

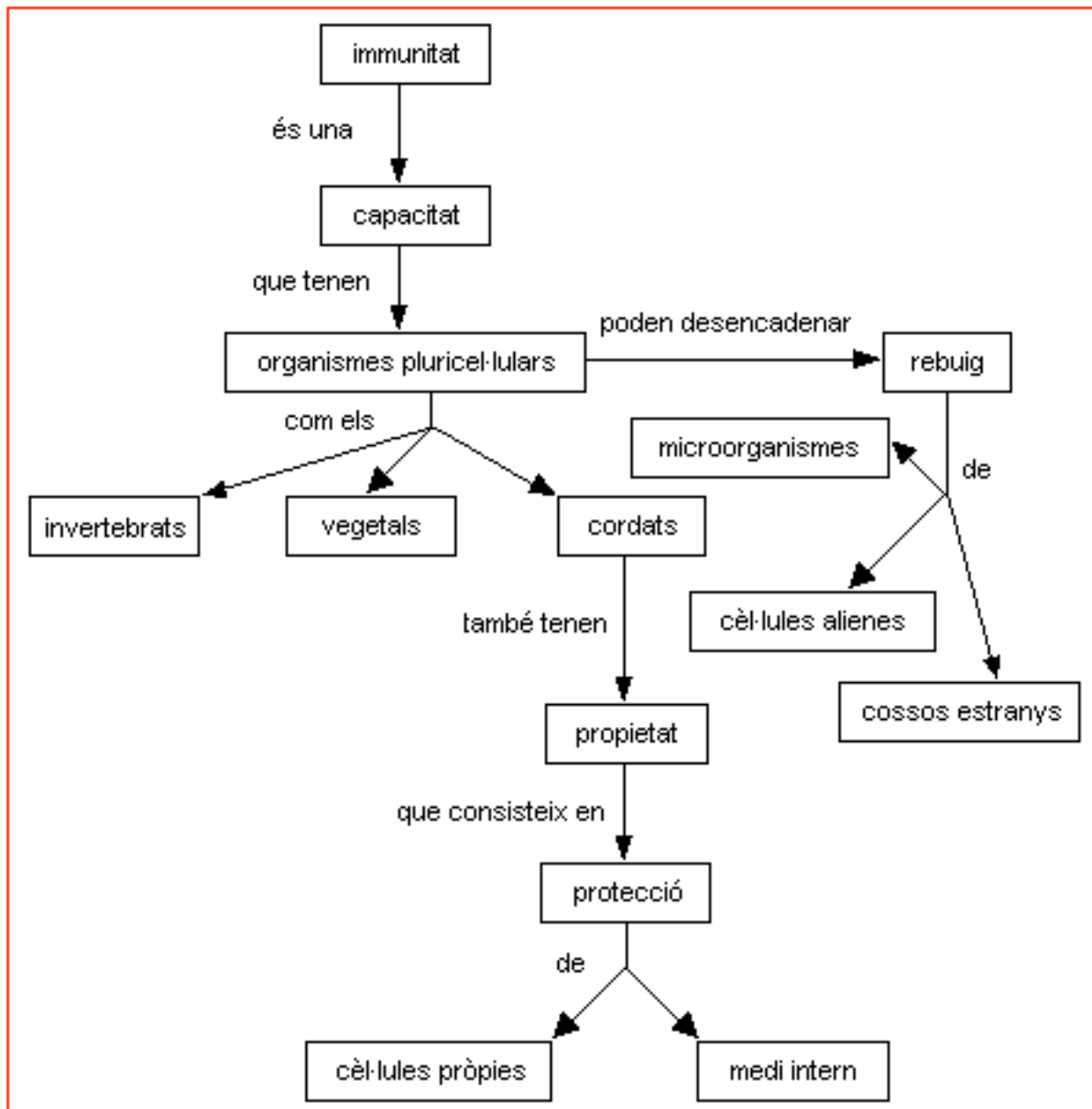
Immunologia [\[hipertext = hv 1\]](#)

1.- Concepte d'immunitat

Es considera la immunitat [\[hv 2\]](#) com la resistència que presenten els organismes davant una infecció. En un sentit més general, podem definir la immunitat com la propietat o la capacitat que tenen els organismes de rebutjar qualsevol cos estrany que pretengui envair el seu medi intern. En aquest sentit, es poden considerar com a fenòmens immunitaris els fets següents:

- a) molts animals pluricel·lulars senzills, com són els equinoderms i els tunicats, que viuen en colònies, manquen de mecanismes per defensar-se de les infeccions, i no obstant això, quan els seus individus queden aïllats i ensopeguen amb un altre individu, saben distingir si estan davant d'un altre animal de la mateixa colònia o si estan davant d'un individu d'una colònia diferent;
- b) les plantes rebutgen els empelts [\[hv 3\]](#) de gemmes de varietats molt diferents, i els animals rebutgen els trasplantaments d'òrgans d'altres individus de la mateixa espècie.

Així, en els animals superiors (Cordats) la immunitat consistiria en un conjunt complex de mecanismes pels quals l'organisme reconeix tots els seus tipus cel·lulars i estableix un equilibri entre ells, rebutjant aquells tipus cel·lulars que li són estranys o que pertorben l'equilibri cel·lular i el medi intern. En canvi, en els animals més simples i en els vegetals només s'haurien desenvolupat els mecanismes de rebuig dels elements estranys.



Mapa conceptual 1

2.- Barreres immunitàries

Els éssers vius presenten una barrera externa que s'oposa a la invasió de cossos estranys, formada bàsicament per la pell en els animals i l'epidermis o exodermis en els vegetals.

Sobre aquesta barrera externa es desenvolupen molt sovint colònies de bacteris o de fongs; per això, tant els animals com els vegetals han creat mecanismes de descamació periòdica d'aquesta barrera externa; així, en la base de l'epidermis de la pell o de l'exodermis dels vegetals hi ha una capa de cèl·lules que contínuament s'estan reproduint i que forma capes noves de cèl·lules que creixen cap a l'exterior.

Quan ens fem una petita ferida, s'obre una bretxa en la barrera externa i l'organisme pot patir una infecció local, una invasió localitzada de microorganismes. Per tal d'evitar-ho, tant els animals com els vegetals tenen mecanismes de cicatrització de les ferides. En els animals, la cicatrització està a càrrec principalment de la sang [\[hv 4\]](#); en els vegetals es forma en la ferida una capa de suro, o bé, se segreguen resines o substàncies similars que omplen i tapen la ferida.

Quan un cos estrany intenta penetrar a través de la capa protectora, els animals i vegetals formen un quist, una bossa closa proveïda d'una membrana, i intenten aïllar el cos estrany. En el cas dels animals es desencadenen reaccions inflamatòries en la pell [\[hv 5\]](#), la qual cosa ja constitueix una part dels mecanismes interns d'immunitat.

Els animals presenten orificis naturals necessaris per a les funcions de nutrició i respiració, o per als òrgans dels sentits; per impedir que aquests orificis es converteixin en llocs de fàcil accés als microorganismes, les obertures es troben sempre impregnades de substàncies (saliva, llàgrimes, mucositats, cerumen...) que, a més de retenir els microbis, contenen substàncies que els destrueixen, com el lisozim [\[hv 6\]](#), un enzim del grup de les hidrolases que trenca els polisacàrids complexos de la paret cel·lular d'alguns bacteris i en produeix la lisi.

Els animals també presenten barreres en el tub digestiu, com és l'àcid clorhídric de l'estómac, que destrueix la major part dels microbis, o la flora bacteriana de l'intestí, o de la boca i la faringe, que impedeix la implantació de qualsevol colònia estranya de microorganismes. Sovint, les infeccions sobrevenen perquè una desnutrició o un canvi d'hàbit en la ingestió d'aliments, o un refredament, ha provocat un desequilibri en la flora bacteriana de l'individu.

Quan els microorganismes superen les barreres externes de l'organisme, entren en joc els mecanismes interns que són exclusius dels animals, i que reben el nom de resposta immunitària [\[hv 7\]](#).

Els òrgans que participen en la resposta del sistema immunitari de l'ésser humà són: la medul·la òssia [\[hv 8\]](#) vermella, les amígdals, els ganglis limfàtics, els vasos limfàtics, el tim [\[hv 9\]](#), la melsa [\[hv 10\]](#), les parets intestinals i l'apèndix.

En la medul·la òssia vermella dels ossos hi ha unes cèl·lules, anomenades cèl·lules mare hematopoètiques, que es diferencien en cèl·lules mare de l'estroma, precursoras dels adipòcits i de les cèl·lules òssies, i en cèl·lules mare totipotents que s'estan multiplicant contínuament donant lloc als llinatges cel·lulars mieloides i limfoides. Les cèl·lules progenitores mieloides o mieloblasts maduren en la mateixa medul·la òssia vermella formant els eritròcits i les plaquetes, entre d'altres (vegeu fig. 1). Les cèl·lules progenitores limfoides emigren pels vasos sanguinis als òrgans limfoides, i allí maduren; així, en el tim maduren els limfòcits T o timodependents. En la resta d'òrgans

limfoides (amígdales, apèndix, ganglis limfàtics, melsa i parets intestinals) maduren els limfòcits B o bursadependents. Aquestes darrers deuen el seu nom al fet que, durant una recerca del seu origen en els ocells, s'observà que en el primer lloc on maduraven era en la bossa de Fabricio, un òrgan limfoide que hi ha a la cloaca dels ocells. En els mamífers, els òrgans homòlegs a la bossa de Fabricio són les plaques de Peyer, òrgans limfoides de les parets de l'intestí.

3.- Cèl·lules del sistema immunitari

3.1.- Els macròfags

Són cèl·lules grans i deformables, capaces de fagòcitar partícules i cèl·lules; són presents en el medi intern de l'organisme, repartits entre els diversos teixits, especialment al voltant dels vasos limfàtics i sanguinis, i en el teixit conjuntiu dels ganglis limfàtics. Provenen de la maduració de limfòcits immadurs i dels monòcits, unes cèl·lules sanguínies procedents de la medul·la òssia vermella. Aquesta maduració es realitza fora dels vasos sanguinis, en els teixits. La vida mitjana dels macròfags és d'alguns mesos, mentre que la dels monòcits és només d'uns pocs dies.

Els macròfags tenen la propietat de reconèixer si una determinada cèl·lula o fragment cel·lular és del propi organisme o té un origen estrany. El reconeixement es realitza perquè en la membrana de totes les cèl·lules existeixen unes proteïnes pròpies de cada individu i de cada teixit, que conjuntament reben el nom de complex major d'histocompatibilitat (CMH). Al seu torn, existeixen dos tipus d'aquestes proteïnes, les anomenades de classe I i les de classe II. Les primeres estan presents en totes les cèl·lules; les segones només en algunes cèl·lules immunitàries, com els macròfags.

Una vegada reconeguda una cèl·lula o partícula com un element estrany al medi intern, aquesta queda adherida a la membrana cel·lular d'un macròfag i després és fagocitada, formant-se un vacúol digestiu. De la digestió de l'antigen en resulten fragments que es fixen a les proteïnes del CMH del macròfag per ser presentats als altres elements cel·lulars del sistema immunitari.

3.2.- Els limfòcits T

Són els limfòcits que han madurat en el tim i es troben principalment en els ganglis limfàtics i en el torrent circulatori limfàtic i sanguini. Aquestes cèl·lules tenen en la seva superfície nombrosos receptors que són proteïnes i que reconeixen específicament les proteïnes del CMH i els antigens (cossos estranys). Hi ha dos tipus de limfòcits T: els auxiliars o d'ajuda (Ta o T4) i els citotòxics (Tc o T8).

Els limfòcits Ta són activats quan entren en contacte simultàniament amb l'antigen i una proteïna de classe II del CMH presents en la superfície d'un macròfag. Alhora, el limfòcit Ta també ha de

contactar amb una proteïna anomenada B7, que produeixen els macròfags que prèviament han contactat amb un antigen. Si no es produeix aquest segon contacte, la cèl·lula Ta no s'activa.

La funció dels limfòcits Ta activats és múltiple:

- Sintetitzen missatgers d'immunitat per estimular l'acció d'aquelles cèl·lules immunitàries que han contactat amb el mateix antigen que ha activat als Ta.
- Estimulen els macròfags i els seus precursors, els monòcits i els granulòcits neutròfils, i fan més eficaç la fagocitosis; aquest fenomen rep el nom d'opsonització.
- Estimulen la proliferació i fabricació d'anticossos per part dels limfòcits B específics per a l'antigen reconegut.
- Estimulen la proliferació i acció dels limfòcits Tc o citotòxics.

Els limfòcits Tc són activats quan entren en contacte amb un macròfag que els presenta, simultàniament, un antigen i una proteïna de classe I del CMH, al mateix temps que contacten també amb la proteïna B7.

La funció dels limfòcits Tc és unir-se a les cèl·lules de l'organisme portadores del mateix antigen i proteïna del CMH que els ha estimulat, o sigui, les cèl·lules que han estat envaïdes per bacteris o virus. Els limfòcits Tc provoquen la mort d'aquestes cèl·lules infectades, i aturen així la proliferació del microorganisme infecciós. L'acció dels Tc consisteix en l'alliberament de citocines, unes substàncies que produeixen la mort cel·lular, i d'interferó (IF) [\[hv_11\]](#), una glicoproteïna que és capaç d'inhibir la multiplicació de virus que han infectat cèl·lules.

3.3.- Els limfòcits B

Són els limfòcits que maduren en els òrgans limfoides diferents del tim, encara que les seves cèl·lules precursors procedeixen també de la mèdula òssia vermella. Es troben en tots aquests òrgans i en el torrent circulatori limfàtic i sanguini.

La superfície dels limfòcits B es troba recoberta de receptors proteics específics dels diferents antígens. Hi ha tantes soques de limfòcits B com antígens diferents han estat reconeguts pels precursors dels òrgans limfoides. Els receptors proteics són de la mateixa naturalesa que els anticossos.

Els limfòcits B poden contactar amb un antigen o bé perquè li és presentat per un macròfag, o bé perquè es troba lliure en el medi intern. Una vegada el limfòcit ha reconegut l'antigen, si rep el missatger d'immunitat apropiat procedent de limfòcits Ta, que han reconegut el mateix antigen, comença la proliferació de limfòcits B; una part dels nous limfòcits es diferencien en cèl·lules plasmàtiques o plasmòcits, i l'altre part continua la proliferació (limfòcits B de memòria).

Els plasmòcits, que es formen en els òrgans limfoides i abunden en el plasma intersticial, comencen a segregar anticossos específics contra l'antigen reconegut. La producció d'anticossos cessa quan els plasmòcits deixen de rebre el missatger d'immunitat que indueix aquesta producció.

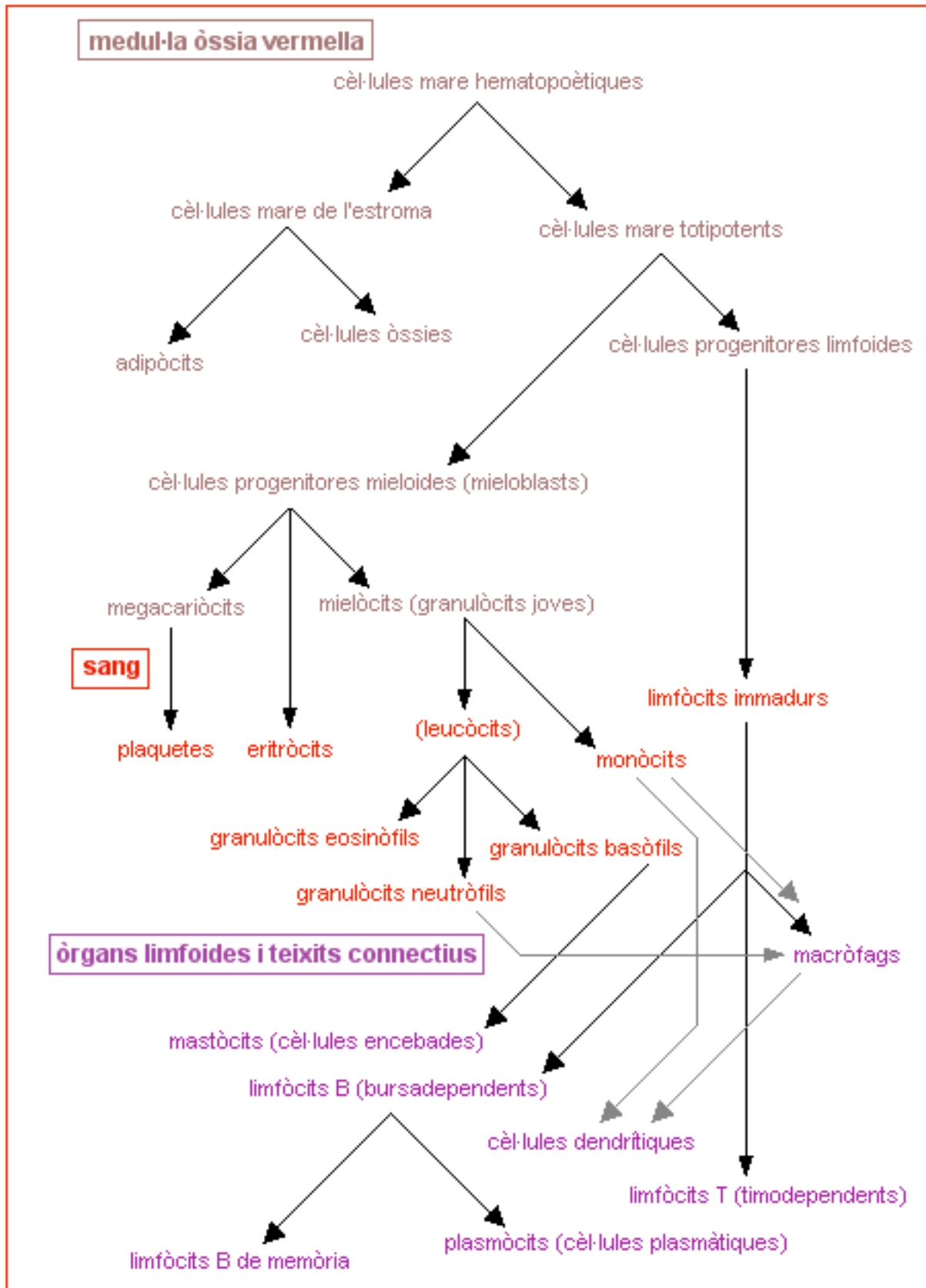


Fig. 1: diferenciació i llinatges principals de les cèl·lules del sistema immunitari i teixits connectius

3.4.- Els granulòcits

Són els glòbuls blancs o leucòcits més abundants en la sang (49-78.5%), procedents dels mieloblasts, cèl·lules mieloides diferenciades en la medul·la òssia vermella, que tenen una vida mitjana d'uns pocs dies.

Els granulòcits s'anomenen així perquè tenen el citoplasma carregat de grànuls, i també s'anomenen polinuclears perquè el seu nucli lobulat dona a vegades l'aparença de tractar-se de cèl·lules polinucleades. Existeixen tres tipus: els neutròfils, els basòfils i els eosinòfils.

Els neutròfils són els més abundants, i són fagòcits. Arriben als focus d'infecció atrets per les toxines bacterianes o per les substàncies alliberades pels mastòcits o els granulòcits basòfils.

Els granulòcits basòfils porten en els seus grànuls substàncies que desencadenen el procés de la inflamació. També, contenen heparina i es creu que actuen prevenint la coagulació intravascular.

Els granulòcits eosinòfils es relacionen amb el final de les reaccions inflamatòries, ja que en els seus grànuls hi ha substàncies antagòniques de les dels grànuls dels basòfils. Malgrat que la seva funció no és prou coneguda, però sabem que augmenten durant els processos al·lèrgics.

3.5.- Els mastòcits

Són cèl·lules amb les mateixes característiques i funcions que els granulòcits basòfils, però amb un volum més gran. Es troben en el plasma intersticial, pròxims als vasos sanguinis i capil·lars. Si en un contacte anterior de l'organisme amb un antigen es van produir anticossos del tipus IgE, aquests s'han anat fixant a la superfície dels mastòcits. És a dir, els mastòcits s'han sensibilitzat. Quan hi ha un contacte posterior de l'organisme amb l'antigen, aquest s'uneix als anticossos IgE dels mastòcits, desencadenant-ne l'alliberament dels grànuls d'aquestes cèl·lules. Aquests grànuls contenen substàncies que atreuen els fagòcits, i també, histamina [\[hv_12\]](#), una substància que disminueix la permeabilitat dels vasos sanguinis i facilita l'arribada de fagòcits. Els mastòcits també poden ser activats per una proteïna anomenada complement.

3.6.- Les cèl·lules dendrítiques

A la pell i a les mucoses hi ha unes cèl·lules anomenades dendrítiques per les seves ramificacions citoplasmàtiques allargades, conegudes també com a cèl·lules de Langerhans, i probablement, equivalents als histiòcits dels teixits connectius, a les cèl·lules de Kupffer del fetge o a les cèl·lules de microglia del sistema nerviós.

Les cèl·lules dendrítiques s'han obtingut "in vitro" a partir dels monòcits, val a dir però, que les cèl·lules dendrítiques immadures només constitueixen el 0.2% dels leucòcits de la sang. La seva funció és capturar cèl·lules invasores, trossejar els antígens, incorporar-los a la membrana units a les molècules del CMH i, a través de la limfa, arribar fins als ganglis limfàtics, activar als limfòcits B i als limfòcits T i la producció dels anticossos corresponents.

4.- Les defenses químiques del sistema immunitari

4.1.- Missatgers d'immunitat

Són proteïnes de massa molecular baixa, elaborades per les cèl·lules immunitàries, especialment els macròfags i els limfòcits Ta, que tenen la funció de transmetre senyals entre les cèl·lules immunitàries, coordinant les funcions d'aquestes cèl·lules. Les cèl·lules immunitàries tenen en la seva superfície proteïnes que són receptors específics d'aquests missatgers; quan un receptor contacta amb una molècula missatgera, es desencadena en l'interior de la cèl·lula tot un seguit de reaccions químiques que provoquen una determinada acció: com la proliferació, la maduració o la secreció de substàncies, etc.

Són missatgers d'immunitat:

- Les interleucines, de les quals se'n coneixen com a mínim set i actuen com a factors de diferenciació de diversos tipus de cèl·lules limfoides i mieloides; així, per exemple:
 - la IL2 que és segregada pels limfòcits Ta, estimula la proliferació i l'acció dels limfòcits Tc;
 - la IL1 que és segregada pels macròfags, actua en els processos inflamatoris com a missatger entre la zona inflamada i els altres òrgans, com l'encèfal i el fetge, per tal de regular la temperatura corporal, o la síntesi de substàncies; o la medul·la òssia vermella, per tal d'estimular la proliferació de granulòcits.
- Les limfocines, o reguladors de la proliferació dels limfòcits B i de la seva transformació en plasmòcits; són sintetitzades pels limfòcits Ta.
- La proteïna B7, que sintetitzen els macròfags per activar els limfòcits T.
- L'interferó, sintetitzat pels limfòcits T; la seva secreció forma part de l'acció dels limfòcits Tc sobre les cèl·lules infectades de virus. Aquesta substància pot ser també sintetitzada per cèl·lules no immunitàries que pateixen una infecció vírica, i genera en les cèl·lules veïnes una resistència contra aquesta infecció. L'acció de l'interferó contra els virus no és específica, encara que hi ha grups de virus que són més sensibles que altres a l'interferó.

4.2.- Els anticossos [\[hv 13a - hv 13b\]](#)

Són proteïnes sintetitzades pels limfòcits B que s'uneixen específicament als antígens; així, cada antigen té el seu anticòs específic. Els anticossos són proteïnes del grup de les globulines de la sang (el 20%), anomenades també immunoglobulines (Ig). Les molècules d'Ig estan formades per una unitat que pot repetir-se dues o cinc vegades, o no repetir-se.

La unitat estructural de les Ig està formada per quatre cadenes polipeptídiques unides per ponts disulfur, que adopten la forma d'una Y. Hi ha dues cadenes polipeptídiques llargues o pesades, anomenades H, formades per un extrem VH d'estructura variable, i tres o quatre regions CH d'estructura constant.

Les dues cadenes polipeptídiques curtes o lleugeres, anomenades L, tenen una regió variable, VL, que s'enfronta a la VH, i a una regió constant CL.

La base de la Y determina el tipus d'anticòs (IgA, IgD, IgE, IgG, IgM), i els extrems variables de la cadena determinen el lloc d'unió amb l'antigen. Les IgA estan formades per dues unitats unides per una peça proteica, i les IgM estan formades per cinc unitats estructurals unides també per peces proteiques.

Les IgM són els anticossos produïts pels limfòcits B després del primer contacte amb un antigen. En els contactes successius amb l'antigen, els limfòcits B segreguen IgG. Aquests dos tipus d'anticossos són els que formen aglomeracions amb les cèl·lules infeccioses.

Les IgE són anticossos que intervenen principalment en les reaccions inflamatories. Les IgA estan presents en la placenta i en la llet materna, i donen una immunitat passiva al fetus o al lactant, i la funció de les IgD és desconeguda. S'ha observat que l'estructura dels anticossos és similar a la de les proteïnes del complex major d'histocompatibilitat (CMH) i als receptors de les cèl·lules immunitàries que reconeixen antígens, missatgers d'immunitat i molècules del CMH. D'aquest fet se'n pot deduir l'existència d'una família de proteïnes específiques del sistema immunitari.

Per una altra banda, s'ha descobert la regió cromosòmica responsable de la síntesi de les immunoglobulines, i s'ha observat que les cadenes curtes i llargues se sintetitzen en regions diferents de l'ADN. En cadascuna d'aquestes regions hi ha uns fragments que determinen les zones constants de la molècula de l'anticòs, i un centenar de fragments que determinen les zones variables de l'anticòs. Quan es sintetitza l'ARNm que ha de dirigir la síntesi d'una immunoglobulina, es combinen algunes de les regions determinants de les zones variables amb algunes de les regions determinants de les zones constants, la qual cosa suposa més de mil combinacions diferents per a cadascun dels dos tipus de cadena proteica, i per tant, milions de possibles anticossos.

4.3.- La reacció antigen - anticòs

Sabem que cada antigen provoca la secreció d'un anticòs específic que s'hi uneix selectivament a través de les regions variables de la seva molècula. La unió de l'antigen i l'anticòs pot provocar tres tipus de reacció:

- de neutralització, quan l'antigen és una substància tòxica, de manera que aquesta substància perd la seva toxicitat;
- de precipitació, si l'antigen és una substància soluble en el plasma; aquesta concentració molecular d'antígens i anticossos facilita l'actuació dels macròfags, que fagociten el precipitat;
- i d'aglutinació, si l'antigen és una cèl·lula, per exemple un bacteri; llavors, es formen grups de cèl·lules adherides pels anticossos. Aquest aglutinament facilita l'acció fagocitària dels macròfags i neutròfils; sovint aquesta reacció és facilitada pel complement.

El complement és una proteïna dissolta en el plasma sanguini, formada per diferents subunitats, i que ha d'activar-se; aquest procés pot succeir de dues maneres:

1) la primera, quan el complement contacta amb una aglutinació d'antígens i anticossos. Llavors, es poden produir dos tipus de reaccions:

- la lisi o el trencament de les cèl·lules infeccioses. El trencament dels bacteris o d'altres cèl·lules infeccioses, provoca l'alliberament de moltes substàncies químiques, algunes de les quals, en combinació amb altres substàncies del plasma, provoquen l'atracció dels fagòcits, els macròfags i els granulòcits neutròfils; a continuació, els fagòcits eliminen els residus cel·lulars i les cèl·lules que s'hagin escapat de la lisi.
- l'opsonització o estimulació dels fagòcits potenciant la seva capacitat digestiva. El complement facilita l'adherència de les cèl·lules infeccioses a la membrana dels fagòcits.

2) i l'alternativa, que consisteix en la reacció del complement amb elements de paret bacteriana i amb l'ió Mg^{2+} ; llavors, es formen uns derivats que poden provocar la lisi dels bacteris. Aquests derivats del complement també poden fixar-se en la superfície dels mastòcits provocant l'alliberament dels seus grànuls.

5.- La immunitat natural

5.1.- Immunitat congènita

Hi ha espècies que no pateixen cap malaltia quan són infectades per un determinat microorganisme que produeix malalties en altres espècies; així, per exemple, l'home no pateix la pesta porcina, ni els cavalls la febre aftosa dels remugants.

També hi ha casos de poblacions d'una mateixa espècie que no pateixen malalties pròpies de la resta de l'espècie; per exemple, les ovelles algerianes són resistents al carboncle, malaltia pròpia de l'espècie ovina. En l'espècie humana, les poblacions europees són les més susceptibles de contraure la tuberculosi.

En una mateixa espècie hi ha individus que mostren una resistència especial a malalties pròpies de la seva espècie. Aquest fenomen és degut al fet que existeix una especificitat entre un microorganisme i el seu hoste.

L'especificitat del microorganisme pot ser el resultat de la seva capacitat de fixar-se en la superfície de la cèl·lula hoste, ja que aquesta és la primera fase d'una infecció cel·lular. La majoria dels microorganismes, la fixació sobre la membrana cel·lular es deu a l'afinitat entre algunes molècules del seu embolcall (proteïnes o glicoproteïnes) i les glicoproteïnes de la membrana de la cèl·lula hoste. Aquesta afinitat requereix no només una correspondència entre uns grups químics i altres, sinó també una distribució espacial de les molècules que permeti un acoblament entre les dues membranes.

Hi ha casos d'especificitat entre el microorganisme i l'hoste és deguda a la major o menor facilitat de l'hoste per a la síntesi d'anticossos eficaços contra el microorganisme. Així, per exemple, el cavall és immune al tètanus perquè en el seu medi intern són molt abundants els anticossos contra el bacteri *Clostridium tetani* i contra la seva toxina, la tetanospasmina [hv_13].

5.2.- Immunitat adquirida

És la que desenvolupa un individu quan pateix per primera vegada una malaltia infecciosa i és l'individu mateix el qui desenvolupa els anticossos específics, com a resposta a la presència dels antígens, és a dir, els microorganismes patògens. Aquesta primera resposta immunitària genera un llinatge de limfòcits B capaços de sintetitzar anticossos específics contra els antígens de l'agent infeccios. En una segona infecció, com que ja hi ha el llinatge de limfòcits B productors dels anticossos necessaris, i en alguns casos, a més a més, hi ha encara anticossos en el plasma o en la superfície dels mastòcits de la primera infecció; la resposta immune és molt més ràpida, el microorganisme no pot multiplicar-se i l'individu no manifesta els símptomes de la malaltia.

La immunitat adquirida contra un agent infeccios pot durar tota la vida de l'individu, uns anys o períodes encara més curts de temps.

6.- La immunitat artificial

6.1.- Les vacunes [hv_14]

La vacunació [hv_15] és una aplicació pràctica del fenomen de la immunitat adquirida. El nom d'aquesta terapia deriva del seu descobriment, l'any 1796, quan el metge rural anglès Edward Jenner [hv_16a - hv_16b] va observar que les persones que munyien vaques amb verola vacuna [hv_17] desenvolupaven pústules de varicel·la en les mans, una malaltia benigna similar a la verola, però quedaven immunitzades contra la verola humana.

Aquesta terapia consisteix en la inoculació en el pacient d'antígens del microorganisme contra el qual se'l vol protegir. Aquests antígens poden ser fragments cel·lulars, toxines inactivades o microorganismes atenuats. després de la inoculació, el sistema immunitari del pacient forma anticossos contra aquests antígens, és a dir, es desencadena un procés d'immunitat adquirida, de manera que, en el futur, si el microorganisme envaeix el pacient, quedarà neutralitzat pels anticossos abans que es pugui desenvolupar la malaltia infecciosa; és a dir, el sistema immunitari s'haurà prèviament sensibilitzat i serà capaç de respondre ràpidament a l'agressió.

6.2.- Les γ -globulines

Són les immunoglobulines de la sang que s'inoculen a un pacient per aconseguir una resposta immunitària passiva contra una determinada malaltia infecciosa.

Inicialment, la pràctica mèdica amb γ -globulines va rebre el nom de seroteràpia, perquè s'inoculava en el malalt el sèrum d'un animal immunitzat contra la malaltia que patia el pacient; així, per exemple, es feia servir el sèrum de cavall per combatre el tètanus, perquè en la sang de cavall hi ha una gran quantitat d'anticossos específics contra el clostridi [\[hv_18\]](#) que provoca el tètanus.

Però aquest tractament tradicional presentava molts inconvenients, ja que amb els anticossos desitjats, s'inoculaven també en el pacient nombroses proteïnes pròpies del sèrum de l'animal; proteïnes que eren estranyes totes elles al sistema immunitari del malalt, aquest fet, sovint generava respostes immunitàries contra el sèrum, amb el desenvolupament de nombroses reaccions inflammatòries a tot l'organisme.

Avui, les tècniques microbiològiques i farmacològiques permeten purificar la fracció de γ -globulines d'un sèrum, i disminuir d'aquesta manera el risc de reaccions immunitàries indesitjables. Fins i tot, hi ha tècniques especialitzades que permeten purificar i separar de les immunoglobulines un únic anticòs.

7.- Al·lèrgia [\[hv_19\]](#) i anafilaxi [\[hv_20\]](#)

Una reacció al·lèrgica és una reacció inflamatòria generalitzada per tot l'organisme, com a conseqüència d'una hipersensibilització del sistema immunitari a un antigen inofensiu.

La causa de les al·lèrgies és discutida. Hi ha autors que diuen que els mecanismes al·lèrgics són idèntics als mecanismes fisiològics contra paràsits com els insectes, els àcars o els cucs, i que l'absència de contactes habituals amb paràsits, el sistema immunitari actua contra substàncies innòcues de l'entorn. A favor d'aquesta teoria hi ha el fet que les al·lèrgies són molt comunes en els països occidentals on pràcticament s'han eradicat la majoria dels paràsits. Per una altra banda, hi ha el fet que l'al·lèrgia a la pols està causada per una reacció immunitària als excrements d'àcars.

Els al·lèrgens [\[hv_21\]](#) o substàncies que provoquen les reaccions al·lèrgiques, són substàncies que poden fàcilment entrar a l'organisme i accedir als alveols pulmonars i al torrent circulatori per inhalació (substàncies volàtils, pols, pol·len), o pel tub digestiu perquè formant part d'algun aliment, o per inoculació (medicaments), de manera que s'estenen ràpidament per tot el medi intern. Aquesta facilitat d'accés genera en l'individu una hipersensibilització del sistema immunitari que comporta la producció d'una gran quantitat d'anticossos IgE i la sensibilització de molts mastòcits.

La resposta ràpida dels mastòcits per tot l'organisme és la causa dels símptomes de les al·lèrgies: l'excés d'histamina provoca inflamacions i pústules en la pell i una secreció excessiva de mucositats en les vies respiratòries a causa de la disminució de la permeabilitat dels capil·lars sanguinis, dificultats respiratòries causades per la relaxació dels músculs de fibra llisa i trastorns digestius; la

interleucina segregada per macròfags atrets pels factors que alliberen els mastòcits, provoca febre, i molts d'aquests factors alliberats pels mastòcits reaccionen amb components del plasma provocant picors i coentors a la pell.

Hi ha reaccions al·lèrgiques, sobretot al·lèrgies a medicaments, en que l'al·lèrgogen s'uneix als anticossos IgM o IgG i es desencadena la reacció del complement amb l'aglutinació dels complexos al·lèrgogen - anticòs i la lisi d'eritròcits. Tot això provoca erupcions cutànies de color púrpura i un cansament general anèmic. Quan la reacció al·lèrgica és molt intensa, diem que l'individu està patint un xoc anafilàctic que pot provocar-li la mort.

8.- Autoimmunitat [\[hv 22\]](#) i immunodeficiència

És la reacció del sistema immunològic d'un individu contra antígens propis, que poden ser proteïnes plasmàtiques, dels líquids intersticials o proteïnes de la membrana d'algun tipus cel·lular del mateix organisme, com si es tractés d'una infecció.

Sabem que quan els limfòcits T immadurs contacten amb proteïnes del propi organisme transportades en el CMH de qualsevol cèl·lula sanguínia o limfàtica que passa pel tim, es moren abans de madurar. Si un limfòcit T o B contacta amb una proteïna i al mateix temps no és activat per la proteïna B7, resta inactiu i no es multiplica. La proteïna B7 la produeixen els macròfags només si han contactat amb antígens aliens al propi organisme.

El mecanisme que desencadena la autoimmunitat pot ser un fenomen de mimetisme entre antígens forans, patògens o no, i antígens propis d'algun òrgan o teixit. És a dir, alguns antígens forans poden tenir una estructura i una massa molecular similar a algunes proteïnes de l'organisme, de manera que els limfòcits activats contra l'antigen patògen reaccionen també contra cèl·lules del propi organisme que tinguin en la banda externa de la membrana plasmàtica, macromolècules similars.

<i>exemples de malalties autoimmunes</i>	<i>òrgans / teixits afectats</i>
malaltia de Crohn	intestí
diabetis mellitus insulíndependent [hv 23]	pàncrees
esclerosi en plaques (múltiple) [hv 24]	cervell i medul·la espinal
miastènia greu pseudoparalítica [hv 25]	músculs esquelètics
psoriasi [hv 26]	pell
artritis [hv 27] reumatoide	teixits connectius
anèmia [hv 28] hemolítica autoimmunitària	sang (eritròcits)
lupus eritematós sistèmic [hv 29]	teixits connectius

La immunodeficiència és la manca d'algun factor o component del sistema immunològic i predisposa l'individu a les malalties infeccioses. Pot ser congènita, deguda a la manca de maduració d'alguns dels elements cel·lulars implicats en el sistema immunològic, o adquirida, com a conseqüència d'alguna malaltia o malnutrició que impedeixen la maduració de les cèl·lules immunitàries.

Als malalts que els han trasplantat un òrgan, se'ls ha de provocar una immunodeficiència terapèutica per evitar que el seu sistema immunològic reaccioni contra les cèl·lules de l'òrgan trasplantat, ja que aquestes cèl·lules tenen unes proteïnes del CMH diferents de les proteïnes de l'organisme del malalt. Aquesta diferència entre els CMH del malalt i de l'òrgan trasplantat comporta que les cèl·lules d'aquest òrgan siguin reconegudes com a estranyes pel sistema immunològic del malalt.

En la síndrome d'immunodeficiència adquirida (SIDA) el virus es fixa específicament en els receptors d'antígens i proteïnes del CMH de classe II (simultàniament) dels limfòcits T_H, de manera que aquests limfòcits no contacten amb la proteïna B7 i ja queden inactivats molt abans de ser destruïts per la infecció vírica.

Tots els materials d'aquest document pdf es poden copiar lliurement. Es pot fer amb el programa **Adobe Reader**, fent ús de les eines següents:

- 1) "*Herramienta Seleccionar*" per a la còpia d'un text o un paràgraf.
- 2) "*Herramienta Instantánea*" per a la còpia d'imatges, gràfics, dibuixos i mapes conceptuals.

Es prega només que en els treballs, dossiers o exàmens citeu la font:

www.cienciasnaturals.com