



1. У чым заключаецца ахоўная функцыя скурнага покрыва?
2. Як слізістыя абалонкі перашкаджаюць пранікненню мікраарганізмаў ва ўнутранае асяроддзе?
3. Якая роля запалення ў ахове арганізма?
4. Што такое фагацытоз? Якія клеткі яго ажыццяўляюць?
5. Ад якіх узбуджальнікаў захворванняў ахоўваюць інтэрфероны?
6. Як дзейнічаюць бялкі сістэмы камплементу?
7. Пералічыце асноўныя фактары аховы, якія забяспечваюць віды імунітэту.

§ 29. Спецыфічная імунная ахова ўнутранага асяроддзя арганізма

Як вы ўжо ведаеце, неспецыфічная ахова арганізма вызначаецца сумесным дзеяннем скурнага покрыва, слізістых абалонак і некаторых клетак крыві. Яна працуе пастаянна і яе праяўленне не дужа залежыць ад таго, які непажаданы фактар дзейнічае. Дапаўняльная ў адносінах да яе спецыфічная ахова накіравана супраць пэўнага чужароднага агента і не дзейнічае супраць другіх. Яна развіваецца паступова і называецца *імунным адказам*.

Для апісання імунных адказаў даводзіцца выкарыстоўваць спецыяльны тэрмін — *антыген*. Так называюць любое рэчыва, здольнае выклікаць імунны адказ. У медыцыне пад антыгенам могуць разумець пэўнага ўзбуджальніка хваробы, напрыклад вірус ці бактэрыю. З пункту гледжання імуналогіі гэта *складаныя антыгены*, паколькі ў іх састаў уваходзіць мноства розных малекул — простых антыгенаў.



Імунная сістэма. Развіццё імунных адказаў на антыгены ў арганізме ажыццяўляецца дзякуючы дзейнасці **імуннай сістэмы**. Яна прадстаўлена спецыялізаванымі органамі, клеткамі і рэчывамі, якія гэтымі клеткамі выдзяляюцца.

Органамі імуннай сістэмы з'яўляюцца *чырвоны касцявы мозг, тымус (вілачкая залоза), селязёнка, лімфатычныя вузлы, міндаліны*. Па значнасці іх падзяляюць на першасныя (цэнтральныя) і другасныя (перыферычныя). Да першасных органаў імуннай сістэмы належаць чырвоны касцявы мозг і тымус. У іх фарміруюцца клеткі імуннай сістэмы — лейкацыты.

Некаторыя лейкацыты забяспечваюць неспецыфічную ахову арганізма. Яны запускаюць і падтрымліваюць запаленне, а таксама ажыццяўляюць фагацытоз. Для спецыфічнай аховы арганізма важнымі з'яўляюцца асобныя групы лейкацытаў: манацыты і лімфацыты.

Манацыты ўтвараюцца ў чырвоным касцявым мозгу і трапляюць у крывацёк. Праз некалькі гадзін яны выходзяць праз сценкі капіляраў у розныя тканкі і ператвараюцца ў *тканкавыя макрафагі*.

Утварэнне ўсіх *лімфацытаў* таксама пачынаецца ў чырвоным касцявым мозгу. Для пэўнай групы лімфацытаў (*В-лімфацытаў*) ён з'яўляецца асноўным месцам паспявання. Іншыя лімфацыты паспяваюць у тымусе (*Т-лімфацыты*).

Тканкавыя макрафагі, Т-лімфацыты і В-лімфацыты з'яўляюцца тымі клеткамі імуннай сістэмы, якія забяспечваюць развіццё імуннага адказу.

Развіццё першаснага імуннага адказу падзяляюць на некалькі этапаў. На першым этапе адбываецца паглыннанне макрафагамі чужародных часцінак, якія трапілі ва ўнутранае асяроддзе арганізма. Далей макрафагі перамяшчаюцца ў лімфатычныя капіляры і з токам лімфы трапляюць у другасныя органы імуннай сістэмы, напрыклад у лімфатычныя вузлы. Тут ажыццяўляецца другі этап у развіцці спецыфічнай аховы.

У другасныя органы імуннай сістэмы з крывяносных капіляраў увесць час паступаюць Т-лімфацыты. Макрафагі кантактуюць з імі, знаходзяць Т-лімфацыты патрэбнай спецыфічнасці і актывуюць іх на размнажэнне. У выніку ў арганізме з'яўляецца мноства клетак, неабходных для барацьбы менавіта з гэтым антыгенам.

Тут важна адзначыць, што Т-лімфацыты адрозніваюцца не толькі па спецыфічнасці да антыгена. Пры паспяванні ў тымусе Т-лімфацыты падзяляюцца на Т-хэлперы і Т-кілеры. *Т-хэлперы* (ад англ. *helper* — памочнік) самі не ўступаюць у барацьбу з чужароднымі агентам, а дапамагаюць актывавацца В-лімфацытам. Для гэтага яны праз крывацёк пераходзяць з аднаго другаснага органа імуннай сістэмы ў другі, затым у наступны і гэтак далей.

В-лімфацыты таксама маюць рэцэптары для антыгенаў. Такімі рэцэптарамі з'яўляюцца замацаваныя ў мембране В-лімфацыта антыцелы. *Антыцелы* — гэта бялковыя малекулы, якія могуць спецыфічна злучацца з антыгенам. Для В-лімфацытаў, як і для Т-лімфацытаў, характэрна вялізная разнастайнасць па спецыфічнасці ў адносінах да антыгенаў. В-лімфацыты таксама пастаянна перамяшчаюцца з аднаго другаснага органа імуннай сістэмы ў другі. Гэта павялічвае верагоднасць сустрэчы Т-хэлпераў, якія з'явіліся на другім этапе, з В-лімфацытам патрэбнай спецыфічнасці.

Калі такая сустрэча ажыццяўляецца, В-лімфацыт атрымлівае ад Т-хэлпера сігнал актывацыі і пачынае дзяліцца. Пры гэтым усе яго нашчадкі захоўваюць уласцівую зыходнай клетцы спецыфічнасць рэцэптараў. Гэта значыць, што і на трэцім этапе развіцця спецыфічнай аховы арганізм у шмат разоў павялічвае колькасць патрэбных клетак.



Большая частка размножаных В-лімфацытаў ператвараецца ў *плазматычныя клеткі (плазмацыты)*. Так называюцца В-лімфацыты, якія з другасных органаў імуннай сістэмы пераходзяць у плазму крыві. Яны сінтэзуюць і выдзяляюць у кроў вялізную колькасць антыцел. Гэтыя антыцелы маюць тую ж спецыфічнасць, што і рэцэптары зыходнага В-лімфацыта. Антыцелы звязваюцца з антыгенам, што спрыяе яго хуткаму знішчэнню фагацытуючымі клеткамі. Сфарміраваная такім чынам спецыфічная ахова называецца **гумаральным імунным адказам**.



§29-1

Спецыфічная ахова з удзелам *Т-кілераў* развіваецца ў тых выпадках, калі ўзбуджальнік хваробы ўжо паспеў трапіць у клеткі арганізма. Як вы ўжо ведаеце з раздзела 4, такімі ўзбуджальнікамі часцей за ўсё з'яўляюцца вірусы. У сувязі з тым што вірусы размнажаюцца ўнутры клетак, на іх не могуць уздзейнічаць антыцелы. Т-кілеры знішчаюць пашкоджаныя вірусам клеткі і тым самым спрыяюць барацьбе з вірусам. Такая ахова ажыццяўляецца без удзелу антыцел і называецца **імунным адказам клетчнага тыпу**.

Імунны адказы развіваюцца на працягу 7—10 дзён. Яны спалучаюцца з фактарамі неспецыфічнай аховы, якія працягваюць дзейнічаць, — запаленнем, фагацытозам, работай сістэмы камplementу і інш. Гэта і дазваляе цалкам ачысціць унутранае асяроддзе арганізма ад чужародных агентаў, прасцей кажучы — чалавек папраўляецца.

Але самае галоўнае тое, што пасля развіцця спецыфічных ахоўных рэакцый (развіцця *першаснага імуннага адказу*) у арганізме ўзнікае **індывідуальны (набыты) імунітэт** да дадзенага ўзбуджальніка. Гэта магчыма таму, што, акрамя першасных імунных адказаў, у арганізме развіваюцца другасныя.

Другасны імунны адказ. Яго развіццё засноўваецца на тым, што частка Т- і В-лімфацытаў, якія размнажаліся ў ходзе фарміравання першаснага імуннага адказу, становяцца клеткамі, якія доўга жывуць. Яны захоўваюць жыццяздольнасць на працягу некалькіх гадоў, у адрозненне ад звычайных лімфацытаў, якія жывуць некалькі месяцаў. Калі ў арганізм зноў трапляе такі ж антыген, імунны адказ на яго развіваецца на працягу некалькіх гадзін. Так адбываецца таму, што клетак з патрэбнай спецыфічнасцю рэцэптараў у шмат разоў больш, чым перад першасным імунным адказам. Такі хуткі імунны адказ называецца *другасным*. Развіццё другаснага імуннага адказу не дазваляе ўзбуджальніку хваробы размножыцца да такой колькасці, пры якой ён бы мог паспяхова атакаваць арганізм гаспадара. Таму мы нават не заўважаем, што былі інфіцыраваны.

Такім чынам, набыты індывідуальны імунітэт грунтуецца на Т- і В-лімфацытах, якія застаюцца ад першаснага імуннага адказу. Дзякуючы



§29-1

іх наяўнасці арганізм, умоўна кажучы, «памятае» пра кожны чужародны агент, які выклікаў імунны адказ. Таму такія клеткі называюць *клеткамі імуналагічнай памяці*.

Алергія. Адною з сітуацый, калі імунная сістэма стварае пэўныя праблемы, з'яўляецца развіццё ў людзей асаблівых рэакцый на некаторыя рэчывы. Гэтыя рэакцыі называюцца алергічнымі, а рэчывы, што іх выклікаюць, — *алергенамі*.

У чалавека, які мае павышаную адчувальнасць да таго ці іншага алергена, пры кантактах з ім назіраюцца фізіялагічныя адхіленні ад нормы. Ступень выяўленасці такіх адхіленняў вар'іруе ад лёгкага пачырванення ўчасткаў скуры (дыятэз у дзяцей) да смяротна небяспечных перашкод дыхання.

Найбольш распаўсюджанымі формамі алергіі з'яўляюцца харчовая алергія і алергія на пылок раслін. Нягледзячы на тое што выклікаць алергію могуць многія рэчывы, прафілактыка і аказанне дапамогі пры моцна выяўленых рэакцыях мае агульны характар. Прафілактычныя меры складаюцца ў абмежаванні, па магчымасці, кантакту з алергенам. У выпадку харчовых алергій з рацыёну чалавека выключаюць прадукты, што змяшчаюць алерген. Пры рэакцыі на пылок у час цвіцення многіх раслін (вясна і першая палова лета) абмяжоўваецца знаходжанне ў месцах магчымага кантакту з пылком.

Аказанне дапамогі заключаецца ў выкарыстанні спецыяльных супраць-алергічных прэпаратаў. Іх дзеянне накіравана на зняцце асноўных сімптомаў, якія з'яўляюцца вынікам утварэння гістаміну пры кантакце з алергенам. Як вы ведаеце з папярэдняга параграфа, гістамін спрыяе развіццю запалення. Пры запаленні рэзка змяняецца работа крывяноснай сістэмы. І калі невялікае запаленне ў месцы пашкоджання покрыва прыносіць ужо вядомую вам карысць, то рэакцыя арганізма на вялікую дозу алергена (**алергічная рэакцыя, ці алергія**) моцна парушае нармальны фізіялагічны стан.

Варта памятаць, што супрацьалергічныя прэпараты не вылечваюць ад алергіі. Яны прызначаны для зняцця сімптомаў, таму іх трэба ўжываць або ў перыяд праяўлення рэакцыі, або прафілактычна перад магчымым кантактам з алергенам. Напрыклад, людзям з алергіяй на пылок раслін антыгістамінныя (супрацьалергічныя) прэпараты можна прыняць непасрэдна перад выездам на прыроду.

Даследаванні прычын развіцця алергічных рэакцый з'яўляюцца адным з прыярытэтных напрамкаў у сучаснай імуналогіі і медыцыне. На бліжэйшыя дзесяцігоддзі прагназуецца распацоўка метадаў лячэння схільных да алергіі людзей.



§29-1



Спецыфічную ахову арганізма — імунны адказ — ажыццяўляюць макрафагі, Т-лімфацыты і В-лімфацыты. У выніку іх паслядоўнага ўзаемадзеяння на працягу некалькіх дзён у арганізме павялічваецца колькасць Т- і В-лімфацытаў, неабходных для барацьбы з пэўным чужародным агентам. В-лімфацыты выпрацоўваюць антыцелы, якія спецыфічна звязваюцца з гэтым агентам і паскараюць яго знішчэнне. Пасля першаснага імуннага адказу ў арганізме на працягу некалькіх гадоў захоўваюцца Т- і В-лімфацыты дадзенай спецыфічнасці — клеткі імуналагічнай памяці. Гэта забяспечвае набыты (індывідуальны) імунітэт. Алергія з'яўляецца адной з праяў дзейнасці імуннай сістэмы. Людзі, схільныя да алергіі, павінны пазбягаць кантакту з алергенам і ўжываць супрацьалергічныя прэпараты.



1. Што такое антыген?
2. З чаго складаецца імунная сістэма чалавека?
3. Якія клеткі забяспечваюць спецыфічную ахову арганізма?
4. Якая роля макрафагаў у развіцці імуннага адказу?
5. Чым адрозніваецца гумаральны імунны адказ ад імуннага адказу клетачнага тыпу?
6. На чым заснаваны індывідуальны (набыты) імунітэт?
7. У якіх выпадках дзейнасць імуннай сістэмы можа прыводзіць да непажаданых наступстваў?

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Мнагаклетачныя арганізмы здольныя ствараць для сваіх клетак аптымальныя ўмовы існавання. Гэтыя ўмовы падтрымліваюцца на працягу ўсяго жыцця арганізма за кошт сумеснай дзейнасці ўсіх яго органаў і сістэм. У раслін такая дзейнасць рэгулюецца з дапамогай фітагармонаў. У жывёл пастаянства ўнутранага асяроддзя падтрымліваецца спецыяльнымі сістэмамі — нервовай і эндакрынай. Гэтыя сістэмы дзейнічаюць сумесна, што забяспечвае нейрагумаральную рэгуляцыю.

Асаблівую ролю ў падтрыманні гомеастазісу ў пазваночных жывёл адыгрывае імунная сістэма. Яна забяспечвае як ахову ўнутранага асяроддзя арганізма ад пранікнення ўзбуджальнікаў хвароб і чужародных рэчываў, так і вызваленне ад іх у выпадку пранікнення. Клеткі імуннай сістэмы — лейкоцыты — ажыццяўляюць неспецыфічныя і спецыфічныя ахоўныя рэакцыі, дзякуючы якім у жывёл ёсць відавы (прыроджаны) імунітэт, а на працягу жыцця фарміруецца індывідуальны (набыты) імунітэт.