

Kleine Bomben im Blut – Das Komplement-System

Dinge Erklärt – Kurzgesagt

jedes lebewesen versucht zu verhindern dass es von anderen lebewesen gefressen wird während ihrer entwicklungsgeschichte hat mehrzellige lebewesen milliarden jahre zeit um eine verteidigung dagegen aufzubauen menschen verfügen deshalb heute über ein ausgeklügeltes system aus physischen barrieren abwehrzellen und waffenfabriken aber eine der wichtigsten verteidigungsstrategien unseres körpers kennen kaum jemand das komplementsystem es ist vor über 700 millionen jahren entstanden und ist im grunde eine armee aus 30 verschiedenen proteinen die zusammen einen komplexen und eleganten verteidigungs tänze aufführen er schwimme circa 15 trillionen dieser proteine jetzt gerade in deinem blut herum sie werden allein von chemischen prozessen geleitet und sind unsere effektivste waffe im kampf gegen eindringlinge viele andere teile des immunsystems sind sogar nur dafür da um das komplementsystem zu aktivieren aber es ist auch sehr gefährlich stell dir mal vor beim blut wäre von millionen kleiner bomben durchsetzt die jederzeit hochgehen könnten unsere zellen haben deshalb zahlreiche strategien um sich vor einer zufälligen attacke zu schützen ok aber was tut das komplementsystem jetzt genau und warum ist es so gefährlich [Musik] kurz gesagt hat das komplementsystem drei aufgaben es blockiert feinde aktiviert das immunsystem und reißt einfach löcher in dinge bis ich sterbe aber wie schließlich sind das ja nur hirnlose proteine die planlos umher schwimmen ohne ziel oder absicht nun ja das ist tatsächlich teil ihres plans komplement proteine befinden sich erstmal in einem inaktiven modus sie tun gar nichts bisher aktiviert werden und ihre form ändern in der welt der proteine entscheidet die form darüber was man tun kann und was nicht denn durch die form wird bestimmt mit wem man wie interagieren kann zum beispiel kann ein protein in seiner inaktiven form vielleicht überhaupt nichts tun aber in seiner aktiven form kann es die form anderer proteine ändern und sie dadurch aktivieren so dass hier weitere proteine aktivieren können solche mechanismen können kaskaden auslösen die sich sehr schnell ausbreiten stellte die complement proteine am besten wie millionen von eng gedrängten streichhölzern vor sobald eines feuer fängt zündete seine nachbarn an die wiederum ihre nachbarn anzünden tag fertig riesiges feuer die tatsächlichen mechanismen des komplementsystems sind etwas kompliziert und sehr umfangreich deshalb werden wir sie hier vereinfachen stell dir vor du schneidest dich und bakterien gelangen in die wunde und ins umliegende gewebe das komplementsystem startet daraufhin seinen angriff mit c3 c3 ist das erste streichholz dass unser feuer entfacht dafür muss c3 von seiner inaktiven in seiner aktive form übergehen wie es dazu kommt ist sehr kompliziert sagen wir einfach es kann entweder zufällig passieren durch andere komplement proteine die an einen feind binden oder durch antikörper das wichtigste ist dass sich c3 in zwei kleinere proteine aufspaltet c3 a und c 3 b und die sind jetzt aktiv eines dieser spalt proteine c3 b ist wie eine lenkt rakete die darauf spezialisiert ist bakterien pilze und viren zu finden es hatte den bruchteil einer sekunde um ein opfer ausfindig zu machen bevor es von wassermolekülen neutralisiert wird findet zb ein ziel heftet es sich an dessen oberfläche und lässt nicht mehr los dadurch ändert das protein wieder

seine form mit dieser neuen form kann es jetzt auch an weitere proteine binden und dadurch eine kleine kaskade in gang setzen es ändert noch mehrmals seine form und findet dabei andere komplementproteine an sich schließlich wird es zur sogenannten c3 konverter mit dieser neuen form kann es nun selbst c3 proteine spalten und aktivieren dieser prozess verstärkt sich selbst immer weiter bis tausende proteine das bakterium bedecken für das bakterium ist das katastrophal denn es wird dadurch entweder komplett unbrauchbar gemacht oder zumindest lahmgelegt das ist so als wärst du von tausenden fliegen bedeckt aber damit nicht genug erinnerst du dich an das andere spaltprodukt von c3 das c3a protein c3a fungiert als notsignal tausende von ihnen werden vom schlachtfeld weggespült und machen auf die gefahr aufmerksam in aktive immunzellen bemerken die c3a proteine oder wachen aus ihrem schlaf um den proteinen zum ursprung der entzündung zu folgen je mehr notsignalproteine ihnen begegnen desto aggressiver werden sie so führt das komplementsystem die verstärkung genau dorthin wo sie am dringendsten gebraucht wird so jetzt hat das komplementsystem schon mal die eindringlinge verlangsamt und verstärkung gerufen nun beginnt es aktiv damit den feind zu zerstören die ersten immunzellen die das schlachtfeld erreichen sind die favoriten sie verschlingen ganze zellen sperren sie in winzigen bläschen ein und töten sie mit säure aber um den feind verschlucken zu können müssen sie ihn erst zu fassen bekommen gar nicht so leicht denn die bakterien möchten das nicht und flutschen leicht davon aber die complementproteine die an die bakterien gebunden haben fungieren jetzt wie eine art kleber dadurch wird es für die immunzellen einfache ihre opfer zu fangen es wird sogar noch besser denkt noch mal daran wie es wäre von fliegen gedeckt zu sein und jetzt stell dir vor wie diese fliegen zu wespen werden eine weitere kaskade beginnt auf der bakterien oberfläche verändert die c3 convertase erneute ihre form und beginnt damit weitere proteine zu verändern zusammen bilden sie jetzt etwas größeres den membranangriffskomplex stück für stück verankern sich stäbchenförmige proteine tief in der bakterien so lange bis sie ein loch hinein reißen das nicht wieder verschlossen werden kann wasser kann so ungehindert in die bakterienzelle hinein und andere stoffe aus der bakterienzelle heraus strömen das bakterium verblutet quasi die übrigen bakterien werden verwundet und vom komplementsystem abgelenkt bis die immunzellen ankommen und sie töten der angriffe den keim erstickt bevor er zu einer gefahr werden kann du hast das wahrscheinlich nicht einmal mitbekommen bakterien sind schon sehr unglücklich über die existenz des komplementsystems aber noch effektiver ist es gegen viren denn die haben ein problem sie müssen von zelle zu zelle wandern befinden sie sich gerade nicht in einer zelle können sie nur hoffen dass sie auf eine zelle stoßen die sie infizieren können sonst sind sie komplett schutzlos und da kann das komplementsystem eingreifen die viren unschädlich machen und sie an die immunzellen ausliefern ohne das komplementsystem wären virusinfektionen um einiges tödlicher aber moment wenn wir so eine effektive waffe erhaben warum werden wir dann überhaupt krank das problem ist dass bei einem krieg beide seiten nachrüsten können wenn zum beispiel das wach ihn ja virus eine zelle infiziert zwingt es sie ein protein herzustellen dass die complementaktivierung blockiert so bildet das virus sicherheitszonen um eine infizierte zelle herum wenn es die zelle dann tötet und weitere zellen infizieren will hat es höhere erfolgchancen oder zum beispiel können sich manche bakterien bestimmte moleküle aus dem blut holen da durch das komplementsystem ruhig halten und selbst unsichtbar bleiben auch wenn das komplementsystem also extrem wichtig ist ist es doch nur ein teil unseres komplexen immunsystems es ist ein wunderschönes beispiel dafür wie viele hirnlose kleine teile zusammen großes erreichen können [Musik] [Musik]

