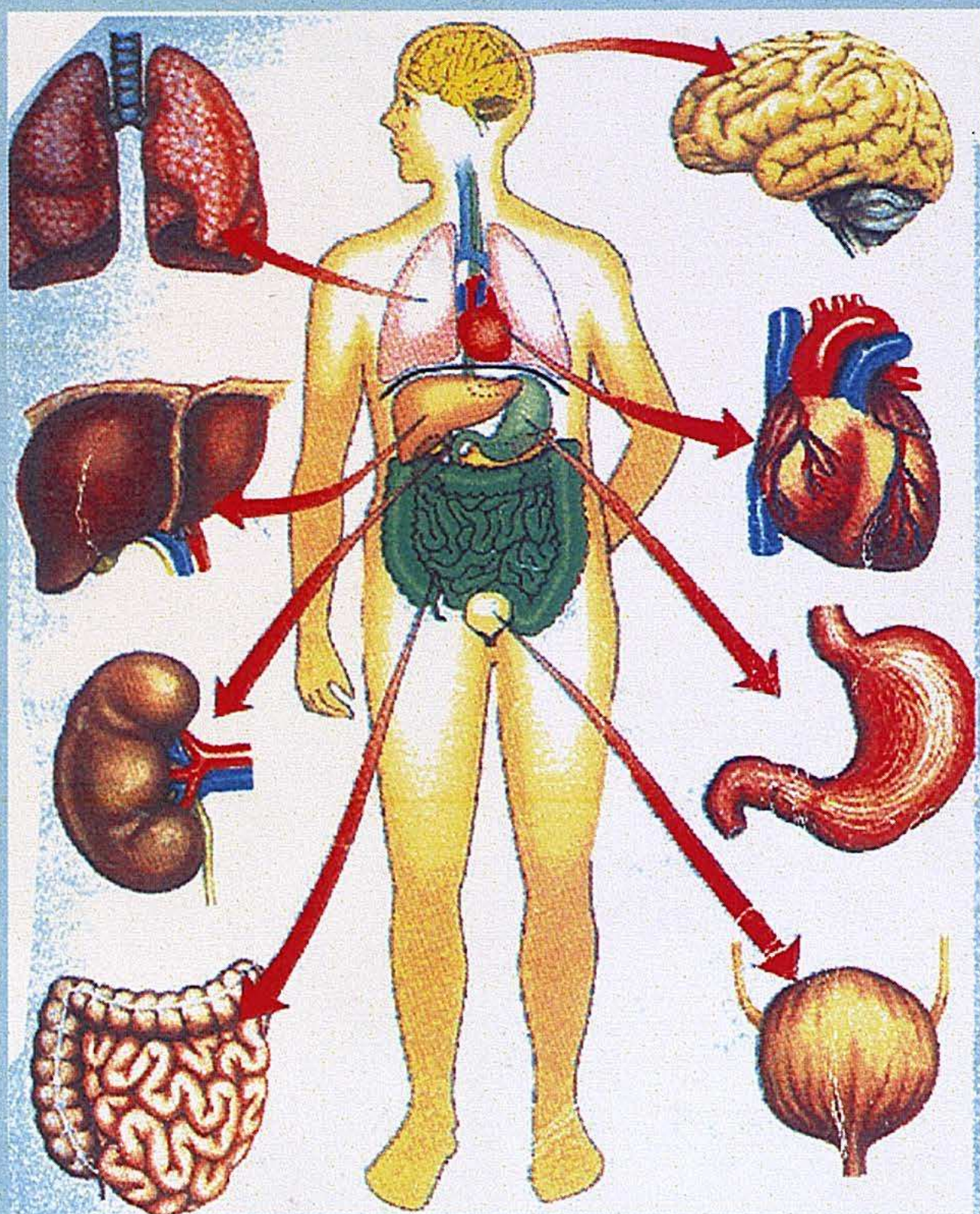


612к  
532

# АДАМ ЖӘНЕ ЖАНУАРЛАР ФИЗИОЛОГИЯСЫ

(оқу құралы)



Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі  
Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті

**Қамматов Қ.Қ.**

**Адам және жануарлар физиологиясы  
оқу құралы**

**Кітап 2**

**Вегетативтік ішкі мүшелері, зат алмасу  
және ішкі секреция бездері**

**Атырау 2013**

612 + 591.1 (075.8)

УДК; 612. (0,75.8)  
ББК 28.673+28.707.3Я73  
Қ.31

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау  
мемлекеттік университеті оқу-әдістемелік  
кеңесінің 25 ақпан 2013, хаттама №3  
шешімі ұсынған.

Пікір жазғандар:

Биология ғылымдарының докторы, профессор,  
Қазақ Қыздар педагогикалық университеті  
Ә.Сейітқожиев;

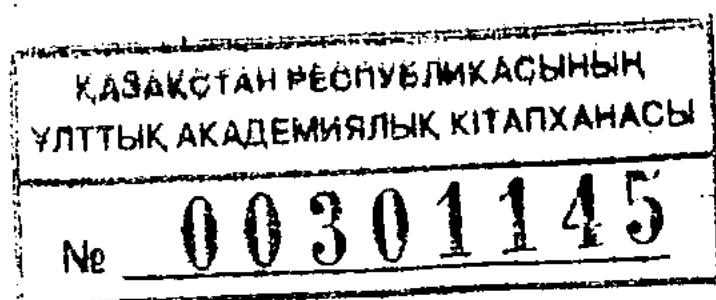
Биология ғылымдарының докторы,  
профессор С.З.Сағындықова;

Медицина ғылымдарының докторы,  
профессор Б.Ф.Тыныбаев;

Қамматов Қ.Қ.

Қ31 Адам және жануарлар физиологиясы оқу құралы. – Атырау:  
Атырау мемлекеттік университеті, 2013.-290 бет.  
ISBN 978.601-262-112-9

Оқу құралының екінші кітабында қан, қан айналу, тыныс алу, ас қорытылу, зат алмасу, ішкі секреция бездері және бөліп шығару мүшелерінің физиологиясы қарастырылады.



ББК 28.673+28.707.3Я73

ISBN 978.601-262-112-9

© Қамматов Қ.Қ. 2013  
© Баспа бөлімі, 2013

## I. ҚАННЫҢ ФИЗИОЛОГИЯСЫ

Қан салыстырмалы тұрақты құрамымен және физика-химиялық қасиеттерімен сипатталатын сұйық зат. Қан, лимфа және ткань аралық сұйық бүкіл дене клеткаларын, тканьдерін жуып жатқандықтан организмнің ішкі сұйық ортасы деп аталады. Бір клеткалы қарапайым организмдер сыртқы ортадан қажетті заттарды бүкіл денесі арқылы қабылдап, керексіз ыдырау өнімдерін сол арқылы бөліп отырады. Ал жоғары сатыдағы жануарларда мұндай мүмкіндік жоқ. Олардың сыртқы тері жабындысы қоршаған ортадан қажетті заттарды сіңіре алмайды. Сондықтан жануарлар организмнің клеткалары сыртқы ортамен қан арқылы байланысады. Бірақ қан тамырлардан шықпайды да, клеткалармен тікелей жанаспайды. Организм клеткалары қан құрамынан пайда болатын клетка аралық сұйықтықпен немесе лимфамен ғана жанасады. Сол себепті қанды шартты түрде ғана организмнің ішкі ортасы, ал лимфа мен ткань аралық сұйық шын мәніндегі ішкі орта деп саналады.

Қан арқылы клеткалармен тканьдерге қажетті керектік заттар мен оттегі жеткізіліп, олардан зат алмасу кезіндегі керексіз ыдырау өнімдері шығарылып отырады. Бұл тұрғыда қан тасымалдаушы қызмет атқарады. Мысалы, қан клеткаларға глюкоза, амин қышқылдары, май, минералды заттар, витаминдер, су және оттегі сияқты заттарды жеткізіп, одан мочевины, несеп қышқылы, аммиак, көмір қышқылы сияқты ыдырау өнімдерін кері алып шығады да, оларды бөліп шығару мүшелеріне (бүйрек, тер безі, өкпе т.б.) береді.

Қан организмнің ішкі ортасының реакциясы мен осмостық қысымын жасақтауға қатысады. Тоқтаусыз айналыста болудың арқасында қан денеде жылудың біркелкі таралуына мүмкіндік береді де жылу реттеуші қызмет атқарады. Қанның көмегімен жылудың артық мөлшері тері арқылы сыртқы ортаға бөлінеді.

Әртүрлі мүшелер мен клеткалардың әрекеті кезінде түзілген өнімдерді, ішкі секреция бездерінде пайда болатын биологиялық, белсенді заттарды (гормондарды) тасымалдап, қан организм клеткаларын, тканьдерін, мүшелерін өзара

байланыстырады, демек байланыстырушы-коррелятивтік қызмет атқарады, екінші жағынан организм қызметіне гуморальдық реттеуші қызметін де отқарады.

Қан организмде қорғаныштық қызмет атқарады яғни организмнің бір жері жарақаттанса, сол жерден микробтар өту қаупі төнеді, сол уақытта соларға қарсы күреседі және олар бөлетін улы заттарын зиянсыздандырады, сүйтіп организмге әртүрлі ауруларға қарсы тұра алатын қабілет-иммунитетті қалыптастырады.

## **1. Қанның құрамы мен мөлшері**

Қан-қызыл түсті сұйықтық ткань. Адамның немесе жануардың қанын пробиркаға құйып, оны центрифуга аппаратына салып айналдырсақ пробиркадағы қан екі бөлікке бөлінеді, жоғарғы жағында сары түстес сұйықтық- ол қан плазмасы деп, төменгі жағында күңгірт түстес бөлігі- қанның клеткалары деп аталады. Қан клеткаларына қанның қызыл түйіршіктері (эритроциттер), ақ түйіршіктер (лейкоциттер) және қан тромбоциттері жатады.

Қан құрамының 60 проценті плазмадан, 40 проценті- қан клеткаларынан тұрады. Қалыпты жағдайда қанның жалпы мөлшері адамда оның салмағының 8%, жылқыда оның салмағының 8,7%, қой мен ешкіде 7%, бұғыда 15% бөлігін ұстайды. Ересек салмағы 60-70 кг адамда қанның жалпы мөлшері 5,0-5,5 л болады.

Организмдегі қан мөлшерінің жартысынан сәл көбірегі қан тамырларында айналымда болады да, қалған бөлігі қор ретінде қан қоймасы (депосы) деп аталатын арнаулы органдарда сақталады. Оларға бауыр, көк бауыр және тері жатады. Бауырда қанның жалпы мөлшерінің 20%, көкбауырда 16%, ал теріде 10%-ті жинақталады.

Айналымдағы қан мен қордағы қанның ара-қатынасы тұрақты болмайды, ол организмнің физиологиялық күйіне қарай өзгеріп отырады. Мысалы, организм тыныштық жағдайда болса, қордағы қанның мөлшері көбейіп, ал дене жұмысы, қимыл-әрекет кезінде- айналымдағы қанның мөлшері артады.

Қанның физикалық қасиеттері. Қан қызыл түсті қоймалжың, кермек дәмді, тұтқырлығы бар сұйық. Артерия қанының түсі ашық қызыл ал вена қаны күрең қоңыр қызыл болады. Судың тұтқырлығы бірге тең деп алынса, онымен салыстырғанда қан плазмасының тұтқырлығы 1,7-2,2, ал қанның тұтқырлығы 5,0 ке тең. Қанның тұтқырлығы оның құрамындағы белоктардың мөлшері мен эритроциттерге байланысты. Қанда белоктардың мөлшері өсіп, эритроциттердің саны көбейсе, қанның тұтқырлығы артады.

Қанның меншікті салмағы 1,050-1,060 ол эритроциттердің санына тәуелді өзгереді. Себебі эритроциттердің меншікті салмағы -1,090, ал плазмасының меншікті салмағы -1,025-1,034 аралығында болады.

Жануарлар организмнің физиологиялық жағдайын сипаттайтын қан қасиеттерінің бірі оның беттік керіліс күші, ол қан құрамындағы белоктардың мөлшеріне байланысты. Қанның беттік тартылыс күші айтарлықтай тұрақты болады. Бұл қасиет қан құрамындағы әр түрлі органикалық қышқылдармен қосылыстарды ерімейтін тұздарға айналдырып, тұндырып отыратын кальций иондарының болуына байланысты.

## **2. Қан плазмасы және оның осмостық қысымы**

Плазма сарғыш түсті сұйық. Оның түсі оның құрамындағы әр түрлі пигменттердің болуына байланысты. Мысалы, жылқыда Лютеин, сиырда- каротин т.б. бояғыштары болады.

Плазманың құрамында 90-92% су, 8-10% органикалық зат болады, оның 6,0-8%-і белоктар. Плазма белоктары альбумин, глобулин, фибриноген. Альбуминнің үлесіне белоктың 4-5%, глобулин 2-3% және фибриноген 0,2-0,4% тиеді.

Плазма белоктарының қызметі әртүрлі, олар онкотикалық қысым туғызып, қан құрамындағы су мөлшерінің тұрақтылығын сақтайды. Плазма құрамында альбуминдер глобулинмен салыстырғанда екі еседей көп. Олар тек онкотикалық қысымның тұрақтылығын жасақтап қоймай, әр түрлі дәрі-дәрмек препараттарын, витаминдерді, гормондарды тасымалдауда да зор роль атқарады. Глобулиндер қанды түрлі

қорғағыш заттар түзіп, олар организм имунитетін қалыптастырады. Ал фибриноген қанның ұю процесіне қатысады.

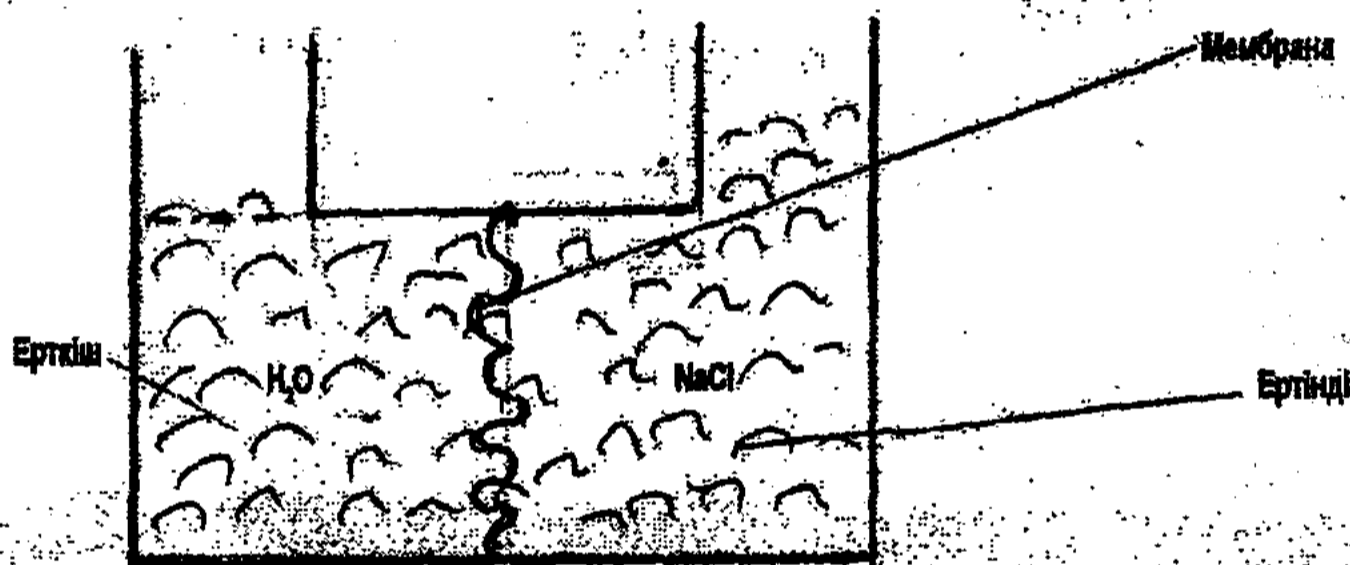
Қан плазмасының құрамында басқа да органикалық заттар болады. Олар мочеви́на, несеп қышқылы, креатин, амин қышқылдары, аммиак сияқты белок алмасуының қалдық өнімдері. Бұл қосылыстарды жалпы қалдық азот деп атайды. Оның қандағы мөлшері белок алмасуының қарқынына, организмнің физиологиялық жағдайына байланысты өзгереді. Адам қаны құрамындағы мочеви́наның мөлшері әдетте 20-30 мг%-тен аспау керек, бірақ оның мөлшері құрамында белок көп тағаммен тамақтанғанда көбейе бастайды. Егер қанның құрамындағы мочеви́наның көп мөлшері ұзақ мерзім сақталса, онда организм өз-өзінен улана бастайды.

Плазмадағы несеп қышқылының мөлшері 3-4 мг% шамада болады. Оның мөлшері қауіпті аурулардың кезінде (бүйректің қызметі бұзылғанда), зат алмасу бұзылғанда екі есе көбейеді. Плазмадағы креатиннің мөлшері 1-2 мг% болады.

Органикалық қосылыстармен қатар қан плазмасының құрамында минералды заттар болады. Олар негізінен еріген катиондар мен аниондар түрінде кездеседі. Мысалы натрии, калий, кальци, магни, темір, мыс катиондары, хлор, көмір қышқылы, күкірт қышқылы және фосфор қышқылдарының аниондары. Бұл еріген катиондар мен аниондардың қанның құрамындағы арақатынасы бірдей емес. Әсіресе натрии. Калии, және хлордың мөлшері көп, ал иод, цинк және басқа кейбір минералды заттар аз болады. Осындай арақатынастықта болудың себебі олардың организмдегі атқаратын физиологиялық қызметіне байланысты яғни организм клеткалары мен тканьдерінің қозғыштығы мен басқа да физиологиялық қасиеттерін қалыпты жағдайда сақтау үшін.

Қан плазмасы құрамындағы минералдық құрамы оның осмостық қысымын жасақтайды. Плазмадағы осмостық қысымды төмендегі мысал арқылы түсіндіруге болады. Ол үшін бір ыдыс алып, оны жартылай өткізгіш жарғақпен (мембрана) бөліп, бір жағына таза физиологиялық еріткіш (су), екінші жағына бір химиялық заттың ертіндісі орналастырылады.

Белгілі бір уақыттан кейін осы екі заттың молекулалары жартылай жарғақ арқылы оның бір жағынан екінші жағына өте бастайды (26-сурет) бірақ олардың өтуінің дәрежесі бірдей емес, судың молекулалары химиялық ертіндіге қарай көп, ал ертіндіден еріткішке қарай аз өтеді. Осындай белгілі бір заттың молекулаларының бір жақтан екінші жаққа қарай өтуінің басым болуын осмос деп аталады. Ал осы уақыттағы өткізгіш жарғаққа түсірілетін қысымды осмостық қысым дейді. Осмостық қысым белгілі бір химиялық заттың химиялық концентрациясы арқылы сипатталады. Олай болса мембрананың екінші жағындағы химиялық ертіндінің осмостық қысымы еріткішке қарағанда жоғары. Сондықтан еріткіштің молекулалары ертіндіге қарай көп өтеді.



**1- сурет Осмостық қысымды түсіндіру**

Қанның осмостық қысымының мөлшері оның құрамындағы электролит иондарының, белок молекулаларының концентрациясына байланысты. Қанның бұл көрсеткіші тұрақты болғандықтан оның осмостық қысымы да тұрақты, ол 7,7-8,1 атмосфера аралығында болады.

Келтірілген осы мысалды организмдегі жүретін процеске сәйкестендіріп түсіндіруге болады. Организмде қан тамырларының қабырғасы осы жартылай өткізгіш жарғақтың қызметін атқарады. Оның ішкі жағында қан, сыртқы жағында клетка аралық сұйықтық жатады. Қан плазмасының осмостық қысымының тікелей қатысуымен қан тамырларының қабырғасы арқылы организмнің клетка ткандарына керектік заттар, не



болмаса басқа заттар түседі де, клетка ткандардан кері әртүрлі керексіз өнімдер келіп түседі. Егер ертіндінің қысымы плазманың осмостық қысымына тең болса (мысалы ас тұзының 0,9 % ертіндісі), онда оны изотоникалық немесе физиологиялық ертінді деп атайды. Изотоникалық ертінділерде эритроциттер мен дененің басқа да клеткаларының құрылысы, тіршілік - әрекеті бұзылмайды. Егер осмостық қысым плазманың қысымынан жоғары болса (мысалы ас тұзының 5% ертіндісі), онда оны гипертоникалық ертінді деп атайды. Ертіндінің осмостық қысымы плазманың осмостық қысымынан төмен болса (ас тұзының 0,3% ертіндісі) оны гипотоникалық ертінді дейді.

### **3. Қанның қызыл-түйіршіктері – эритроциттер**

Эритроциттер немесе қанның қызыл түйіршіктері, сүтқоректі жануарларда ядросыз, екі бүйірі қысыңқы дөңгелек элипс пішіндес клеткалар. Тұңғыш рет 1661 жылы Италия оқымыстысы Мальпиги бақа қанының қызыл түйіршіктерін, ал одан бірнеше жыл өткеннен кейін голландия зерттеушісі Левенгук адам қанының қызыл түйіршіктерін анықтады.

Эритроциттердің негізгі қызметі – организм клетка тканьдарына оттегін тасымалдап, кері қарай көмір қышқыл газын жеткізу. Олардың бұл қасиеті эритроцит құрамындағы тыныс алу пигменті гемоглобин арқылы іске асады. Гемоглобиннің құрамында темір элементі болады.

Көптеген омыртқасыздарда және кейбір төменгі сатыдағы хордалыларда тыныс алу пигменттері болмайды, болса ол олардың қанының плазмасында немесе гемолимфасында кездеседі. Әртүрлі омыртқалылардың қанының тыныс алу пигменттері құрамына, құрылысына және қасиетіне қарай бірдей болмайды. Кеңінен таралған келесі тыныс алу пигменті – гемоцианин. Оның құрамында темір емес, мыс элементі болады. Бұл тыныс алу пигменті моллюскалар, буынаяқтылар, өрмекші тәрізділер қанында кездеседі. Түссіз гемоцианин оттегімен қосылып, көк түске ие болады. Жасыл түсті пигмент хлорокруарин. Оның құрамында темір болады. Бұл пигмент

теңіздің беткі деңгейінде тіршілік ететін кейбір буылдық (полихет) құрттарда кездеседі. Қызыл түсті тыныс алу пигменті гемэритрин теңіздің түбі жағында тіршілік ететін буылдық құрттардың басқа бір түрлерінің эритроциттерінен табылған.

Эволюциялық даму кезінде зат алмасу интенсивтілігінің күшеюмен, омыртқалылардың оттегіне деген сұраныс жоғарлайды. Осыған сәйкес эритроциттердің пішіні, мөлшері және саны өзгереді. Адамда эритроциттердің диаметрі 7,0-7,5 мк, ал үй жануарларында олардың диаметрі 4,5-6 мк.

Эритроциттердің мөлшерінің кішіреюі олардың санының өсуіне әкелді. 1 мм<sup>3</sup> көлем қанда эритроциттердің саны бақада 470000, кесірткеде 1420000, көгершінде 2010000. Мысалы бақада эритроциттер ірі, сопақша пішіндес, оның анық байқалатын ядросы болады. Эритроциттер өзінің негізгі қызметі – оттегімен көмір қышқыл газын тасымалдауды құрамында тыныс алу пигменті гемоглобиннің болуының арқасында атқарады. Гемоглобин глобин белокты зат пен гемнен тұратын химиялық қосылыс. Оның молекулалық салмағы –68000. Гемоглобин әртүрлі қышқылдардың әсерімен гем және глобинге ыдырайды да гем геминге айналып, кристалдар түзеді.

Гемин кристалдары қоңыр түсті, паралелограмма, ромб пішіндес келеді. Әр түлік қандарындағы гемнің құрылысы бірдей, сондықтан оның кристалдары да бір-біріне ұқсас, ал әртүрлі гемоглобиннің қасиеттері түрліше. Ол кристалдарының пішінімен, оттегімен қосылу ерекшелігімен ерекшеленеді.

Құрамында темір атомы болуына байланысты гемоглобин әртүрлі газдармен реакцияға түседі. Оттегімен қосылған гемоглобинді оксигемоглобин (HbO<sub>2</sub>) деп атайды яғни артерия қаны жасақталады. Ол оттегімен оңай қосылып, оңай ыдырайды. Гемоглобиннің бір молекуласы оттегінің 4 молекуласымен әрекеттеседі.

Гемоглобиннің организмге зиянды әсері бар қосылыстары да бар. Мысалы, ол иіс газымен (көмір тотығы) қосылып, берік қосылыс карбоксигемоглобин (HbCO) түзеді. Иіс газының қауіптілігі гемоглобинмен жылдам қосылуында. Егер бөлмедегі

ауада иіс газының 0,04% болса, онда организм бірден улана бастайды.

Организмдегі барлық (5,0-5,5 литр қандағы) эритроциттердің саны 25 триллион яғни планетімізде тұратын халықтарынан 10 мың есе көп. Олардың тыныс алу бетінің ауданы 3 мың м<sup>2</sup>, біздің денеміздің бетінен 1,5 мың еседей жоғары. Ал 1 мм<sup>3</sup> дені сау адам қанындағы саны 4,5-5,5 млн.

**Қанның гемолизі.** Қанның гемолизі дегеніміз эритроцит қабығының жарылып, оның ішіндегі гемоглобиннің ертіндіге немесе қан плазмасына өтуі. Бұл жағдайда ол ашық лак түстес болады.

Эритроциттердің жарылуы әртүрлі себептерге байланысты пробирканың ішінде, немесе қан тамырының ішінде жүреді. Егер пробиркадағы қанға NaCl-дің гипотоникалық ертіндісін құйсақ, онда қанның осмотық қысымының ертінді осмотық қысымынан жоғары болуына байланысты, ертінді құрамындағы су әрбір эритроциттердің ішіне еніп, олар ісініп, мөлшерінен, көлемінен ұлғаяды да, эритроциттер жарылып, гемоглобин ертіндіге өтеді. Қанға NaCl-дің гипертоникалық ертіндісін құйсақ, онда эритроциттер құрамынан су молекулалары ертіндіге қарай қозғалысқа түседі. Осының нәтижесінде эритроциттердің мөлшері мен көлемі кішірейіп, бүрісіп қалу жағдайына келеді. Адамда гемолиз NaCl-ертіндісінің 0,4%-де жүре бастайды да, оның 0,34%-нде эритроциттердің барлығы да жарылады.

Қанның гемолизі кейбір химиялық қосылыстардың (эфир, хлороформ, бензолардың жоғары концентрациясында) әсерінен жүруі мүмкін.

Сонымен қатар организмде қанның гемолизі жылан шаққанда, оның уының әсерінен және бір жануардың қанын екінші жануарға қайталап құйғанда жасақталатын әдейі зат-гемолизин әсер еткенде де жүреді.

#### 4. Лейкоциттер және олардың қызметі

Лейкоциттер немесе қанның ақ түйіршіктері, эритроциттерге қарағанда үлкенірек қан клеткалары. Олардың денесі, қабығынан цитоплазмадан және ядродан тұрады. Лейкоциттердің саны эритроциттерден 600-800 есе кем. Олардың қарапайым организмдер сияқты (амеба) жалған аяқтарымен активті қозғалу қабілеті байқалады яғни жалған аяқтарының көмегімен микроорганизмдерді қармалап (өте қалса) алып, өзінің вакуолдарына жібереді де оны қорытып жойып жібереді.. Бұл процесс фагоцитоз деп аталады, кезінде Мечников ашқан. Олай болса лейкоциттердің қорғаныштық қызметі олардың фагоцитоздық қасиетіне негізделген.

Лейкоциттер цитоплазмасында ерекше түйіршіктердің болуы не болмауына байланысты екі үлкен топқа бөлінеді. Дәнді лейкоциттер (гранулоциттер), дәнсіз лейкоциттер (агранулоциттер).

Дәнді лейкоциттер тобына базофильдер, эозинофильдер және нейтрофильдер жатады. Дәнсіз лейкоциттер тобына моноцит пен лимфоцит жатады. Базофильдер дөңгелек пішінді, сілтілік бояулармен боялатын клеткалар. Олардың үлесіне барлық лейкоциттердің 0-1%-і, эозинофильдер ірі дөңгелек пішінді клеткалар. Қышқыл бояулармен боялады. Лейкоциттердің жалпы санының 1-4%-ін ұстайды. Нейтрофильдер сілтілік бояулармен де, қышқыл бояулармен де боялады. Сан жағынан нейтрофильдер лейкоциттердің ішіндегі ең көбі, сондықтан да олар фагоцитоз құбылысында маңызды роль атқарады. Олардың алатын үлесі 70%-ке дейін барады.

Моноциттер барлық лейкоциттер санының 4-8 процентін құрайды. Моноциттердің бұршақ тәріздес ядросы болады, цитоплазмасы сұрғылт түске боялады.

Лейкоциттердің жалпы санының 21-35%-ін құрайтын лимфоциттердің көгілдір түске боялған цитоплазмасы, клетканың көп жерін алып жататын ядросы болады. Лимфоциттер дербес екі тармаққа бөлінеді: Т және В клеткалар. Т-клеткалар (жемсау безінде) немесе тимуста, ал

Т-лимфоциттер лимфа ткандері мен ішек қабырғасында дамиды.

Қалыпты жағдайда Т және В-лимфоциттер өзара байланыста жұмыс істейді, Т-лимфоциттер клеткалық иммунитетті қамтамасыз етеді, В-лимфоциттерге антигендік мәліметтер береді. Сонымен, лимфоциттер организмнің арнаулы қорғаныштық реакцияларын –клеткалық және гуморальдық иммунитеттерді қалыптастырады.

Организмдегі барлық лейкоциттердің саны 35 миллиард шамасында болады. Адамның  $1 \text{ мм}^3$  қанындағы лейкоциттердің саны 6-8 мың. Белгілі себептерге байланысты лейкоциттің саны қалыпты мөлшерден көбеюі мүмкін, көбейсе оны лейкоцитоз деп атайды. Уақытша лейкоцитоз тамақтанғаннан кейін, бұлшық ет жұмысы кезінде байқалады, ал онық байқалатын күшті лейкоцитоз- күшті қабыну реакциясында жүреді.

Кейбір ауруға ұшырағанда лейкоциттердің саны қалыпты мөлшерден азаяды, ол жағдайда лейкопения деп аталады яғни қаны аз аурумен ауырғанда.

## **5. Қанпластинкалары немесе тромбоциттер**

Тромбоциттер-ядросыз, өте ұсақ, тез бұзылатын қан клеткалары. Олардың диаметрі 2-4 мкм. Құстар мен бауырменжорғалаушыларда олардың ядросы болады. Малдар мен адамдардың  $1 \text{ мм}^3$  қанындағы тромбоциттердің саны 200-400 мың аралығында. Олардың тіршілік мерзімінің ұзақтығы 2-5 күн шамасында. Әдетте қан тамырларынан шығысымен тромбоциттер тез бұзылады да, олардың құрамынан қанның ұю процесіне қатынасатын заттар бөлінеді.

Қанпластинкалары немесе тромбоциттер.Тромбоциттер-ядросыз, өте ұсақ, тез бұзылатын қан клеткалары. Олардың диаметрі 2-4 мкм. Құстар мен бауырменжорғалаушыларда олардың ядросы болады. Малдар мен адамдардың  $1 \text{ мм}^3$  қанындағы тромбоциттердің саны 200-400 мың аралығында. Олардың тіршілік мерзімінің ұзақ 2-5 күн шамасында. Әдетте қан тамырларынан шығысымен тромбоциттер тез бұзылады да,

олардың құрамынан қанның ұю процесіне қатынасатын заттар бөлінеді.

Тромбоциттердің басты атқаратын қызметі – организм жарақаттанғанда артық мөлшерде қан кетуден яғни қансыраудан сақтайды. Олардың бұл қызметінің физиологиялық механизмі былайша іске асады: Бірінші жолы жарақаттанған кезде тромбоциттер бір-бірімен желімдесіп, түйіршіктер жасақталынады да сол қан тамырының жарақаттанған жерінің айналасына жиналып бітейді, оны биологиялық тығын (пробка) деп аталады; екінші жағы – ткань жарақаттанғанда тромбоциттер бұзылып ыдырайды, осы уақытта активті химиялық зат жасақталады, ол серотонин деп аталады.

Бұл зат жаны жарақаттанған қан тамырына әсер беріп, олардың диаметрін тарылтады. Осы уақытта қанның қан тамырының бойымен ағысы төмендеп, қозғалысы баяулайды да қан кету нашарлайды және бұлармен қатар қанның ұю процесі де жүреді. Осы физиологиялық процестердің бәрі организмнің қансырауынан сақтайды.

Қазіргі кезде тромбоциттердің электронды микроскоптық құрылымы, биохимиялық құрамы, қан тамырларының клеткалары және басқа заттармен өзара әсерлерінің сыры жан-жақты зерттелген.

Көптеген сыртқы факторлардың әсерімен тромбоциттер секрет түйірлерін бөледі. Ол үшін альфа-ламбда және дельта түйірлер клетка орталығына тартылып, секретті сыртқа бөлетін арнаулы микро түтікшелер пайда болады. Бөлінетін секрет сипаты тітіркендіргіш табиғатына қарай өзгереді. Мысалы, адреналин немесе тромбиннің аз концентрациясына дельта – түйірлерден серотонин мен кальций ионы бөлінеді. Тромбиннің жоғары концентрациясы, немесе коллаген ламбда-түйірлерінен лизосомдық ферменттер бөлдіреді.

Қандағы тромбоциттер саны эмоциялық қозу жағдайында, симпатикалық нервті тітіркендіргенде бұлшық ет жұмысы кезінде көбейеді де, ас қорыту процесінде кезеген нервті тітіркендіргенде азаяды.

**Қанның реакциясы.** Организмнің қалыпты тіршілігі үшін сутегі ( $H^+$ ) мен гидроксил ( $OH^-$ ) иондары концентрациясының арақатынасымен анықталатын қан реакциясының маңызы зор. Қанның сутегі көрсеткіші (РН)- 7,35 – 7,45 демек оның реакция ортасы әлсіз сілтілік.

Қанның реакциясы салыстырмалы тұрақты жағдайда болады. Ол қандағы буферлік жүйенің болуына байланысты Буферлік жүйе деп қанның реакциясын өзгертпей тұрақты деңгейде ұстап тұратын қосылыстарды айтады. Буферлік қасиеті бар ертінділерде әлсіз, баяу диссоциаланатын қышқыл және сол қышқылдың сілтілі тұзы болады.

Буферлік қасиеті бар ертіндіге күшті қышқыл немесе сілті қосса да ертіндінің сутегі көрсеткіші өзгермейді, оған себеп, ертіндіге қосылған күшті қышқыл ертіндідегі әлсіз қышқылды оның негізінен ығыстырып шығарады да, ертіндіде әлсіз қышқыл және оның күшті қышқылдық тұзы түзіледі. Ал ертіндіге күшті сілті қосылса, онда әлсіз қышқылдың тұзы мен су пайда болып, ертіндінің реакциясы қалпында сақталып қалады.

1. Биокарбанатты буферлік жүйе; ол көмір қышқылы мен натрий биокарбанатынан тұрады.
2. Белокты буферлік жүйе; қан плазмасы құрамындағы белоктар атмосферлік қасиетінің арқасында қан реакциясына қарай не сутегі, не гидроксил иондарын бөледі де, қанның сутегі көрсеткішін бір деңгейде ұстайды.
3. Фосфатты буферлік жүйе; бір және қос негізді фосфор қышқылды натрийден тұрады.
4. Гемоглобинді буферлік жүйе; гемоглобиннің калийлі тұзына ( $KHbO_2$ ) байланысты. Бұл қосылдыс көмір қышқылына қарағанда әлсіз қышқыл болғандықтан оған өзінің калий ионын береді де, сутегі ионын қосып алып, баяу диссоциаланатын қышқылға айналады. Қанның буферлік қасиетінің 75% гемоглобинге байланысты.

Буферлік жүйе тканьдерде де болады. Оған тканьдердегі белоктар мен фосфаттар жатады. Осы буферлік жүйенің арқасында зат алмасу кезінде тканьдерде түзілген көмір

қышқылы, сүт және фосфор қышқылдары бейтараптанып, қанның реакциясын өзгерте қоймайды.

Буферлік жүйенің болуына қарамастан кейбір жағдайларда (патологияға байланысты) қан реакциясының ауытқуы мүмкін. Қан реакциясының қышқылдық жаққа ауытқуын ацидоз, ал сілтілік жаққа ауытқуын-алкалоз деп атайды. Ацидоз екіге бөлінеді- газды және газсыз ацидоз. Газды ацидоз- қанның құрамында көмір қышқыл газы көбейген жағдайда, бөліп шығару жүйесінің қызметі бұзылғанда байқалады. Яғни тыныс алу процесі төмендеп қиндағанда.

Газсыз ацидоз- организмде әртүрлі қышқылды заттар жинақталғанда (бұлшық ет жұмысы кезінде) сүт қышқылының қандағы мөлшері жоғарлайды да қанның реакциясы қышқылдық жаққа ауытқиды бірақ, ол өмірге қауіпті емес.

## **6. Қанның ұюы**

Қанның негізгі қасиеттерінің бірі- оның ұюығыштығы – яғни сұйық түрінен қоймалжың қатты жағдайына келуі. Қанның ұюы организмнің қорғаныштық реакциясы болып есептеледі, қапсырудан сақтайды. Қанның ұюы дегеніміз қан плазмасының құрамындағы еритін белок фибриногеннің ерімейтін белок фибринге айналуы.

Қанның ұюы кезінде оны микроскоппен қарасақ, фибриннің молекулалары ұзын жіпшелер түрінде бір-бірімен шырматылып, тор құрап орналасқан, сол торлардың арасында, қанның клеткалары жатады және фибриннің молекулаларының ұштары үшкірленген ине тәріздес болып келеді. Ұюға ұшырап жатқан қаннан фибрин алынып тасталынса, онда оның қалған сұйық бөлігі –құрамында фибрині жоқ қан деп аталады.

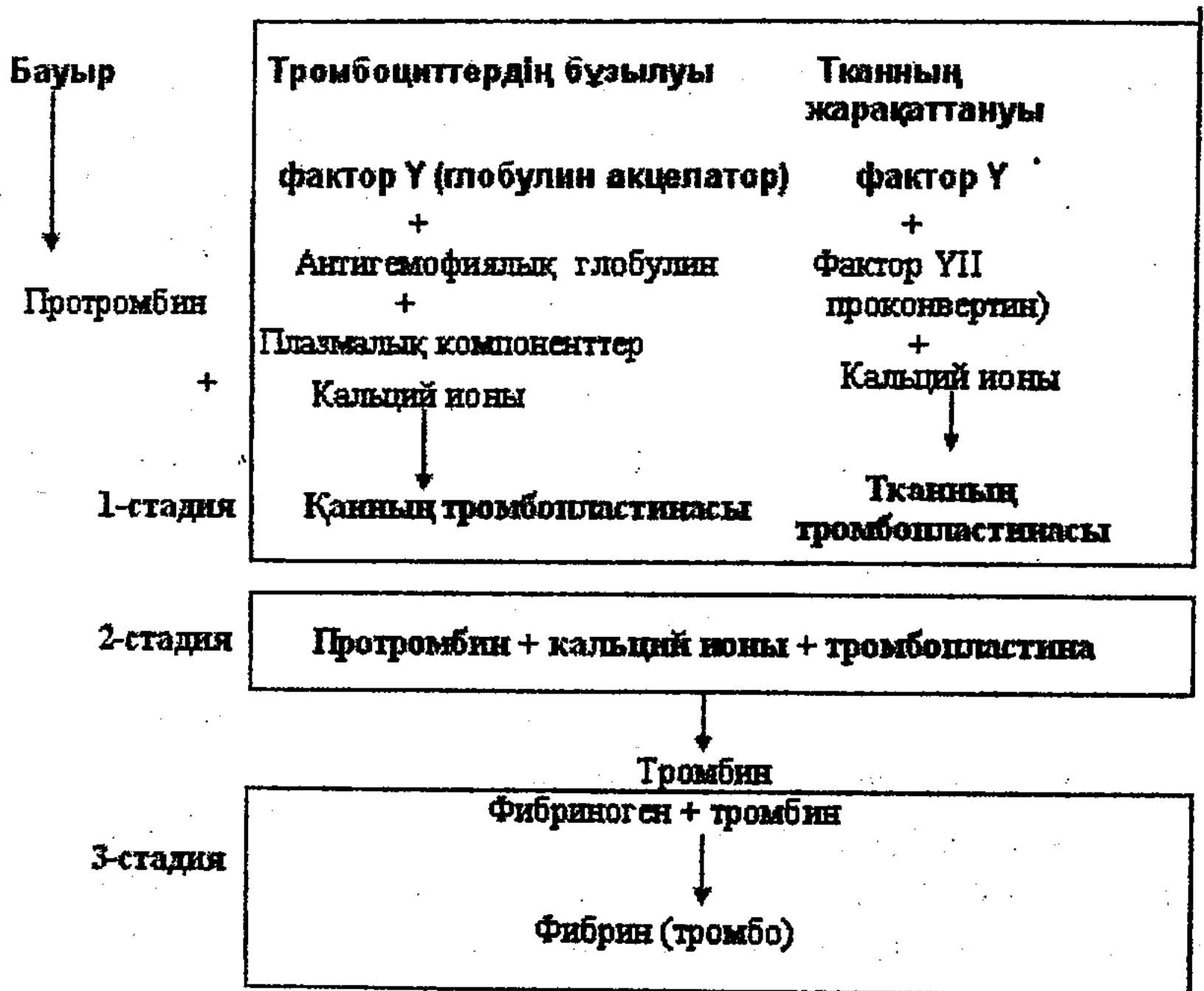
Қанның ұю процесінің ғылыми негізін салушы Тарту университетінің профессоры А.А.Шмидт. Ол 1861 жылы қанның ұюын күрделі ферментативті процесс деп қарастырды. Қазіргі уақытта қанның ұюы осы ферментативті теория арқылы түсіндіріледі.

Қанның ұюы кезінде қанның құрамындағы белок фибриноген тромбин ферменттерінің әсерімен ерімейтін



фибринге айналады (сызба). Бұл фермент организмдегі айналысқа ұшырап жатқан қан құрамында болмайды, ол тек бауырда белоктан жасақталып активті емес протромбин түрінде болады. Активті емес протромбин ферменті активті тромбинге тек фермент тромбопластинаның (тромбокиназа) әсерімен айналады. Бұл ферментте қан тамырындағы қанның құрамында болмайды, ол тек керек болған жағдайда яғни организм жарақаттанып, қан кете бастағанда жасақталады.

Тромбопластина ферментінің екі түрі болады-қанның тромбопластинасы және тканның тромбопластинасы. Тромбопластинаның жасақталуы қан пластинкалары — тромбоциттердің бұзылуынан басталады және оған плазмадағы глобулин, плазма құрамының компоненттері, кальций ионы қатысады.



**1-сызба. Қан ұюының жалпы сызбасы**

Қанның ұюы (сызба көрсеткендей) үш стадия арқылы іске асады. Қанның ұюына нерв системасы әсер етеді- ауырсыну тітіркендіргіш кездерінде ұю процесі тездейді. Сонымен бірге қанның ұюына сыртқы орта факторы да әсер береді. Сыртқы орта температурасы төмендегенде қанның ұюы баяулайды да, температура жоғарлағанда ұю процесі тездейді. Осы заңдылықты ерте кезден бастап қазақ халқы білген, қан тоқтамай қан көп кеткенде күйдіріп басу арқылы қанды тоқтатқан.

Кейбір активті заттар қанның ұю мүмкіндігін төмендетіп, қанды сұйылтады. Ондай заттарға гепарин- бауыр мен өкпе тканынан, гирудин-сүліктің сілекей безінен бөлініп алынған заттар жатады. Кейбір адамдардың қаны жай ұяды, бұл өмірге қауіпті, себебі көп мөлшерде қан кетіп қалуы мүмкін. Ондай жағдайда медициналық көмек көрсетілуі керек. Қан ұюының осындай ауытқуы-гемофилия ауруы деп аталады және ол тұқым қуалайды.

**Эритроциттердің тұну реакциясы.** Эритроциттердің меншікті салмағы плазманың меншікті салмағынан жоғары сондықтан қанның ұюына қарсы әсер ететін ертіндіні (лимонды қышқыл натрий немесе қымызды қышқылды натрий) пробиркаға құйып, оның үстіне қанды құйсақ, онда эритроциттер ертіндінің түбіне қарай тұна бастайды. Әдетте эритроциттер полярлы болып келеді яғни бір полюсы оң, екі полюсы теріс зарядталған. Ертіндінің әсерінен осы зарядтары нейтрализацияланып, эритроциттер бағытсыз қозғалысқа түседі де пробирканың түбіне қарай тұнуына ықпал жасайды. Эритроциттер қанның ірі белок молекулаларын адсорбцияға келтіреді, ал адсорбция белоктың күшті ыдырауы кезінде жүреді. Мысалы, салқын тиіп қабыну процесі жүргенде. Сонымен бірге эритроциттердің тұнуының күшеюі бір қалыпты физиологиялық жағдайда да байқалады (әйелдің екі қабаты мезгілінде).

Эритроциттердің тұну реакциясының жылдамдығы бірқалыпты жағдайда ер адамдарда бір сағатта 3-9 мм, әйел адамдарда 7-12 мм, ал екі қабат әйелдерде 45 мм-ге дейін тұнады.

Олай болса қанның тұну реакциясы медицинада ауруларға диагноз қою мақсатында қолданылады.

## 7.Қан группалары (топтары)

1901 жылы Австрия оқымыстысы К.Ландштейнер дені сау адамның қанында екінші бір адам қанымен аглютинацияға келтіретін заттың бар екендігін болжап, оны анықтады. К.Ландштейнер эритроциттың құрамында екі желімденетін зат Аглютиноген А, және аглютиноген В; сол сияқты плазманың құрамында екі желімдеуші зат – аглютинин  $\lambda$  және аглютинин  $\beta$  болатынын дәлелдеді. Бұл аглютиноген және аглютини заттарының бәрі бірдей бір тектес, қасиеттері де бірдей болмаған, сондықтан оларды –латынның А,В (аглютиноген), гректің  $\lambda$ ,  $\beta$  (аглютинин) әріптерімен белгіленген. Адам қаны құрамында ешқашанда бірден қатарынан Аглютиноген А және аглютинин  $\lambda$  аглютиноген В және аглютинин  $\beta$  болмайды. Сондықтан да организмде қан тамырларының бойында қанның өзінен өзі аглютинацияға (желімденуіне) ұшырамайды. Осы екі заттың (эритроцитте аглютиноген), (плазмада-аглютинин) бар жоқтығына қарай адам қаны төрт группаға (топқа) бөлінеді.

### Адам қанының топтары

кесте- 1

Тобы	Аглютинин	I топ жоқ	II топ А	III топ В	IV топ А және В
I	$\lambda$ және $\beta$	-	+	+	+
II топ	$\beta$	-	-	+	+
III топ	$\lambda$	-	+	-	+
IV топ	жоқ	-	-	-	-

К.Ландштейнердің ашқан заңдылығының негізінде Чехославакия физиологы Я.Янский адам қаны группасының классификациясын жасаған яғни төрт топқа бөлінеді.

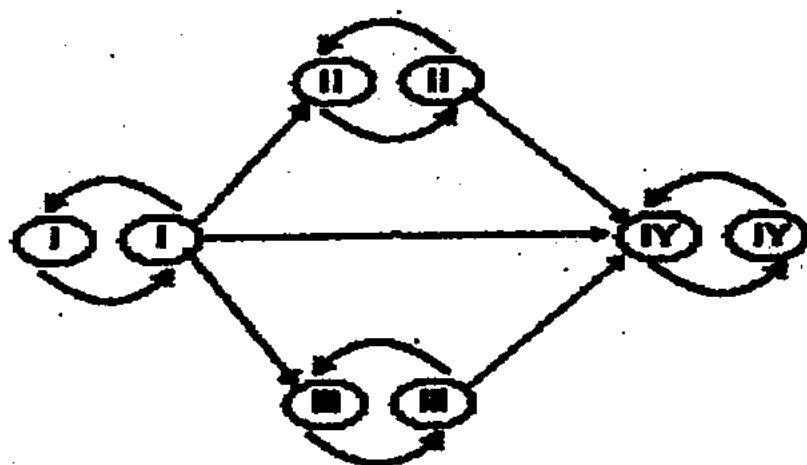
1918 жылы ұлттар лигасының (Бірікке ұлттар ұйымының бұрынғы аты) халықаралық гигиена комиссиясы қан топтарын әріппен белгілейтін номенклатура қабылдады. Оның негізінде

Янскийдің жіктеуі алынған болатын. Тарихи фактіге жүгіне отырып, біздің елде қан тобының қос белгісі көрсетілді – топты белгілейтін әріптің қасында жақша ішінде топтың сандық белгісі тұрады. Бірінші топқа жататын адам қанының эритроцитінің құрамында Аглютиногендер болмайды да, плазмасында аглютининнің екеуі ( $\lambda$ ,  $\beta$ ) де болады. Екінші топқа жататын адам қанының эритроцитінің құрамында аглютиноген (А) болады да плазмасында аглютини ( $\beta$ ) болады. Үшінші топқа жататын адам қанындағы эритроциттің құрамында аглютиноген (В), ал плазмасында аглютинин ( $\lambda$ ) болады. Төртінші топқа жататын адам қаны эритроцитінің құрамында (А,В), плазмасында аглютинидер болмайды.

Қан топтарының анықталуы қан құю проблемасын шешуде үлкен роль атқарды. Емдеу мақсатында қан құю мақсатында қолдану туралы түсінік ерте кездің өзінде-ақ пайда болған. Әуелгі кезде адам баласы қанды тек ішкізу арқылы организмнің қызметін жақсартып, өмірді ұзарту үшін пайдалануға болатынын түсінген. ХҮ-ХҮІ ғасырларда кейбір оқымыстылар (негізінен Италияда) қанды ішуге, адам өмірін жақсартуға болатындығы жайлы жаза бастаған. 1492 жылы қартайған Рим папасы Иннокенти ҮІІІ-ге, оның денсаулығы мен жұмыс істеу қабілетін жақсарту үшін үш 10 жастағы баланың қанын ішкізген: 1666 жылы ағылшын анатомы Р.Лоуэр жануарға тәжірибе жүргізіп, бір иттің қанын екінші қансыраған итке құйған. 1667 ж Франция оқымыстысы Ж.Дени қозының 250 мл мөлшердегі қанын ауру балаға құйып, оның денсаулығын жақсартуға көмектескен. Дени осындай жануардың қанын адам қанына құйып алты рет қайталаған, соның екеуі сәтсіз аяқталған.

Тұңғыш бір адамның қанын екінші бір адам қанына құю операциясын іске асырған 1819 ж ағылшын акушері Бландель болды, ал Россияда алғашқы қан құюды іс жүзіне асырған 1832 ж акушер-дәрігер Г.Вольф.

Қазіргі уақытта бір адамның қанын екінші адамға құю проблемасы толықтай шешілді деуге болады. Қан құю Я.Янскийдің жіктеуіне сәйкес қан топтары заңдылығы бойынша жүреді.



**2-сурет. Қан құю сызбасы**

Схемада көрсетілгендей бірінші топтағы қанды барлық топтарға құюға болады, оны донор деп аталады (қан беруші), ал төртінші топтағы қан барлық қан топтарын қабылдайды, оны реципиент дейді.

Донор қан құю үшін одан 250-300 мл мөлшерде қан алынады. Осындай мөлшердегі қан алынғанда эритроцит пен гемоглобин 10-15%-ке азаяды бірақ 1-2 жетіден кейін бұрынғы қалпына келеді. Жалпы адамға қан құю кезінде оның тек қан тобы заңдылығы жеткіліксіз болатыны 1940 жылдан бастап белгілі бола бастады яғни қан тобымен бірге Резус фактор заты да ескеріледі.

1937 жылы К.Ландштейнер мен Винер Macacus resus деген адам тектес маймылдың қанына зерттеуді бастап, бір затты 1940 ж анықтаған, оны Резус -фактор деп атаған, қысқартып Rh- дейді. Жер бетінде өмір сүретін адамдар қаны құрамында бұл резус фактор затының (85%-інде) болатыны анықталған яғни болса  $Rh^+$  деп аталады, ал адамдардың 15%-інің қанының құрамында бұл зат болмайды, ол жағдайда  $Rh^-$  деп аталынады. Қан құйғанда теріс резус факторға теріс резус фактор, ал оң резус факторлы қанға оң резус факторлы қан құйылады. Бұл заңдылық әйелдердің екі қабат кезінде қан қойылса, қатаң сақталады. Қан тобымен резус фактор тұқым қуалайды. Егер ана қаны  $Rh^-$ , ал ата қаны  $Rh^+$  болса, ұрықта  $Rh^+$  болуы мүмкін.

Мал қанының топтары әлі күнге дейін дискуссия түрінде келеді. Мал эритроциттерінде көптеген аглютиногендер болады. Сондықтан оларды төрт топқа бөле салу мүмкін емес. Әрбір топта бірнеше аглютиногендер түзіледі, сол себептен мал қаны генетикалық жүйеге бөлінеді. Мысалы, ірі қарада 85 аглютиноген болғандықтан II генетикалық жүйеге бөледі,

жылқыда 16 аглютиноген 8 жүйе, қойда 26 аглютиноген 7 жүйе т.б.

Қан тобы мен жүйесін білу тек ғана қан құюда емес, сонымен қатар малдың тегін анықтауға мүмкіндік береді.

## **8. Қан клеткаларының жасақталуы**

Қан барлық тканьдер сияқты тоқтаусыз жаңарып жасақталып отырады. Қан клеткалары арнаулы мүшелерде түзіледі. Оларға сүйек майы (сүйек кемірігі), талақ, лимфа түйіндері жатады. Сүйек майында эритроциттер, дәнді лейкоциттер және тромбоциттер жасақталады. Лимфа түйіндерінде лимфоциттер, ал талақта моноциттер түзіледі.

Күн тәулігінде 200-250 млрд эритроцит түзіледі деп есептелінеді яғни барлық эритроциттің 1 %-і тіршілігін тоқтатып, сондай мөлшерде қайтадан түзіледі. Олар орта есеппен 120 күн тіршілік етіледі де, бауыр мен талақта бұзылады (ыдырайды). Эритроциттердің тіршілік мерзімі жылқыда 100 күнге, сиырда 120-160 күнге, қойда 130, қоянда 45-60 күнге, созылады. Эритроциттер бұзылғанда гемоглобин бөлініп, ол гем және глобинге ажырайды. Гемнен бөлінген жемір элементі қайтадан гемоглобин түзілуге пайдаланылады. Күн тәулігінде ден сау адамның эритроциті ыдырағанда 20-30 мг темір бөлінеді, соның 90% қайтадан гемоглобин түзуге жұмсалады да, тек 10%-і керексіз заттармен бірге жойылуы мүмкін.

Осы тіршілік мерзімі біткен қан клеткаларының анықталып, ыдырау процесіне түсуінің физиологиялық механизмі қалай іске асады десек? Артерия қан тамырларының қабырғаларының жанында әдейі маманданған ретикулярлы-эндотелиялық клеткалар болады, осы клеткалар тіршілік мерзімі бітіп, жай қалқып хаоустық қозғалыспен келе жатқан эритроциттерді ұстап, оларды талаққа жіберіп отырады, талақта олар ыдырау процесіне түседі. Барлық қан клеткаларының дамуы бір ғана клеткадан-гемобластан басталады.

Сүйек кемігенде гемоцитобластардың бір бөлігі алдымен промиэлоцитке, содан соң миэлоцитке айналып, олардан базофильдер, эозинофильдер нейтрофильдер түзіледі. Эритроциттердің түзілуі эритропоэз деп аталады.

Қан клеткаларының жасақталуы Орталық нерв жүйесі арқылы реттеледі. Өткен ғасырдың 80-жылдарында (1883 ж) орыс оқымыстысы С.П.Боткин лаборатория жағдайында итке зерттеу жүргізіп, қан клеткалары жасақталуының нервтік реттелуіне зерттеу жүргізеді. Иттің сүйек майына (кемігіне) келетін нервті тауып, оны электр тоғымен тітіркендіргенде эритроциттердің саны 10-15%-ке көбейіп кеткен.

Сонымен қан түзуші органдар орталық нерв жүйесімен екі жақты байланыста болады: біріншіден, олар өзінің физиологиялық жағдайын орталық нерв жүйесіне хабарлап, екіншіден, орталық нерв жүйесінің нерв импульстерін қабылдап, өздерінің қызметін өзгертеді. Осындай күрделі байланыс болуының арқасында қан түзуші органдар организмнің басқа жүйелерінің қызметіне әсер етіп, өзі де олардың жағдайына қарай бейімделіп отырады.

Симпатикалық нерв қан клеткаларының түзілуін күшейтіп, парасимпатикалық нерв баяулатады.

### **Бақылау сұрақтары**

1. Қанның маңызы, плазма дегеніміз не және оның құрамы қандай?
2. Қан плазмасының осмостық қысымы қалай жасақталады және оның маңызы?
3. Эритроциттердің құрылысы, атқаратын қызметі.
4. Эритроциттердің физико-химиялық қасиеттері болады?
5. Лейкоциттер, олардың түрлері және олардың атқаратын қызметі.
6. Тромбоциттердің атқаратын қызметі және ерекшеліктері;
7. Қан ұюының физиологиялық механизмі, оның схемасы;
8. Адам қаны топтарының сипаттамасы.
9. Резус фактор деген не?

## II. ЖҮРЕК ЖӘНЕ ҚАНТАМЫРЛАР ФИЗИОЛОГИЯСЫ

Біздің эрамызға дейінгі II – ғасырдың кезінде өмір сүрген Рим дәрігері Гален қанның тамыр бойымен айналысына түсінік беруге тырысқан және оның бұл түсінігін ХҮІ-ғасырға дейін оқымыстылар қолдап келген. Оның түсінігі бойынша: қан бауырда коректік затта жасақталып, “коректік қан” пайда болады, осы жасалған қан вена арқылы жүректің оң жақ жартысына және барлық органдарға келіп түседі. Қанның азғантай бөлігі жүректің сол жақ бөлігіне өтіп, өкпеден өкпе венасы арқылы түскен ауа бөлшегімен араласады. Осының нәтижесінде ауамен араласқан қан “дем беретін” күйге келеді де артериялар арқылы дененің барлық жеріне таралып, органдарға “өмір және жылу” әкеледі. Қан венамен де, артериямен де біресе бір бағытқа, біресе екінші бір бағытқа қарай ағады. Жүрекке ағып келгенде ылас қан болып келеді. Бірақ Галеннің бұл айтқаны физиологиялық заңдылыққа сәйкес келмейтін, жартылай фантастикалық түсінік болды.

Тек ХҮІ-ғасырдың аяғынан бастап, жаңа ғылыми мәліметтер мен фактілер жинақталып, Галеннің берген түсінігін түгелдей қайтадан қарау керектігі туындады.

ХҮІІ-ғасырда жүргізілген бақылаулар мен тәжірибелерге негізделген қан айнарудың физиологиялық заңдылығын ашқан ағылшын дәрігері, анатом және физиолог Вильям Гарвей болды. В.Гарвей- қан айналу ілімінің негізін салушы, оның берген анықтамасы бойынша қан айналу процесі дегеніміз- қанның тоқтаусыз айналыс жасайтын тұйықталған түтікшелер жүйесі.

Барлық омыртқалы жануарларда қан айналу жүйесі тұйық жүйе. Оның қарапайым түрі балықтарда кездеседі. Балықтардың жүрегі бір жүрекше мен бір қарыншадан тұрады. Қан ірі веналардан жүрекшеге құйылып, оның ырғақты жиырылуының әсерімен қарыншаға өтеді де қарынша жиырылғанда артерия буылтығына қуылады. Одан әрі