

Příloha k audioknize



aurora



PUBLIXING

Tělo je trubice.

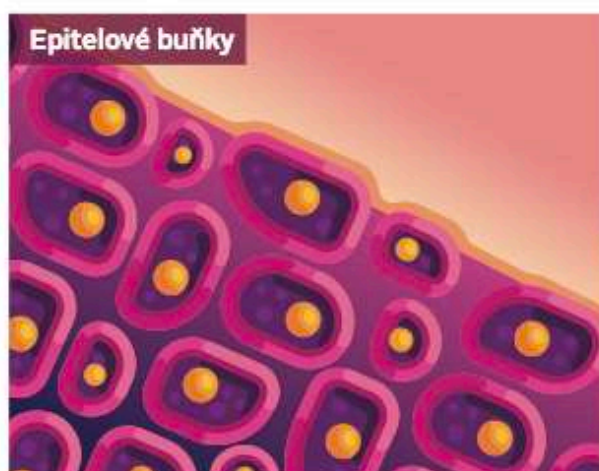
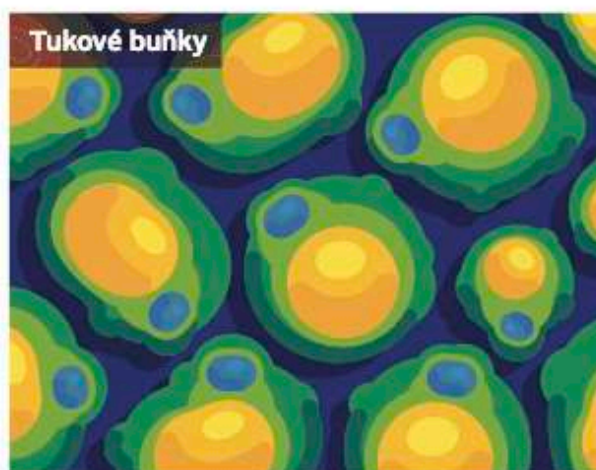
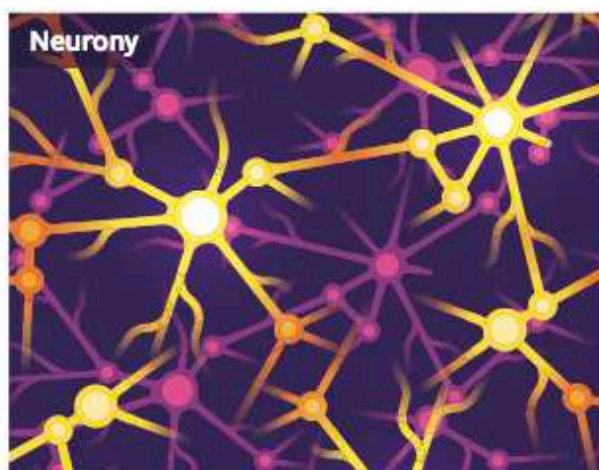
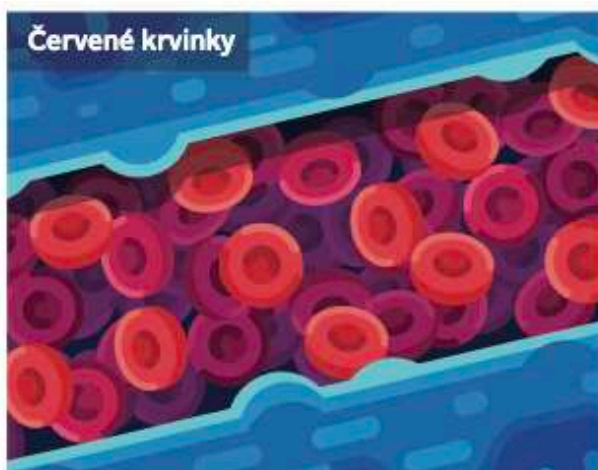


aurora



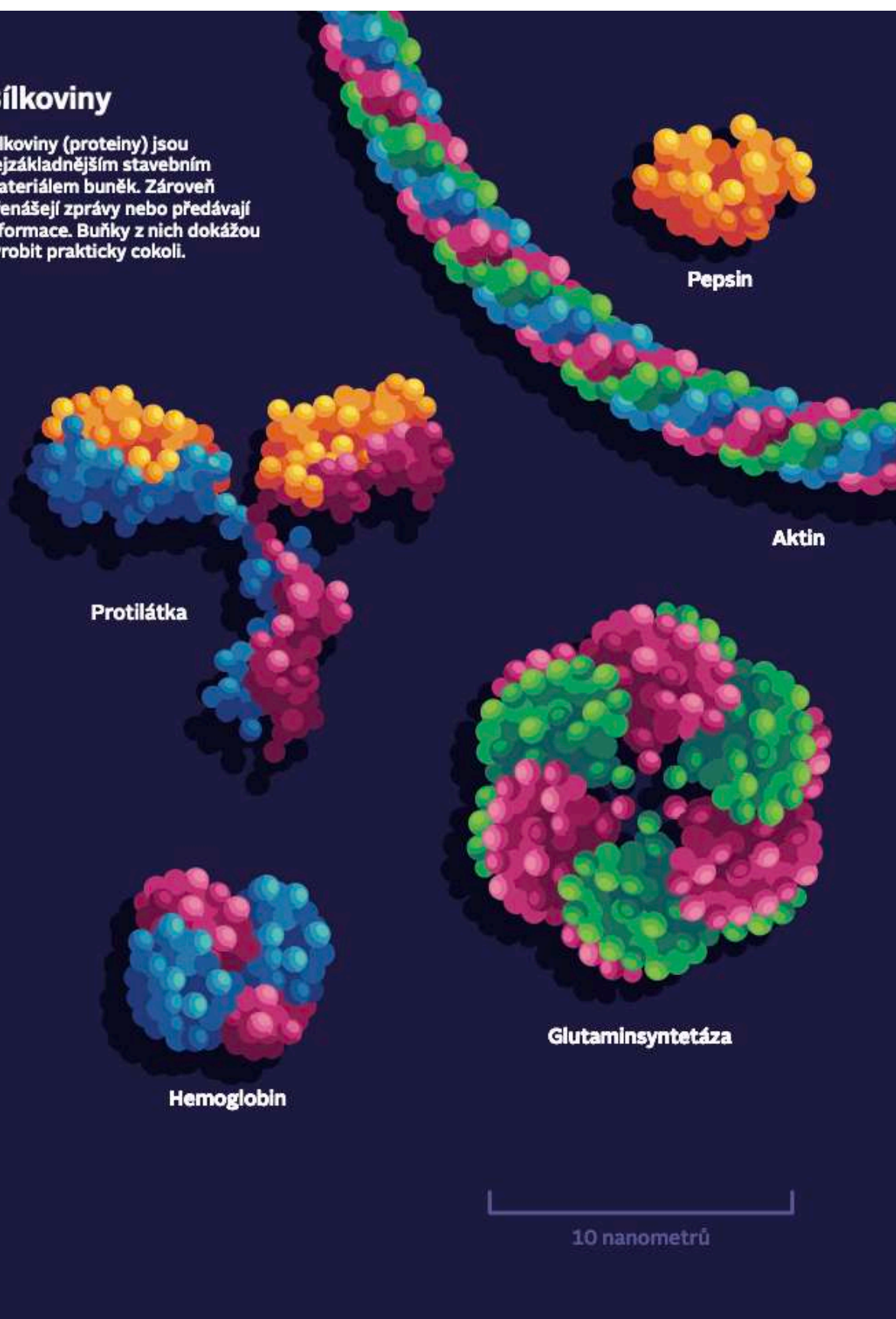
PUBLIXING

KAPITOLA 3



Bílkoviny

Bílkoviny (proteiny) jsou nejzákladnějším stavebním materiálem buněk. Zároveň přenášejí zprávy nebo předávají informace. Buňky z nich dokážou vyrobit prakticky cokoli.



aurora

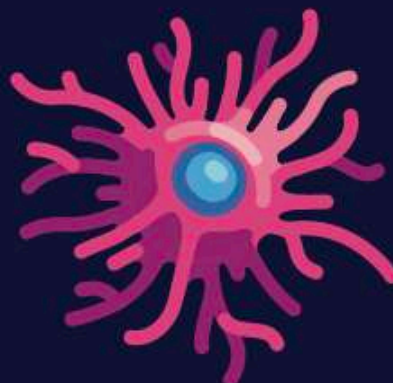


PUBLIXING

Klíčoví hráči imunitního systému



Makrofág



Dendritická buňka



Neutrofil



Komplement



Přirozený zabíječ (NK buňka)



T-lymfocyt



B-lymfocyt



Protilátky



Bazofil

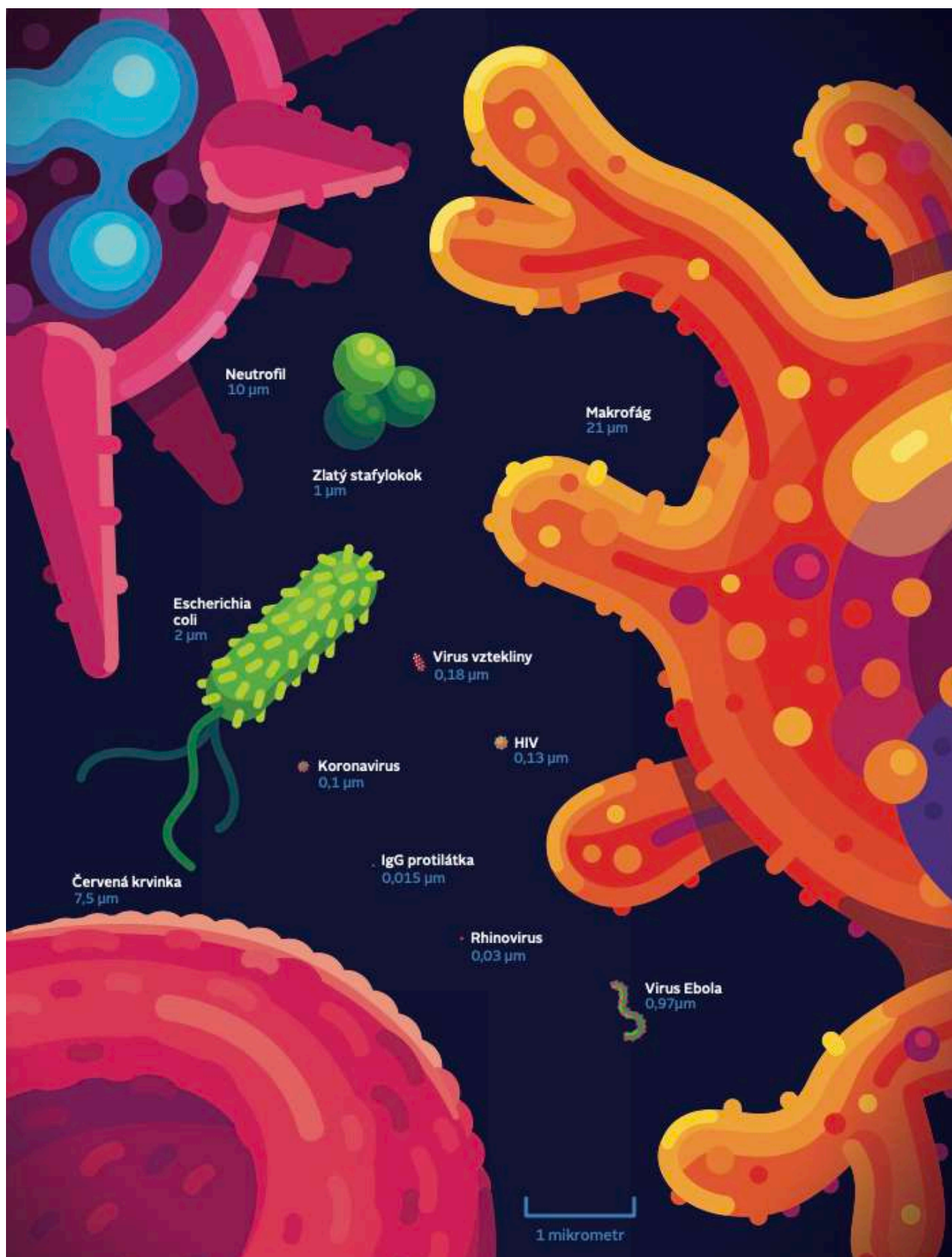


Eozinofil



Žírná buňka

KAPITOLA 5

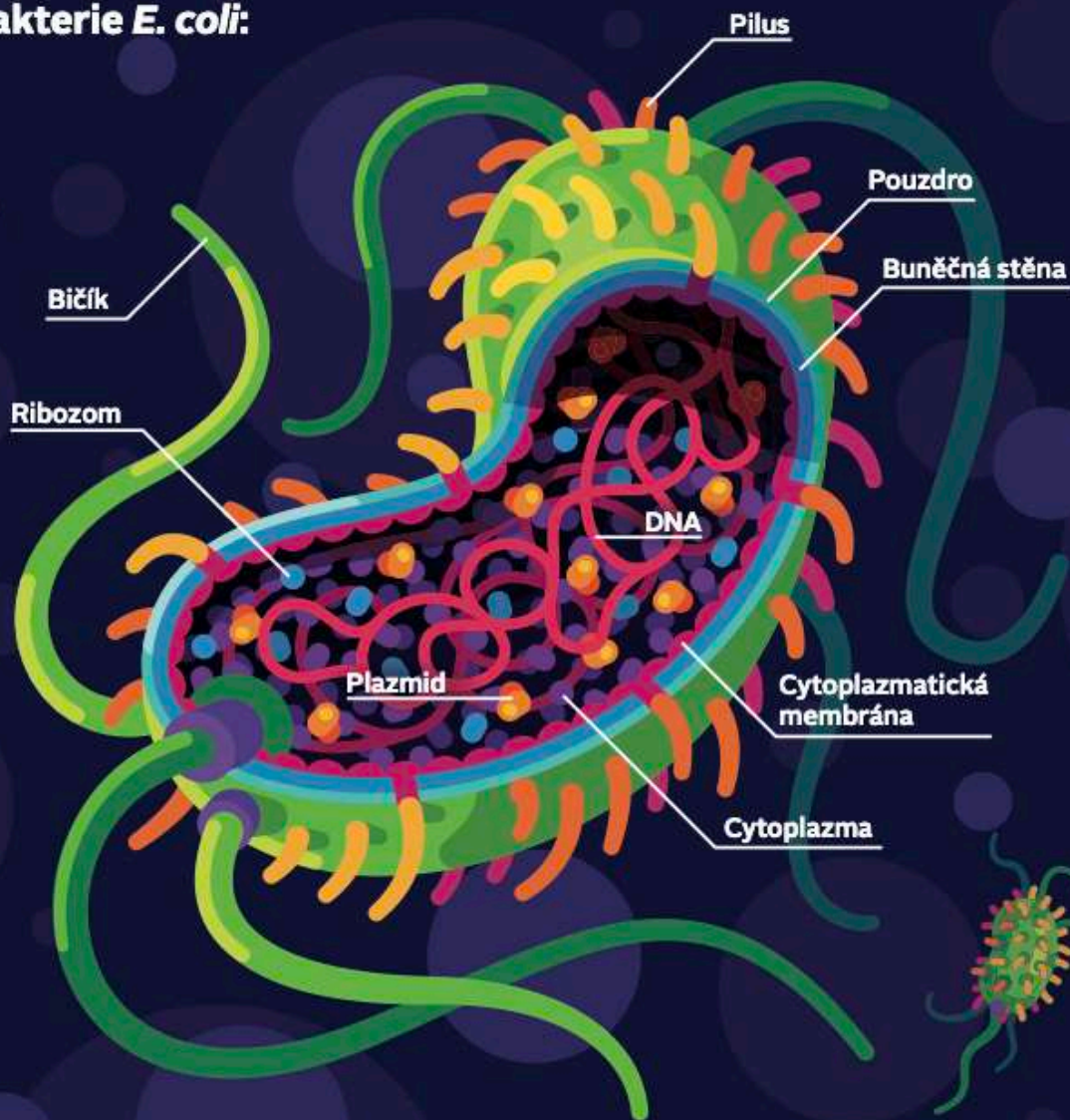


aurora



PUBLIXING

Bakterie *E. coli*:



Morfologie bakterií:



Koky



Tyčinky



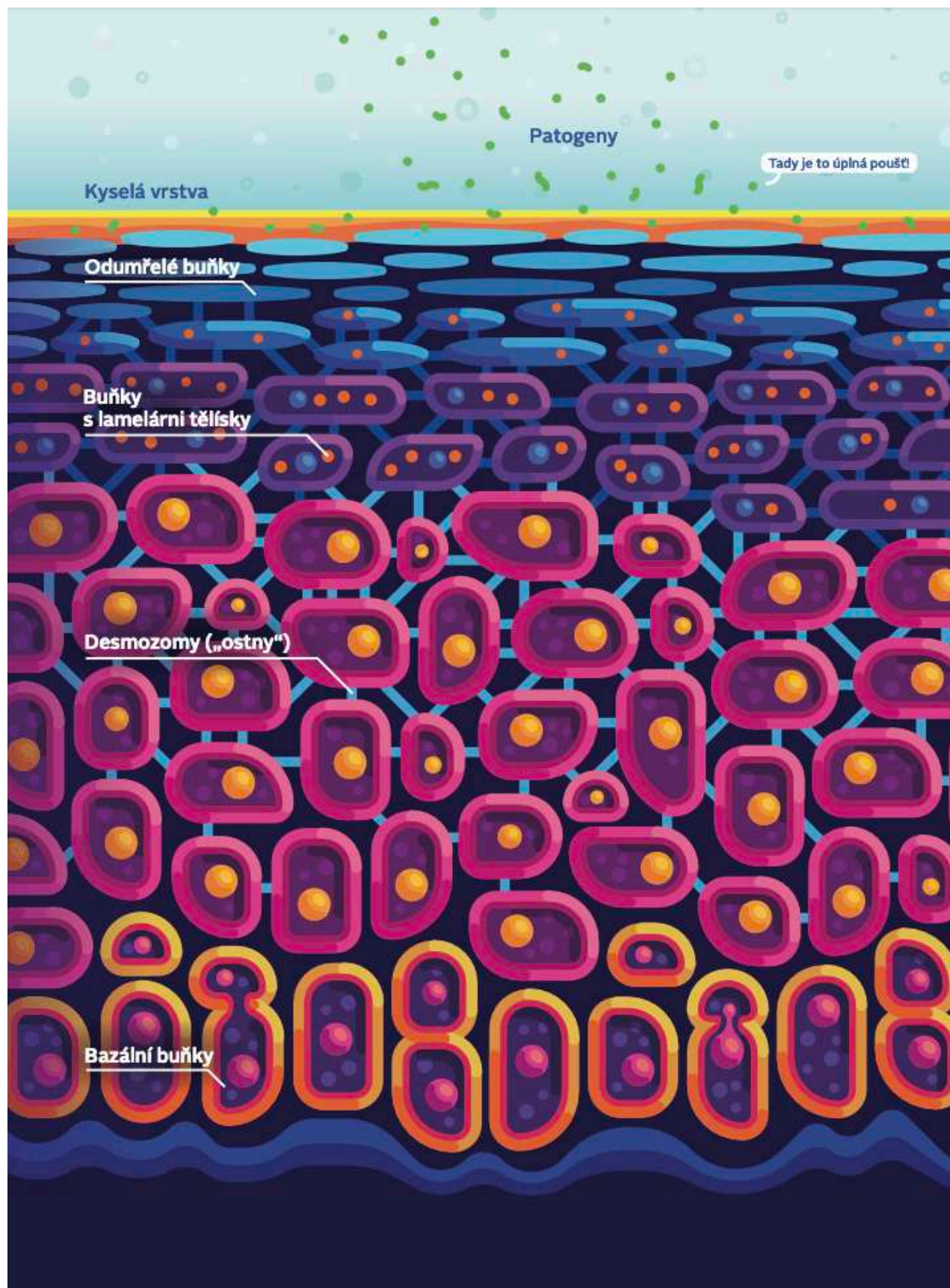
Spirály

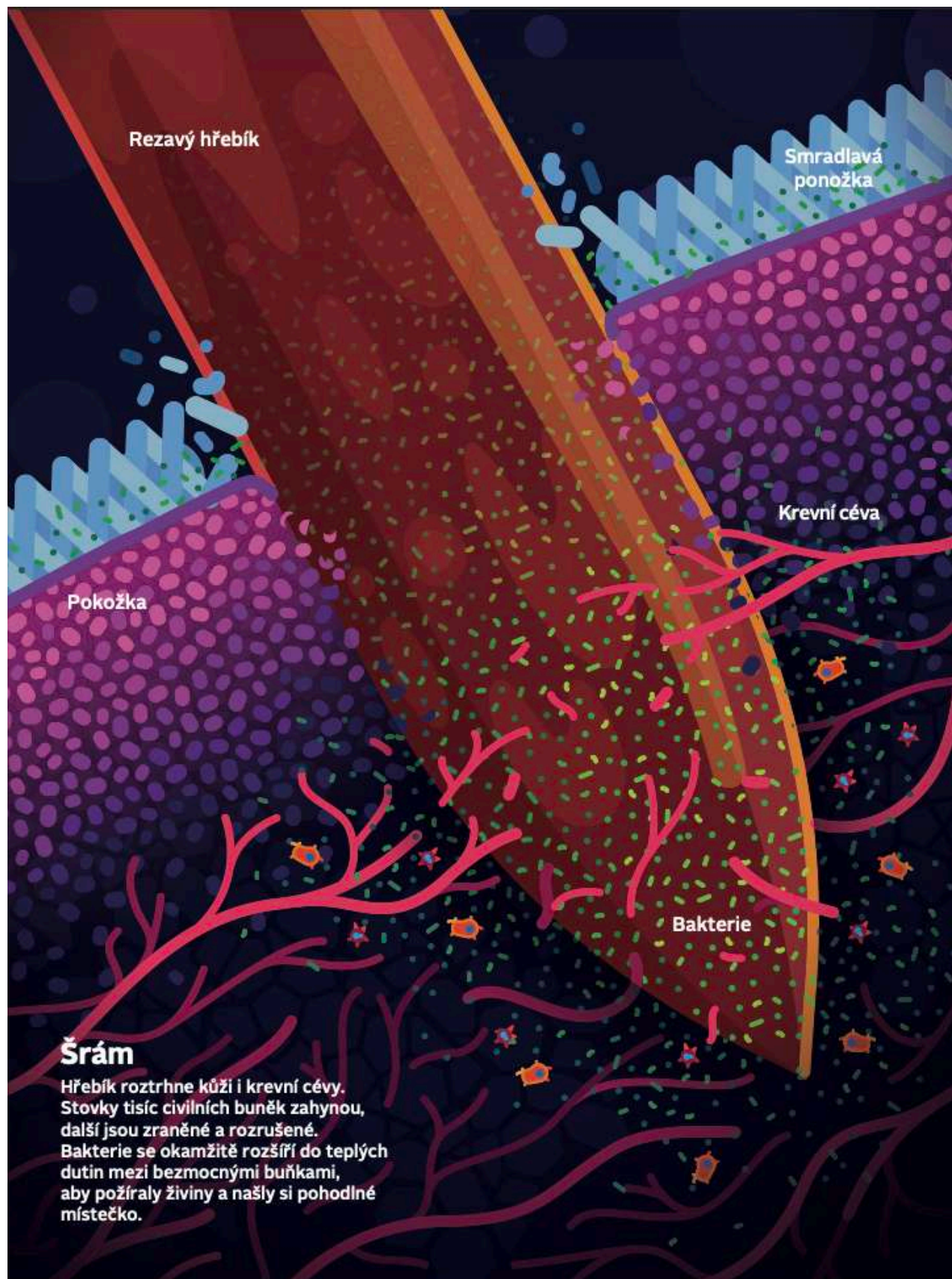


aurora



PUBLIXING





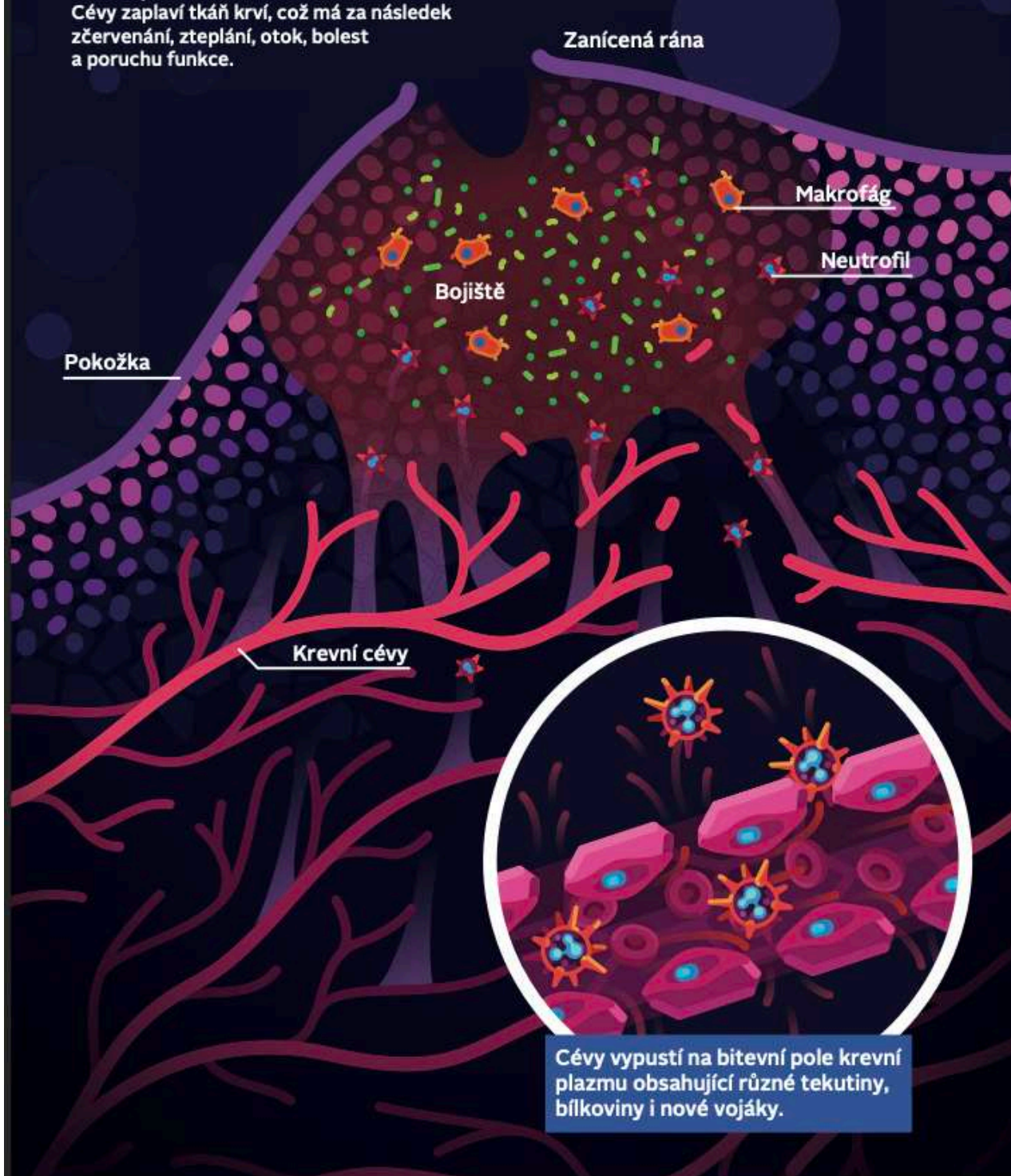
Fagocytóza

1. Fagocyt chytí patogen.
2. Zabalí nepřítele do membrány a polapí ho v miniaturním vězení.
3. Vězení se sloučí s komůrkou plnou kyseliny.
4. Kyselina rozloží patogen na základní složky.
5. Fagocyt část z nich pozře a zbytek vyvrhne ostatním buňkám.



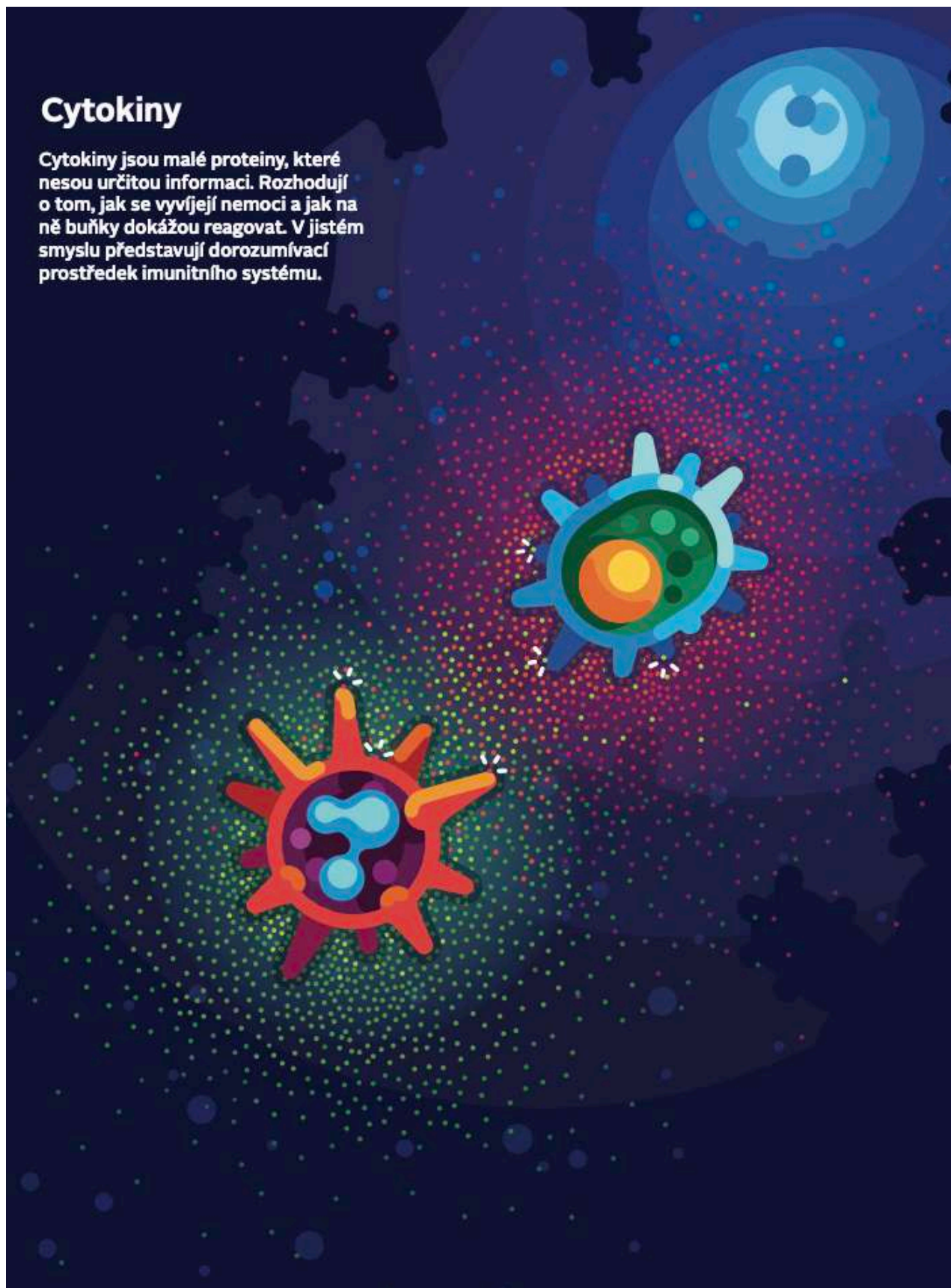
Zánět

Zánět je komplexní biologická reakce imunitního systému, která rychle vztyčí obranu proti zranění či infekci. Cévy zaplaví tkáň krví, což má za následek zčervenání, zteplání, otok, bolest a poruchu funkce.



Cytokiny

Cytokiny jsou malé proteiny, které nesou určitou informaci. Rozhodují o tom, jak se vyvíjejí nemoci a jak na ně buňky dokážou reagovat. V jistém smyslu představují dorozumivací prostředek imunitního systému.



aurora



PUBLIXING

Receptory

Receptory představují jakési smyslové orgány buněk. V zásadě fungují jako zámky a klíče, takže reagují pouze na konkrétní molekuly.



aurora



PUBLIXING

Komplementové proteiny



C3b



C3a



Bb



Ba



C4b



C4a



C2b



C2a



D



P



C1q



C1r



C1s



MBL



MASP-1



MASP-2



C5b



C5a



C6



C7



C8



C9



C1INH



MCP



DAF



H



C4bp



CD59



CR1



CR2



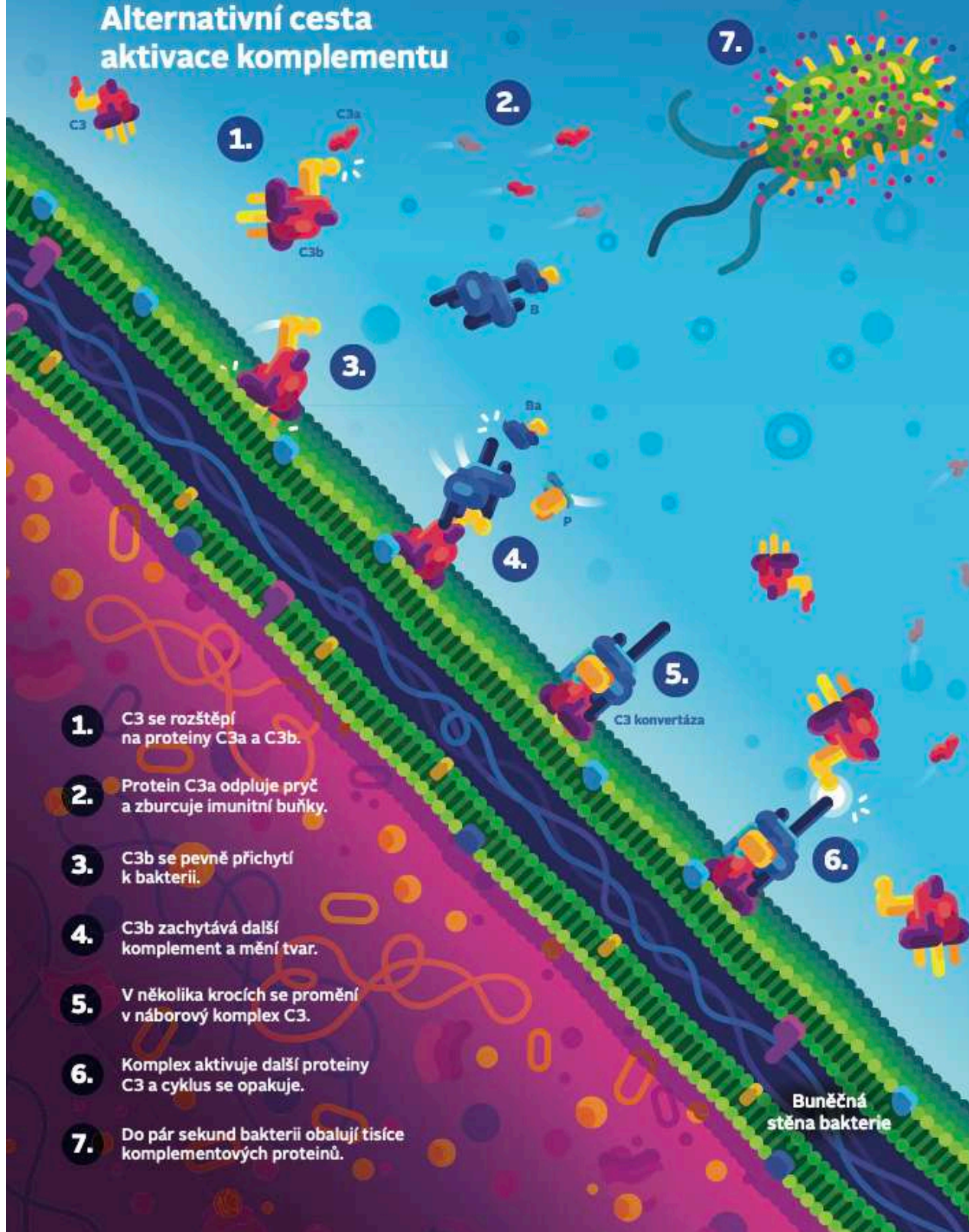
CR3



CR4

Komplementový systém patří mezi klíčové složky imunitní soustavy. Skládá se z armády čítající přes 30 různých bílkovin, které složitě a elegantně spolupracují na tom, aby zastavily vetřelce. Komplement se ve zkratce stará o tři věci: mrzačí nepřátele, aktivuje obranyschopnost a dělá do mikrobů díry, dokud neumřou.

Alternativní cesta aktivace komplementu



Shrnutí vrozeného imunitního systému:



Fyzická bariéra



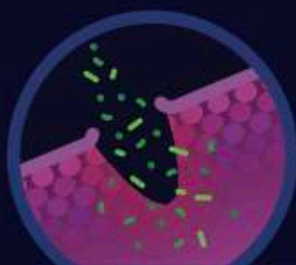
Makrofágy



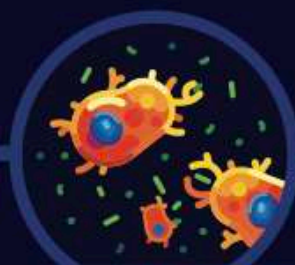
Neutrofilly



Komplement



1. Hraniční zeď (kůže) je prolomena.



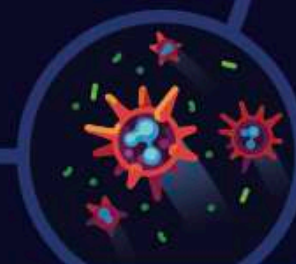
2. Makrofágy pohlcují a zabíjejí.



5. Dorazí posily včetně komplementu.



4. Imunitní buňky zavěsí k zánětu.



3. Makrofágy povolají neutrofilly.



6. Komplement značkuje, mrzačí a zabíjí.



7. Útočníci jsou poraženi.

Zmákli jsme to!



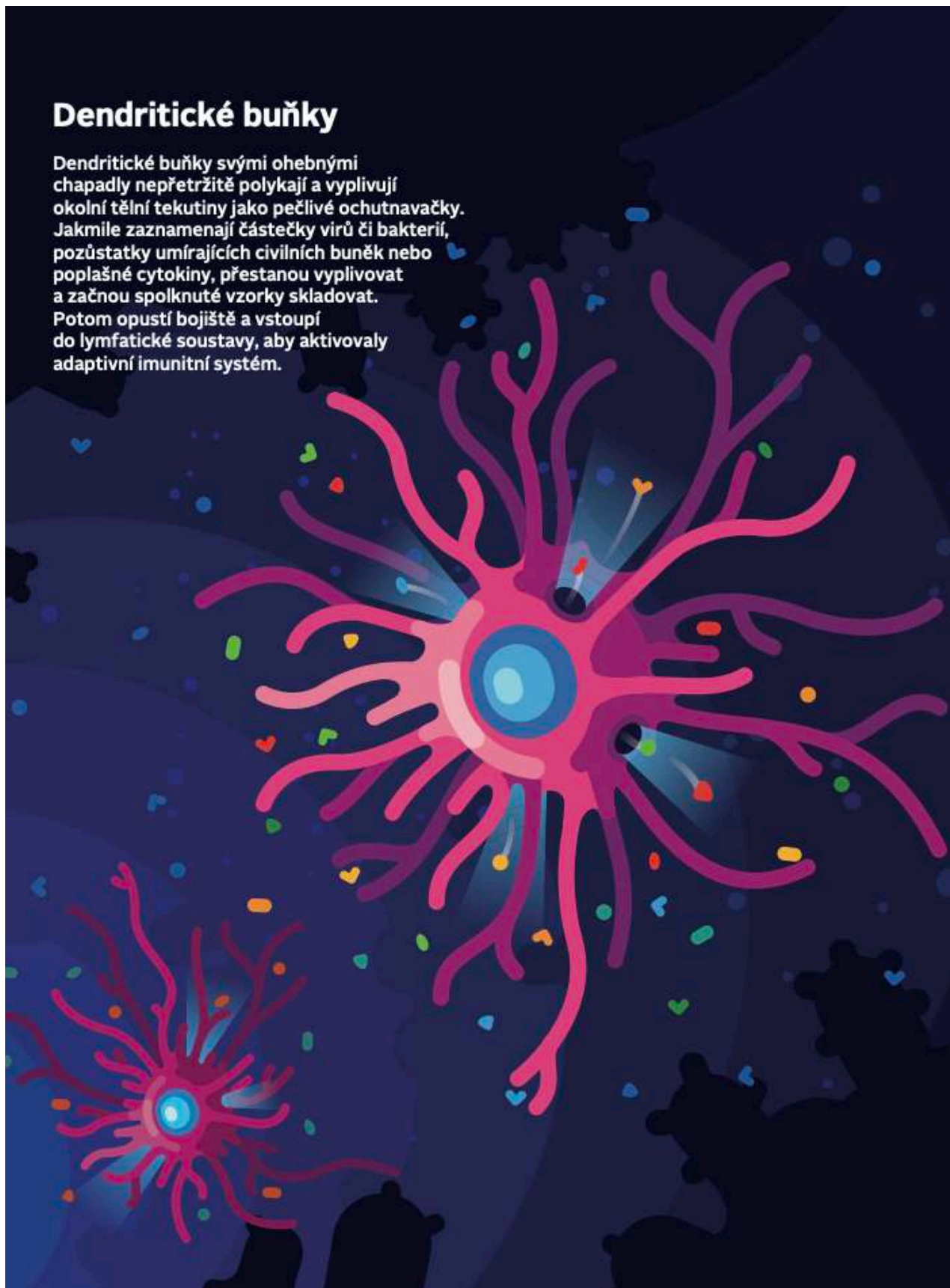
aurora



PUBLIXING

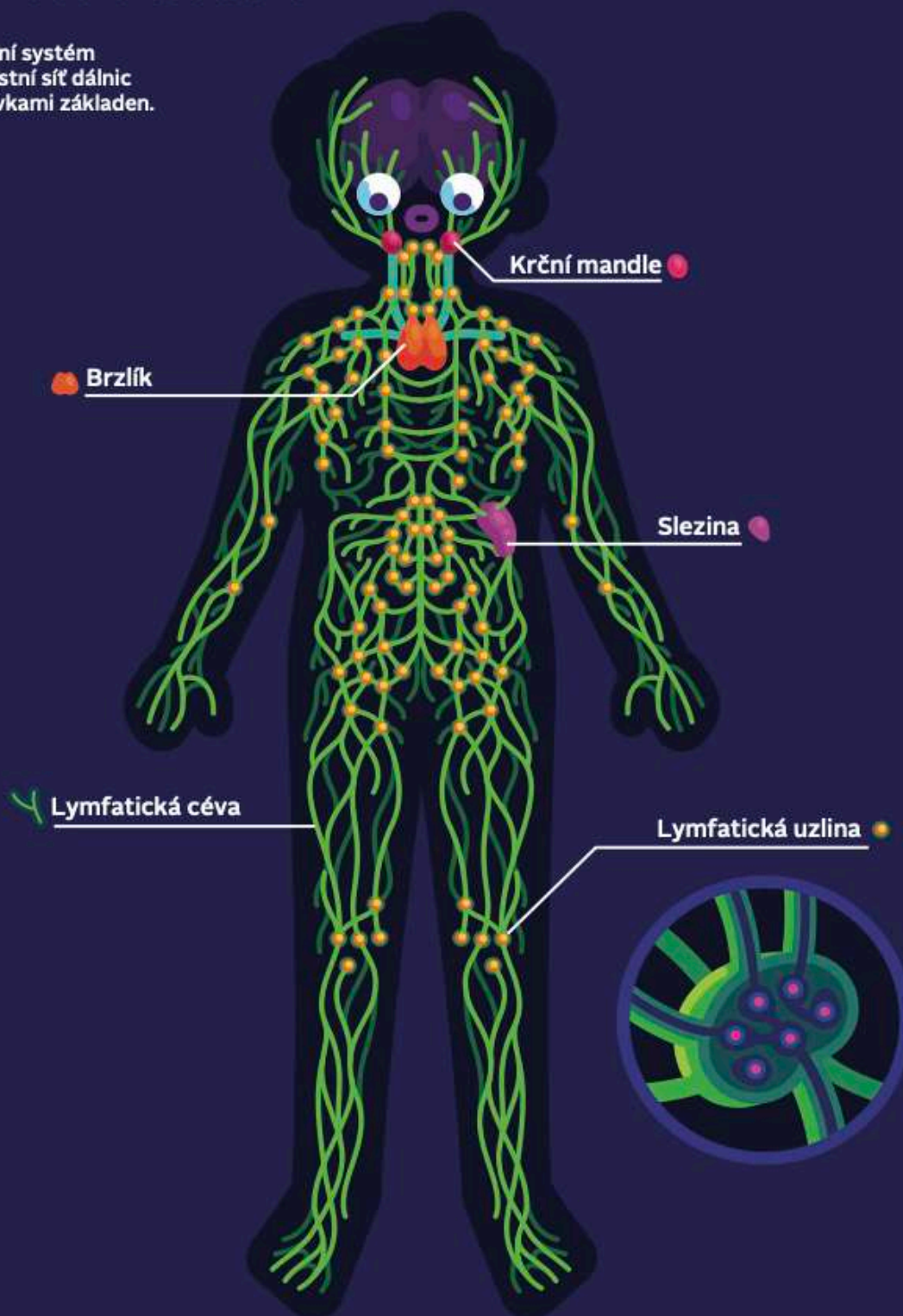
Dendritické buňky

Dendritické buňky svými ohebnými chapadly nepřetržitě polykají a vyplivují okolní tělní tekutiny jako pečlivé ochutnavačky. Jakmile zaznamenají částičky virů či bakterií, pozůstatky umírajících civilních buněk nebo poplašné cytokiny, přestanou vyplivovat a začnou spolknuté vzorky skladovat. Potom opustí bojiště a vstoupí do lymfatické soustavy, aby aktivovaly adaptivní imunitní systém.



Lymfatická soustava

Imunitní systém má vlastní síť dálnic se stovkami základen.



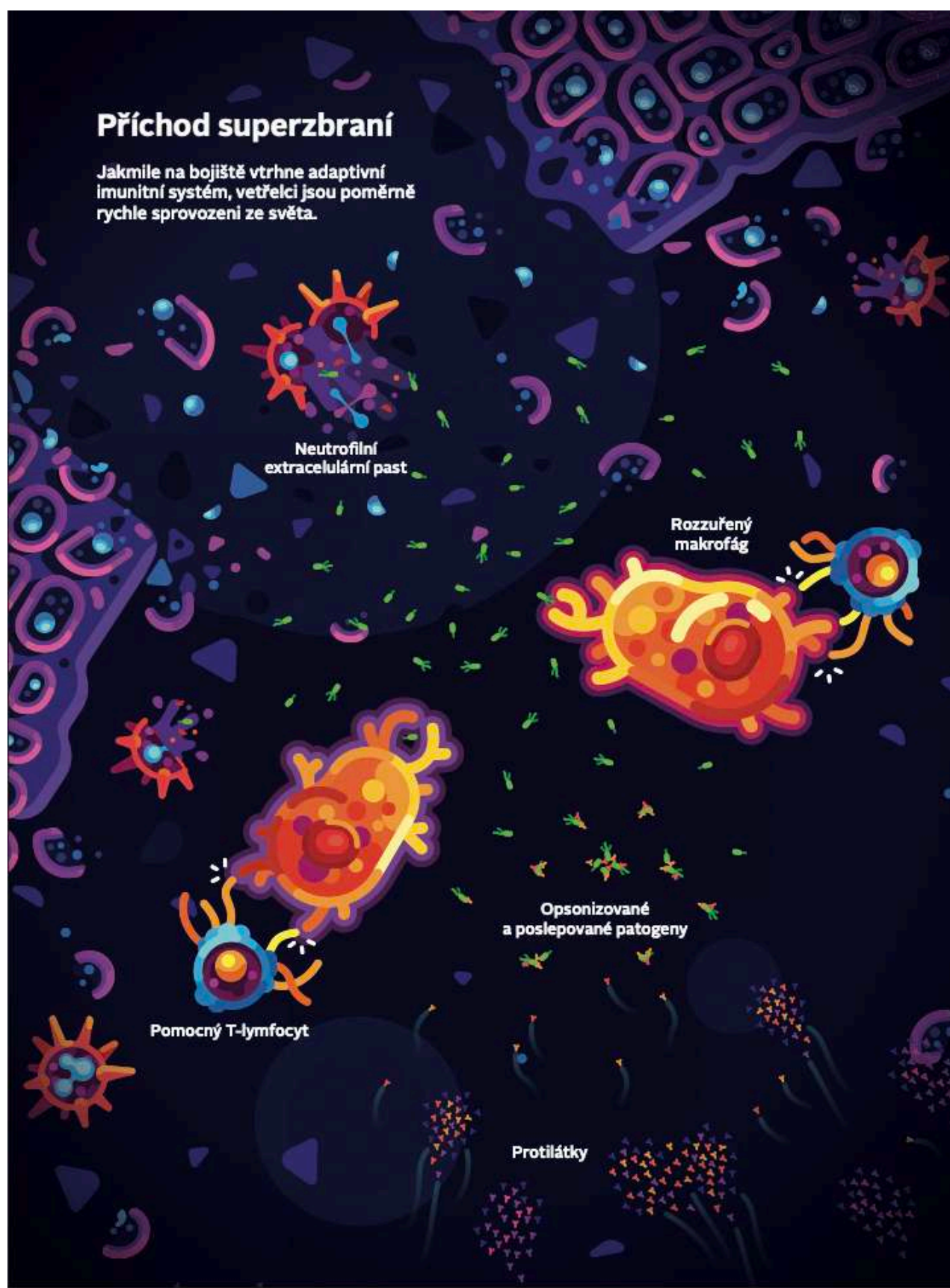
aurora



PUBLIXING

Příchod superzbraní

Jakmile na bojiště vtrhne adaptivní imunitní systém, vetřelci jsou poměrně rychle srovozeni ze světa.



Neutrofilní extracelulární past

Rozzuřený makrofág

Opsonizované a posleповané patogeny

Pomocný T-lymfocyt

Protilátky



aurora



PUBLIXING

Prezentace antigenu aneb „párky v rohlíku“

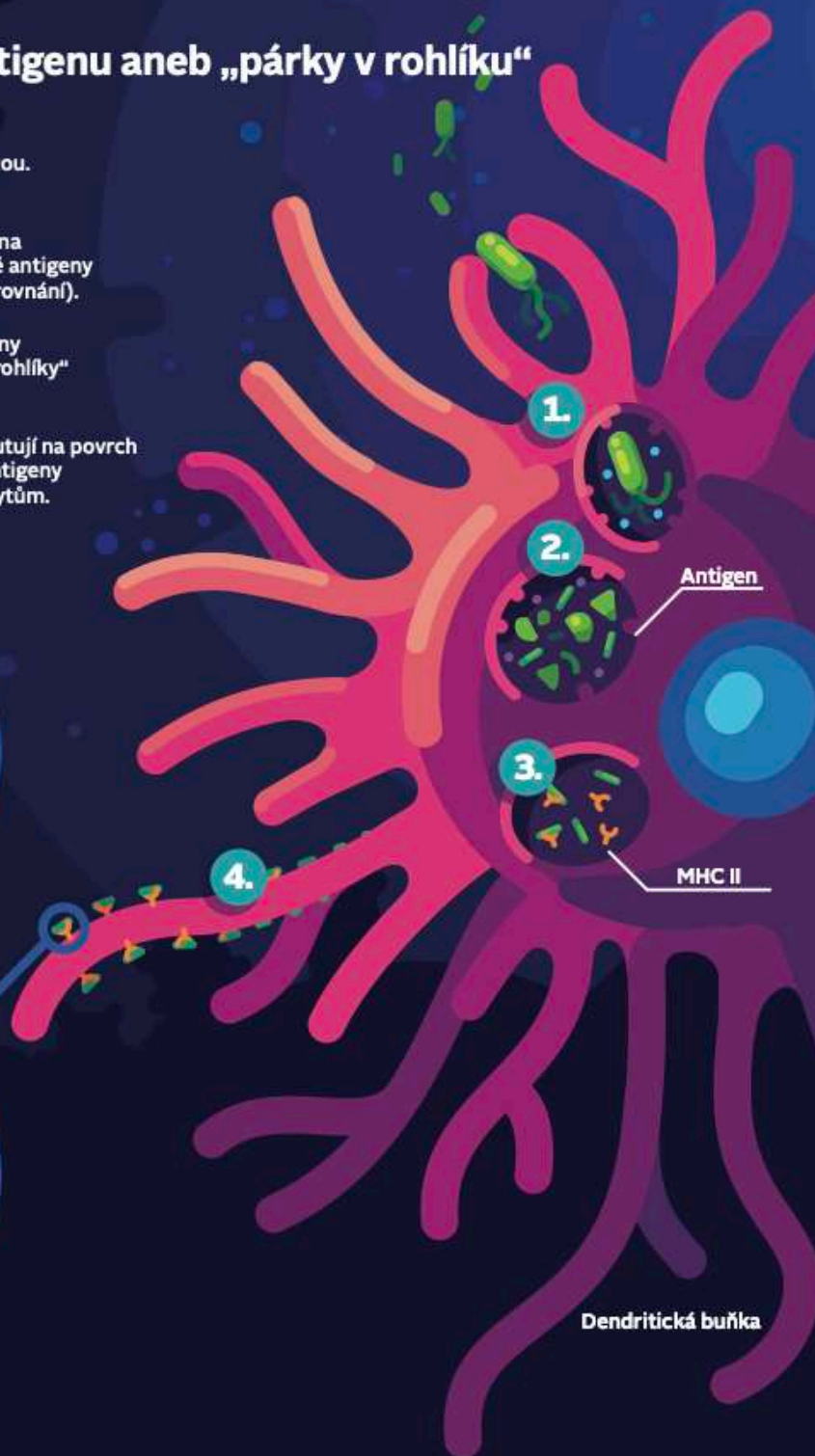
1. Bakterie je polapena a pohlčena fagocytózou.
2. Následně je rozštěpena na kousíčky nazývané antigeny („párky“ v našem přirovnání).
3. Antigeny jsou zasazeny do molekul MHC II („rohlíky“ v našem přirovnání).
4. Molekuly MHC II doputují na povrch buňky a prezentují antigeny pomocným T-lymfocytům.



Molekula MHC II:
„rohlík“

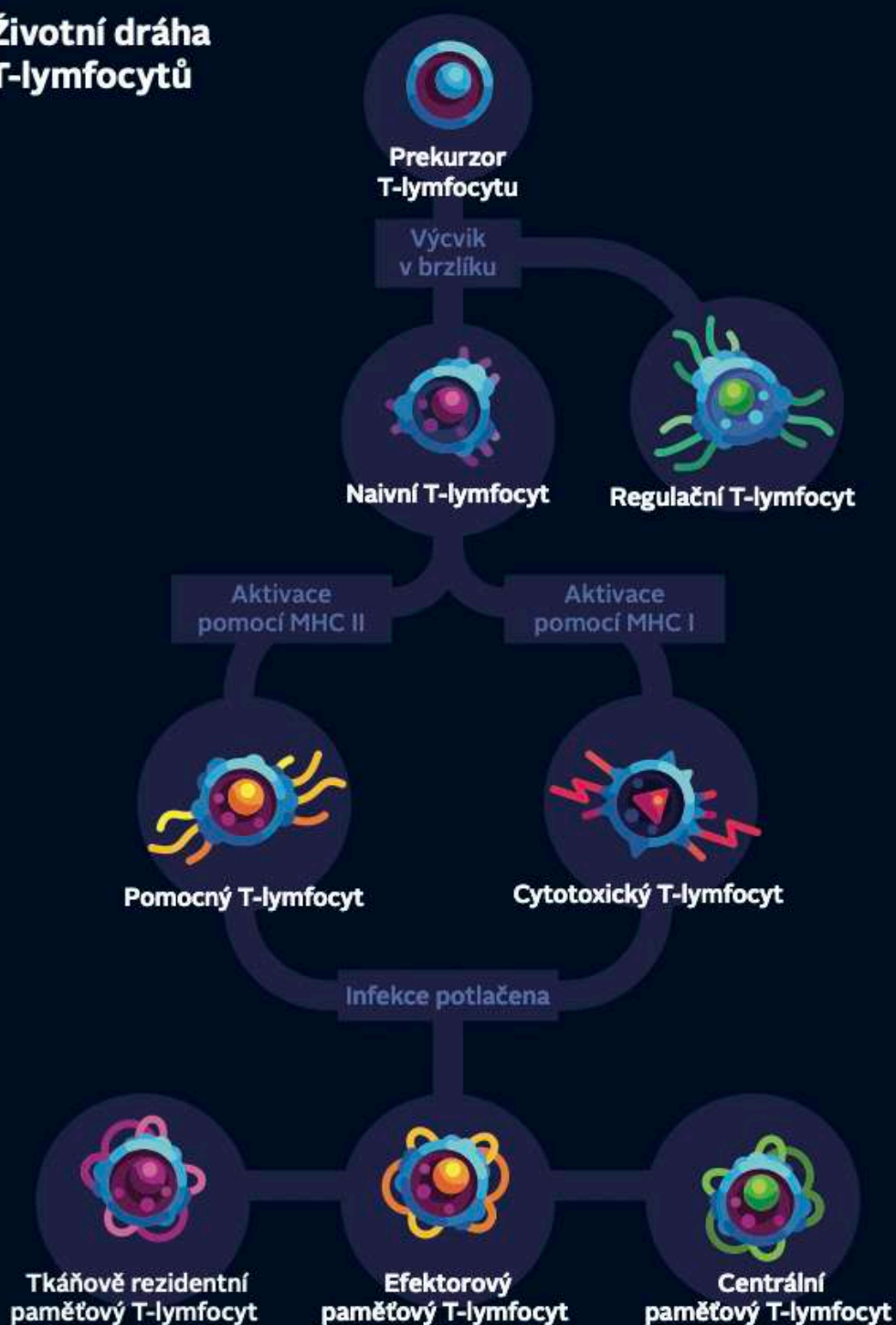


Antigen:
„párek“



Dendritická buňka

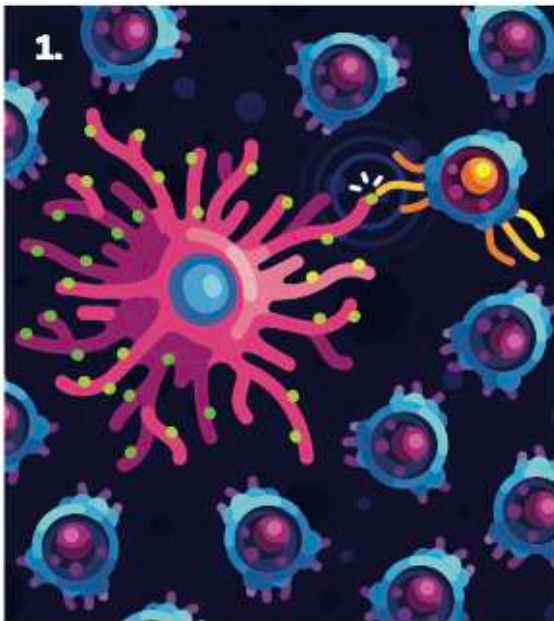
Životní dráha T-lymfocytů



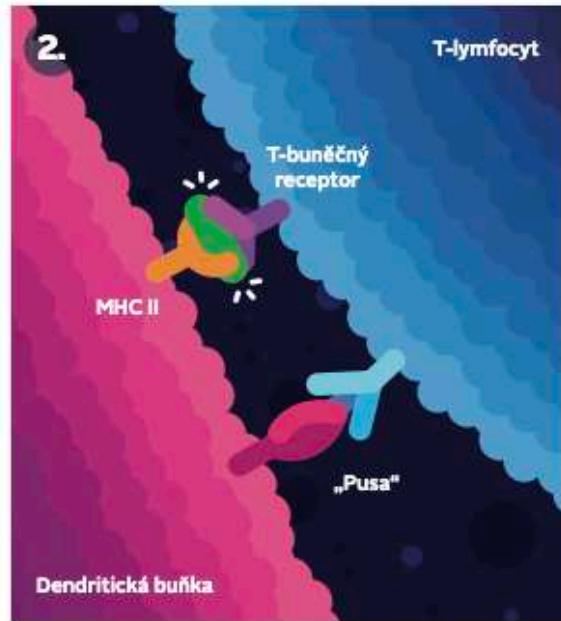
aurora



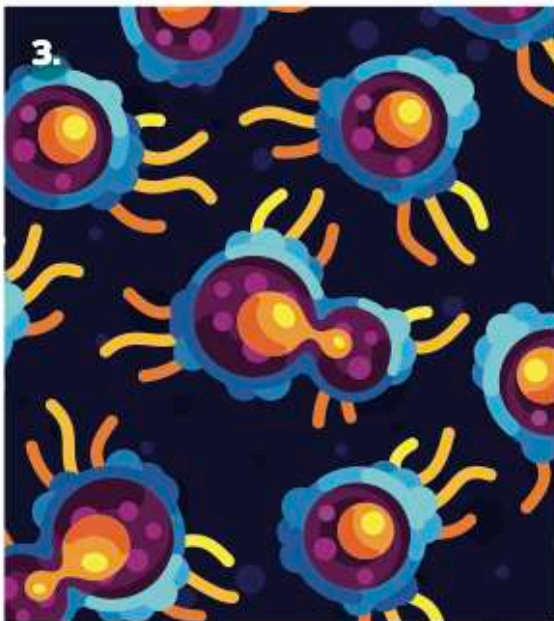
PUBLIXING



1. Dendritická buňka prezentuje antigen (párek) a hledá T-lymfocyt s odpovídajícími receptory.



2. Když dotýčnou T-buňku objeví, spojí se s ní a vzájemně si jinou dvojicí receptorů vymění další signál (dají si pusu). Pomocný T-lymfocyt je aktivován!

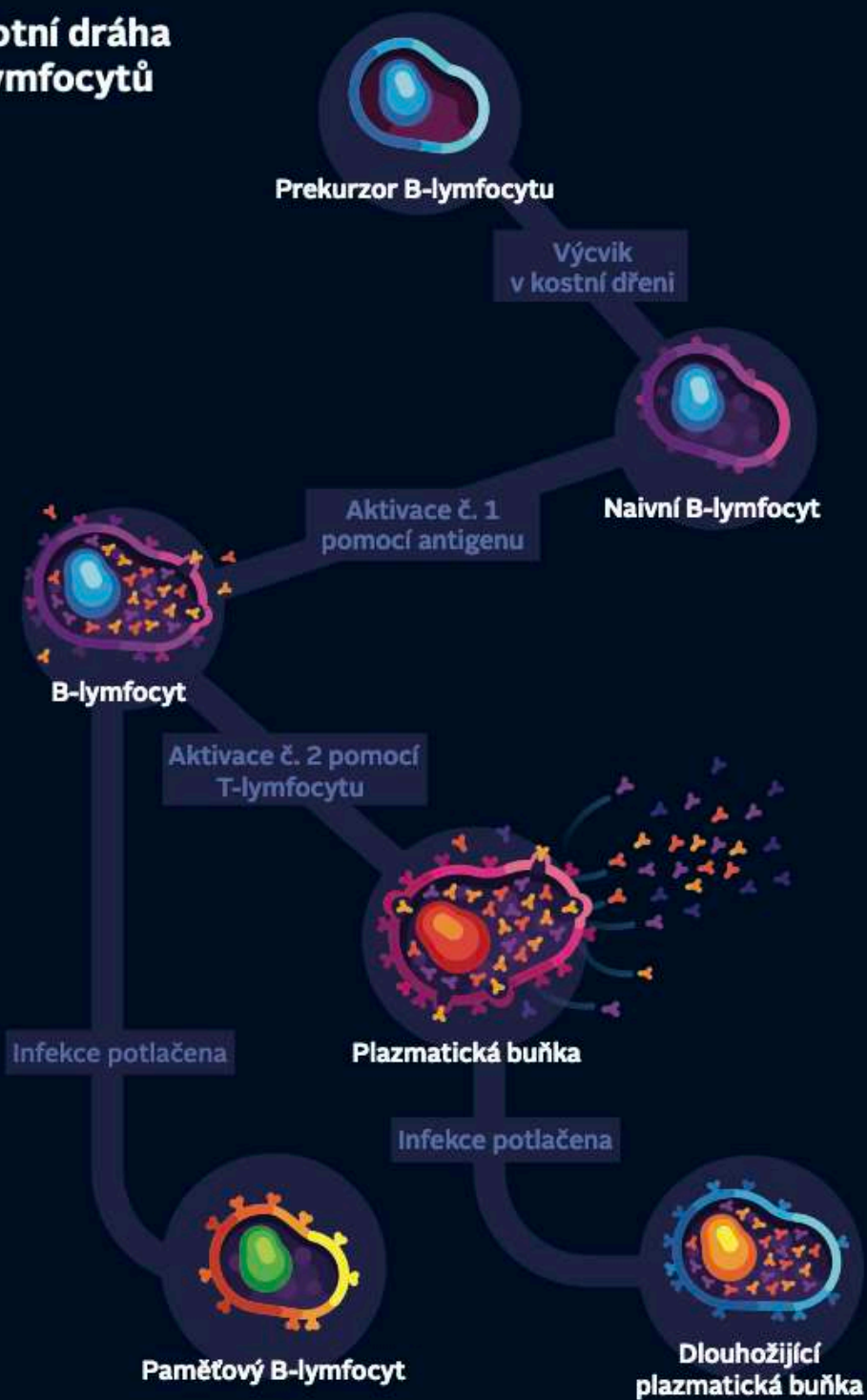


3. Aktivovaný pomocný T-lymfocyt se v lymfatické uzlině rychle namnoží a rozdělí se na dvě skupiny.



4. Jedna skupina se přesune na bojiště a převezme velení. Uvede makrofágy do vražedného režimu a rozhodne o tom, kdy je bitva u konce.

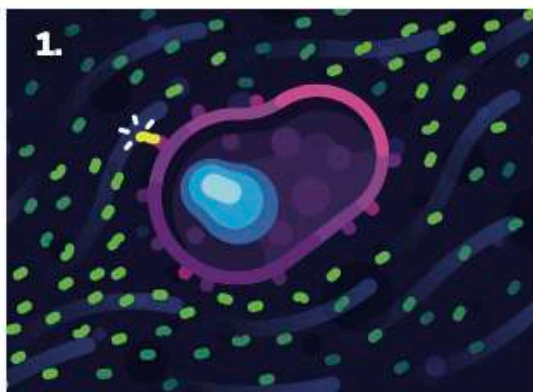
Životní dráha B-lymfocytů



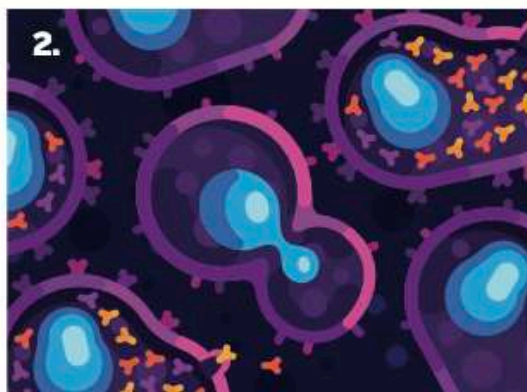
aurora



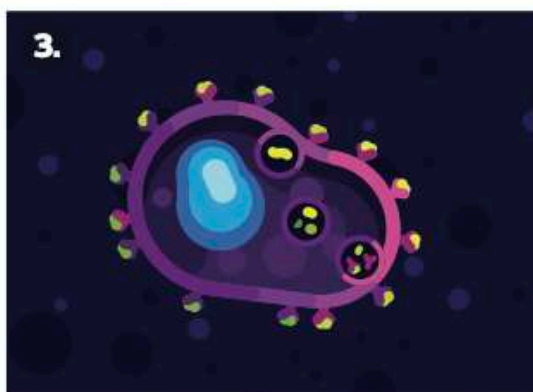
PUBLIXING



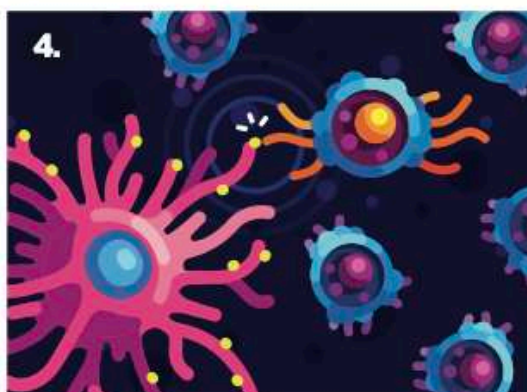
1. Antigeny z bojiště protékají lymfatickou uzlinou, kde se na ně připojí naivní B-lymfocyt.



2. Tím se B-lymfocyt částečně aktivuje a nadělá ze sebe spoustu kopií.



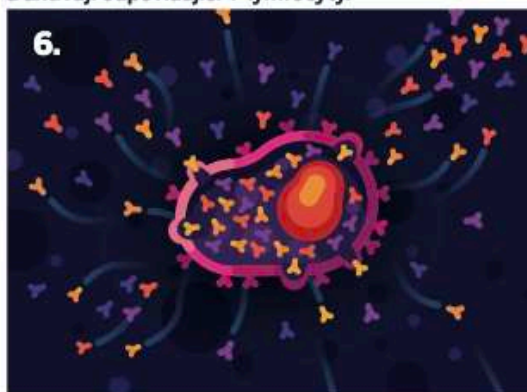
3. Následně B-lymfocyt rozštěpí antigeny na kousky a prezentuje je v molekulách MHC II.



4. Mezitím sbírají antigeny i dendritické buňky, prezentují je ve vlastních receptorech MHC II a aktivují odpovídající T-lymfocyty.



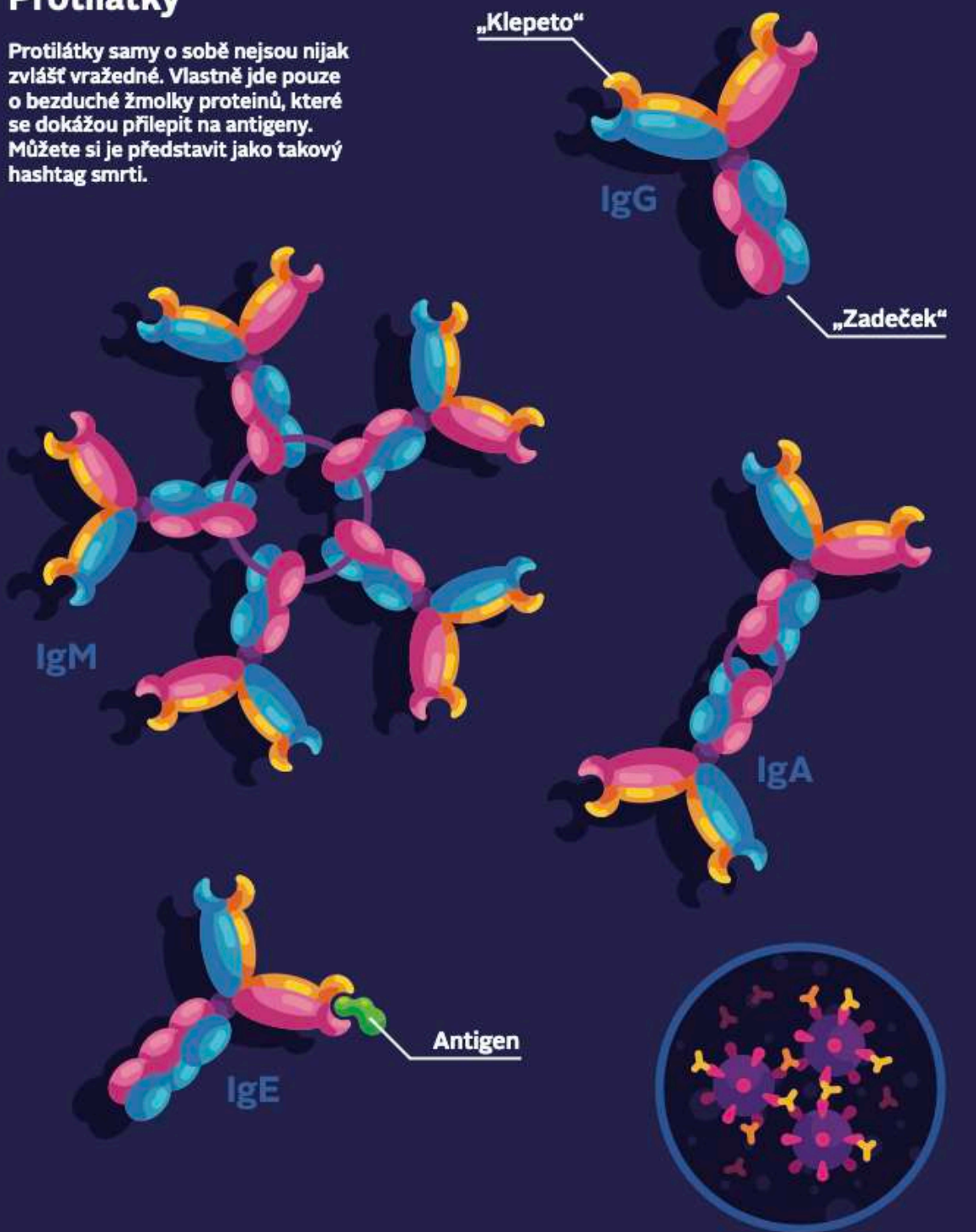
5. B-lymfocyt se setká s aktivovaným T-lymfocytem, který svým specifickým T-buněčným receptorem některý z nabízených antigenů rozpozná.



6. Z B-lymfocytu je teď plně aktivovaná plazmatická buňka!

Protilátky

Protilátky samy o sobě nejsou nijak zvlášť vražedné. Vlastně jde pouze o bezduché žmolky proteinů, které se dokážou přilepit na antigeny. Můžete si je představit jako takový hashtag smrti.



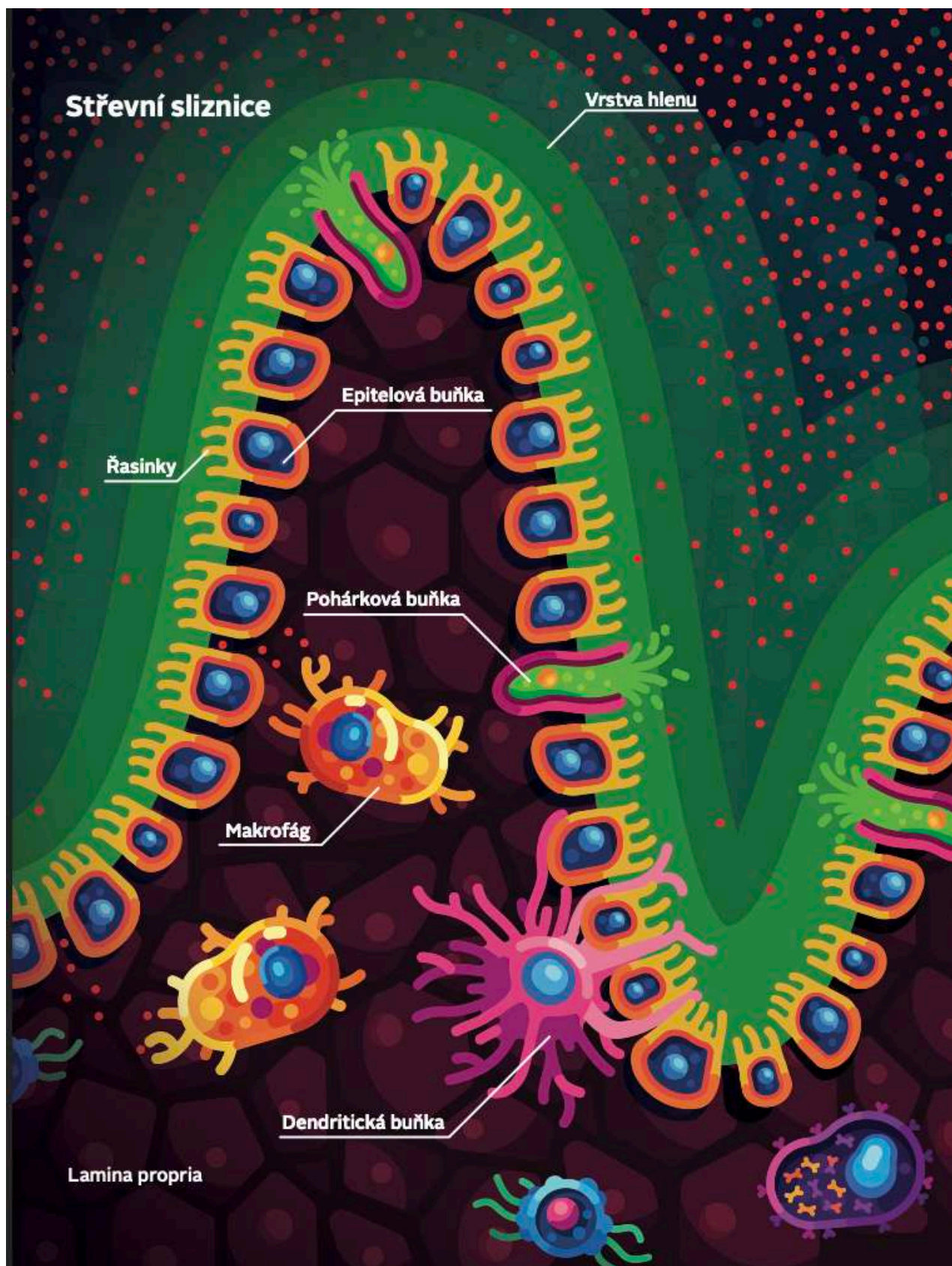
Protilátky (žluté) slepují viry dohromady



aurora



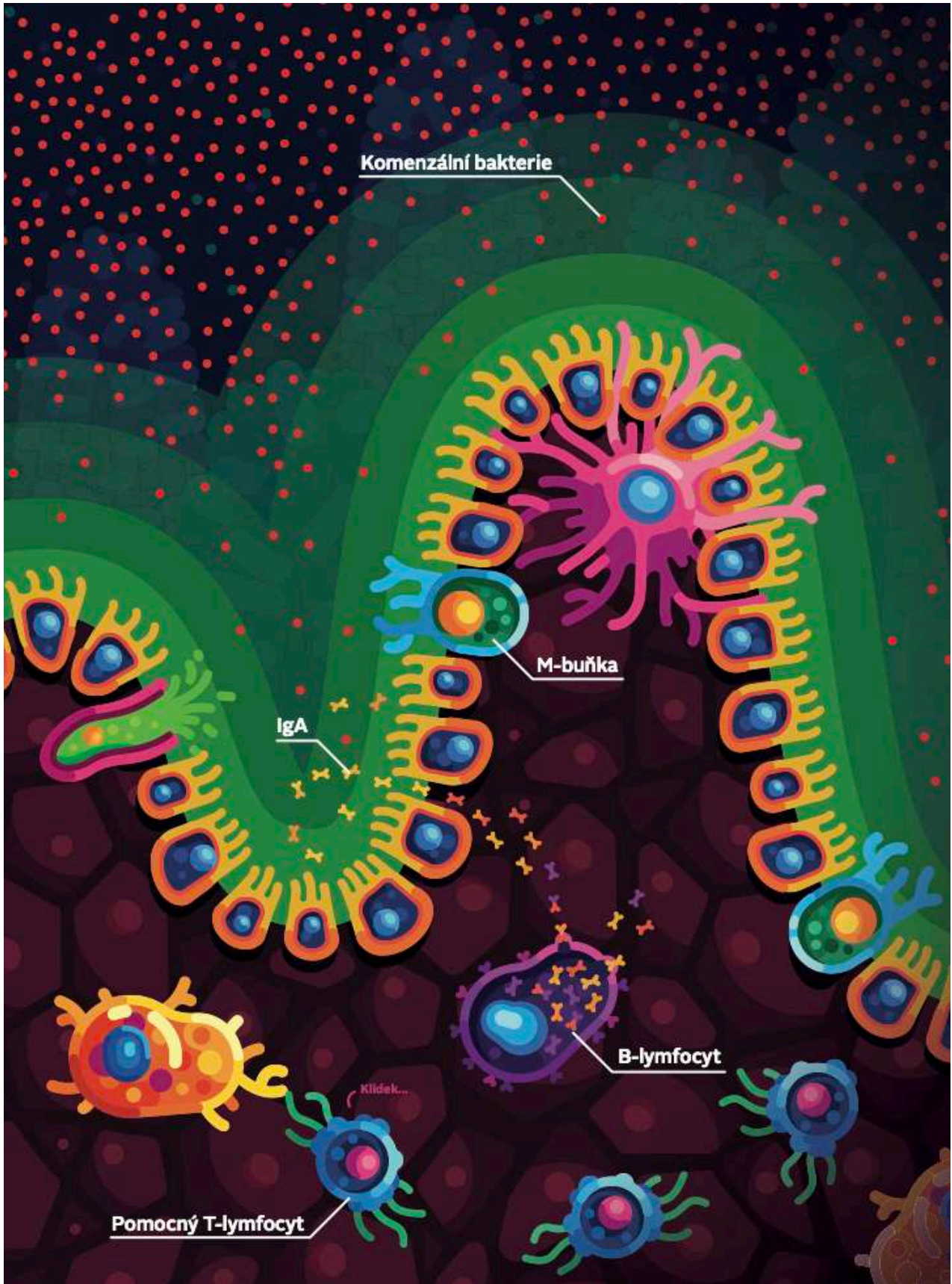
PUBLIXING



aurora



PUBLIXING



aurora



PUBLIXING

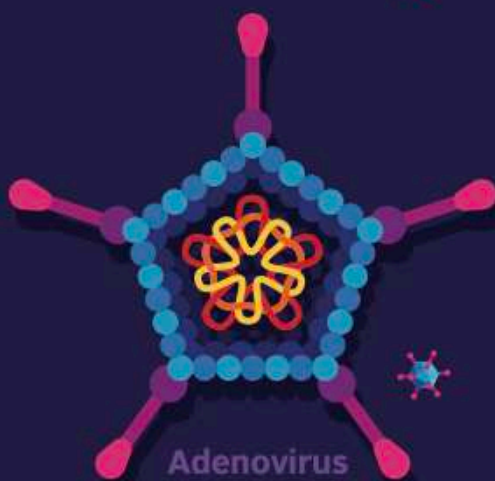
Různé viry

Viry z určitého pohledu platí za nejúspěšnější organismus na zeměkouli. Navíc vypadají docela vtipně.

-  Spike protein
-  Kapsida
-  Lipidový obal
-  DNA/RNA



Virus chřipky A



Adenovirus



Koronavirus
(SARS-CoV-2)



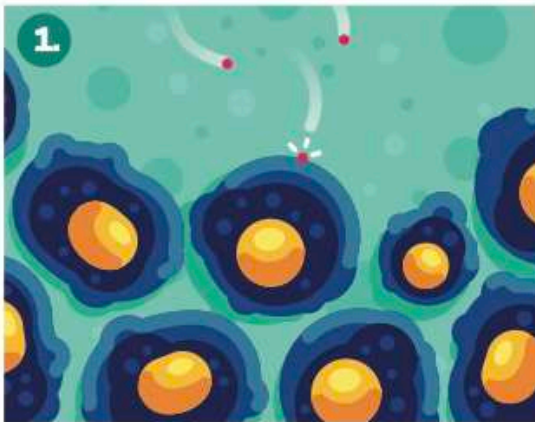
Virus Ebola



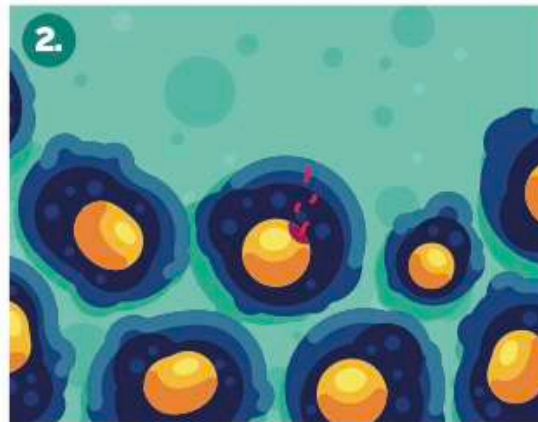
aurora



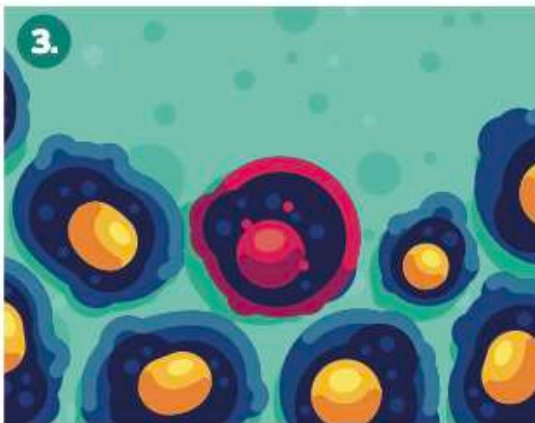
PUBLIXING



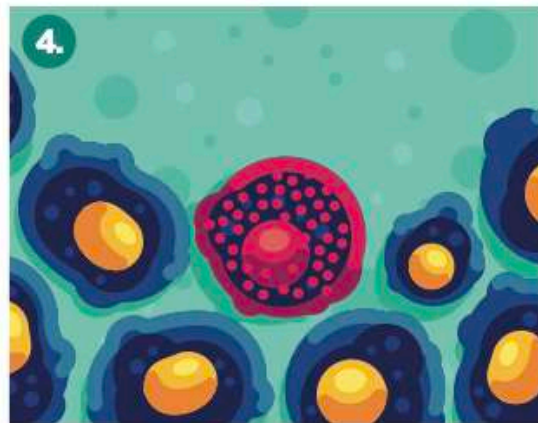
1. Virus se úspěšně připojí na buněčnou membránu.



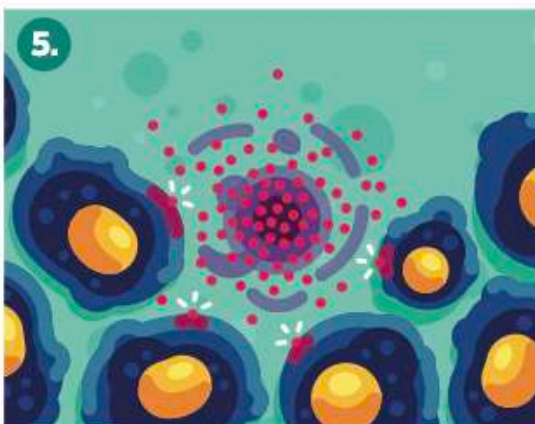
2. Zdárně pronikne dovnitř a buňku ovládne.



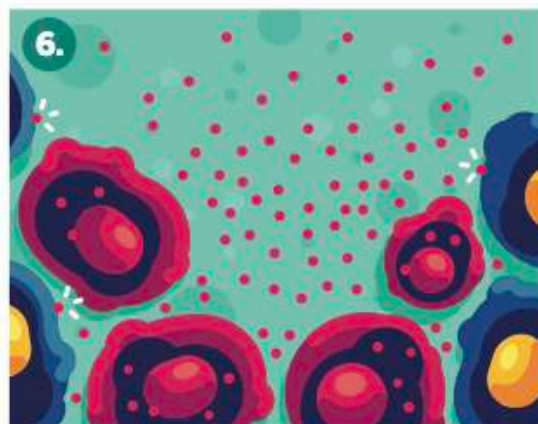
3. Využije zdroje buňky k tomu, aby vyrobil další viry.



4. Po čase je infikovaná buňka virů plná.



5. Buňka odumře, praskne a nové viry se rozletí po okolí.



6. Sousední buňky náporu podlehnu a cyklus se opakuje.



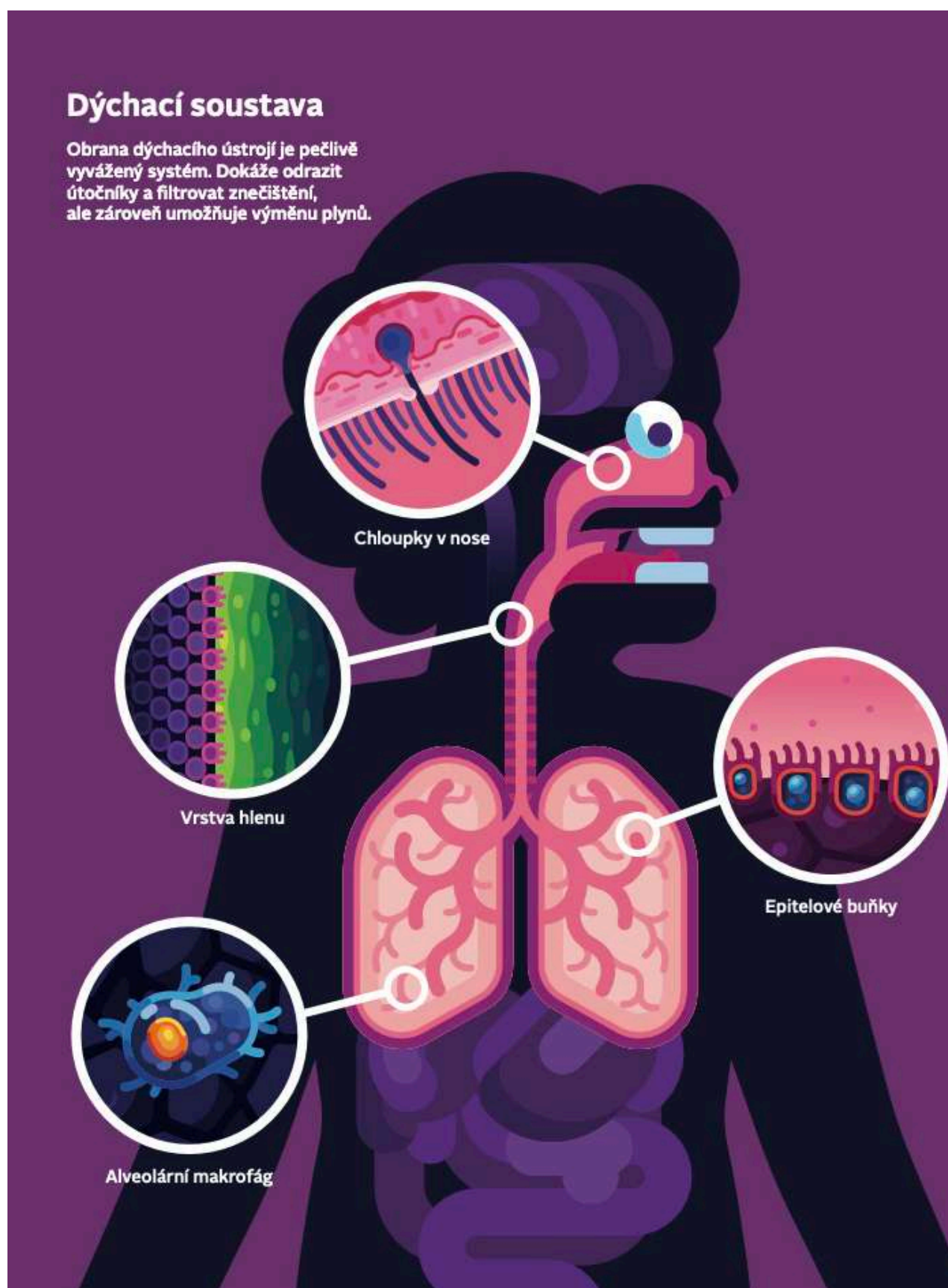
aurora



PUBLIXING

Dýchací soustava

Obrana dýchacího ústrojí je pečlivě vyvážený systém. Dokáže odrazit útočníky a filtrovat znečištění, ale zároveň umožňuje výměnu plynů.



aurora



PUBLIXING

Kašel

Ve vzduchu se rozprsknou stovky kapiček plné milionů virů. Větší kapénky záhy spadnou na zem, ale ty lehčí se nesou vzduchem a poměrně dlouho číhají na to, až je vdechnou náhodní kolemjdoucí.



Aerosol obsahující viry



aurora



PUBLIXING

Virus chřipky

1.

Membrána

2.

Receptor

3.

Průnik chřipkového viru do buňky

1. Epitelové buňky, vnitřní „kůže“, mají na povrchu receptory, ke kterým se viry chřipky A dokážou připojit.
2. Spike protein viru se zasune do buněčného receptoru jako klíč do zámku.
3. Buňka zabalí virus do úhledného balíčku, aby se mu po cestě nic nestalo, a vtáhne ho do sebe až ke svému jádru.



aurora



PUBLIXING

Interferony

Epitelové buňky se prostřednictvím vnitřních receptorů dozví, že jsou infikovány. Aby okolní buňky varovaly a získaly čas, vyloučí speciální cytokiny nazývané „interferony“. Jakmile sousední buňky interferony zachytí, zastaví produkci bílkovin, aby nákazu zpomally.

Infikovaná buňka

Interferony

Plazmacytoïdní
dendritická buňka



aurora



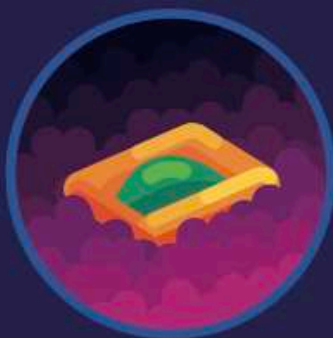
PUBLIXING

MHC I: Okno do buněčné duše

Molekula MHC I staví náhodné proteiny z vnitřku buňky na odív vnějšímu světu. Díky tomu jsou zvenčí vidět hrozby, jako je virová infekce.



Molekula MHC I



Prezentace antigenu



Nachází se v každé tělní buňce s buněčným jádrem.

MHC II: Rohlík

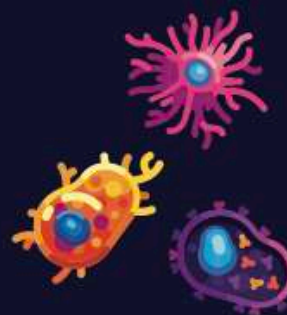
Molekula MHC II prezentuje antigeny ostatním imunitním buňkám, aby je aktivovala nebo stimulovala.



Molekula MHC II



Prezentace antigenu



Nachází se jen v dendritických buňkách, makrofázích a B-lymfocytech.



aurora



PUBLIXING



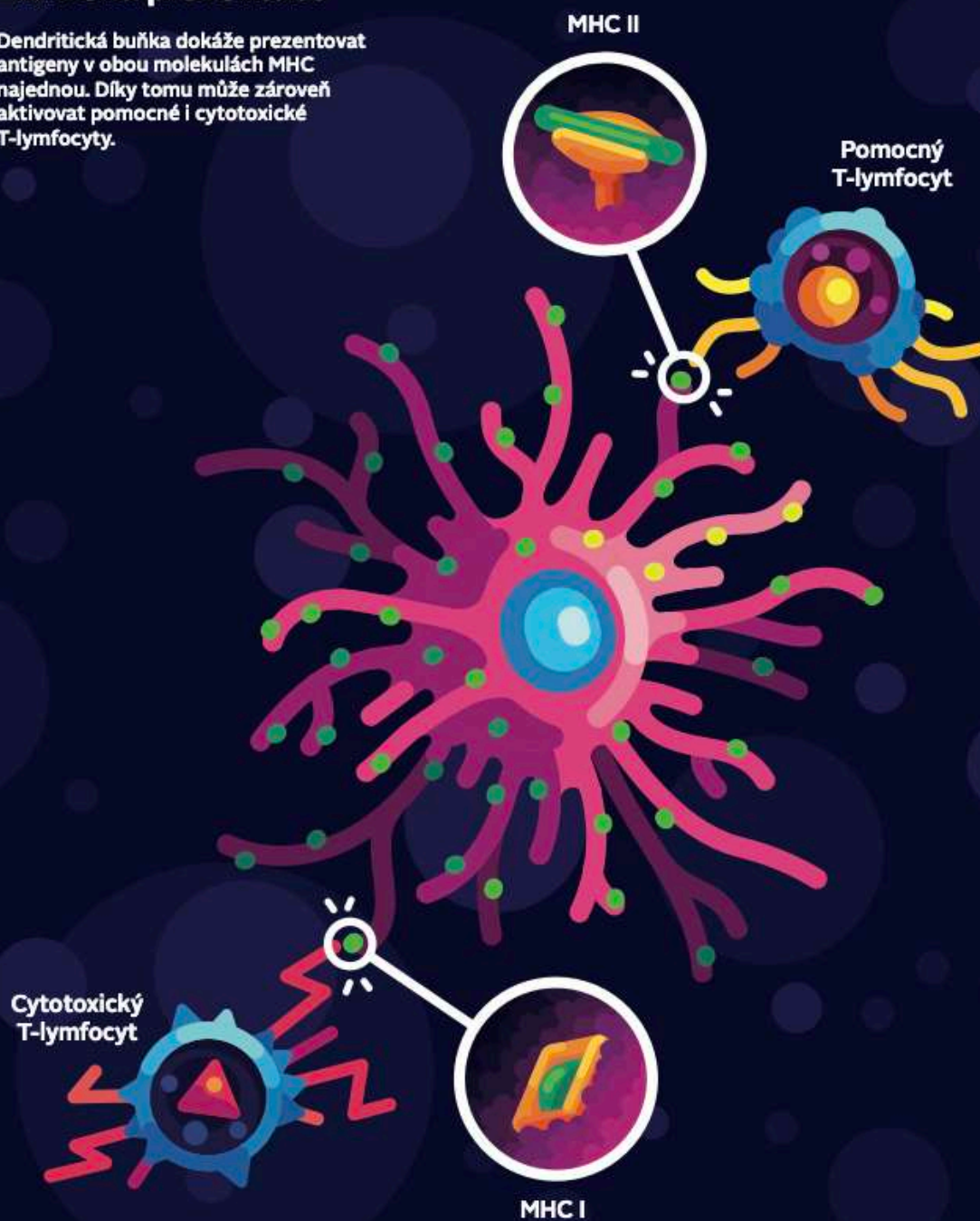
aurora



PUBLIXING

Zkřížená prezentace

Dendritická buňka dokáže prezentovat antigeny v obou molekulách MHC najednou. Díky tomu může zároveň aktivovat pomocné i cytotoxické T-lymfocyty.



aurora



PUBLIXING



Sériové zabíjení

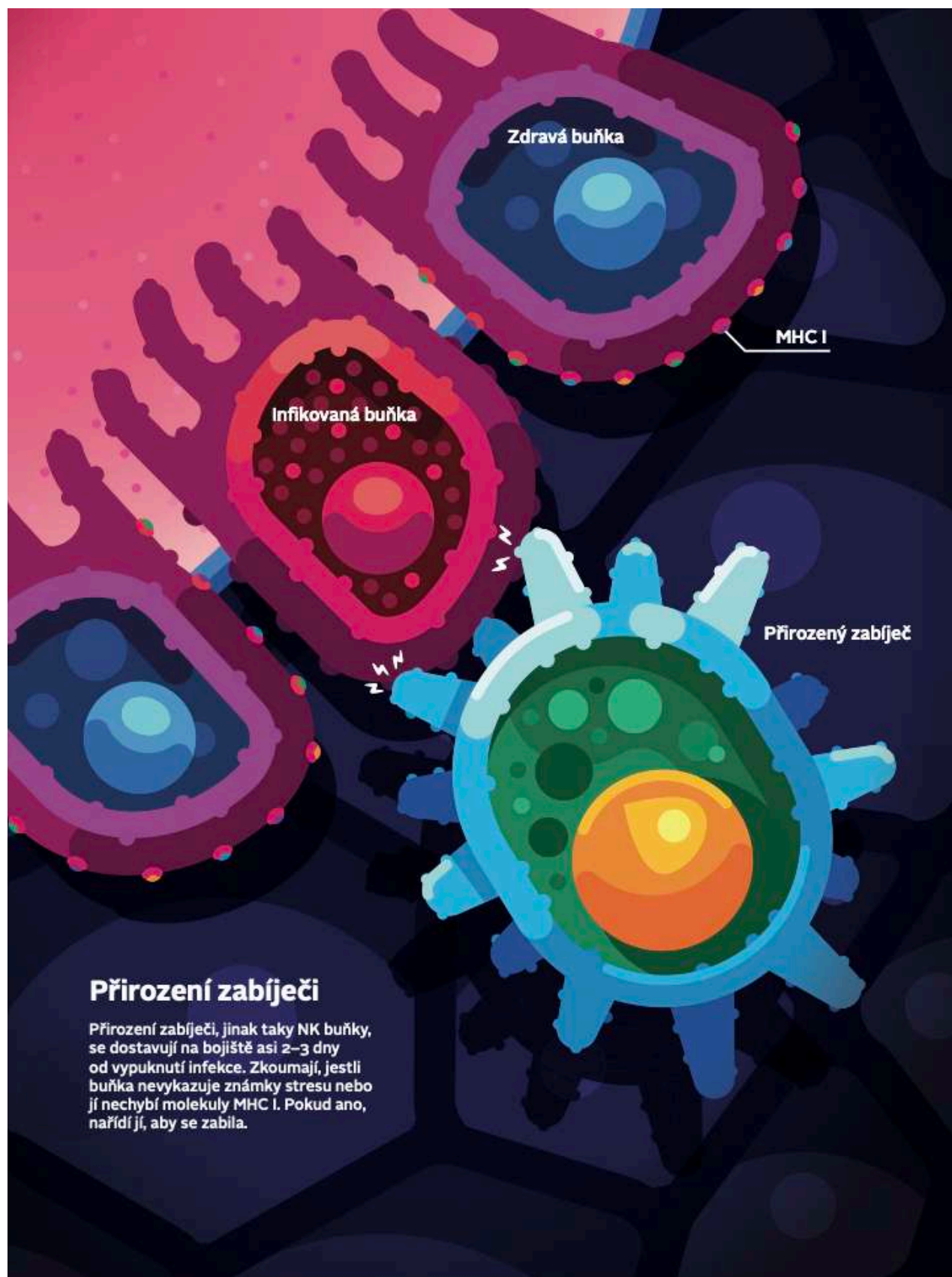
- 1.** Cytotoxické T-lymfocyty prohlížejí receptory MHC I epitelových buněk.
- 2.** Objeví-li v buněčných výlohách antigeny virů, nařídí buňce, aby se zabila.
- 3.** Započne programovaná buněčná smrt (apoptóza) a buňka se rozpadne do balíčků, které v sobě uvězní virové částice.
- 4.** Pozůstatky mrtvé buňky včetně virů pohltí makrofág.



aurora



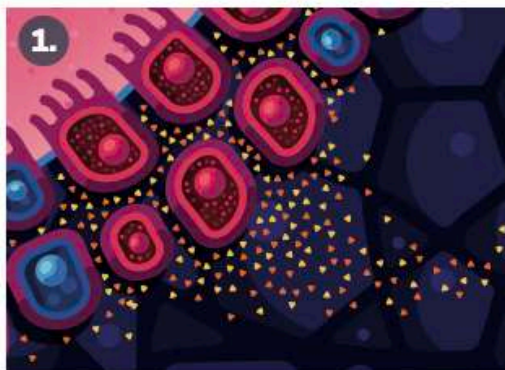
PUBLIXING



aurora



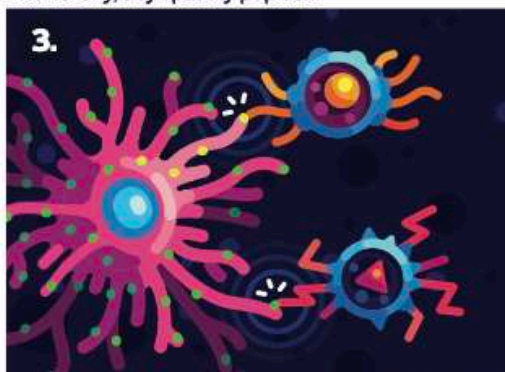
PUBLIXING



1. Dýchací sliznici infikoval virus, který se milionkrát rozmnožil. Nakažené epitelové buňky vylučují interferony, aby spustily poplach.



2. Po dvou až třech dnech se objeví přirození zabíječi a začnou infikované a vystresované buňky likvidovat.



3. Dendritické buňky vzorkují bitevní pole a pak se přemístí do lymfatických uzlin, kde aktivují cytotoxické i pomocné T-lymfocyty.



4. Na bojiště vtrhnou aktivované cytotoxické T-lymfocyty a nařizují nakaženým buňkám sebevraždu. Makrofágy odklízejí pozůstatky.

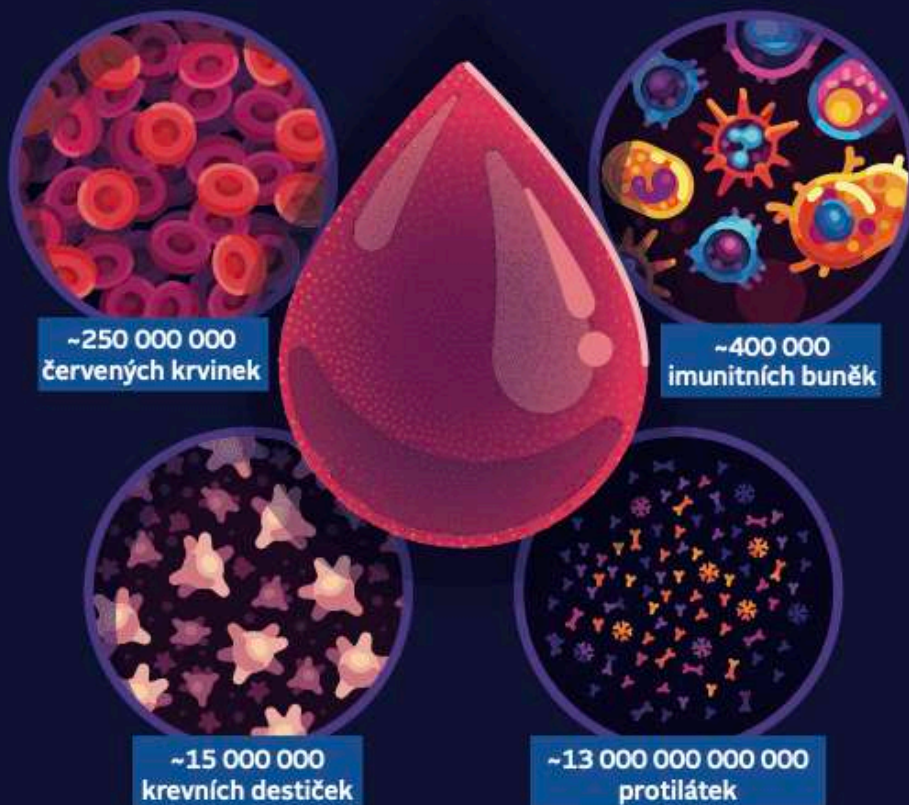


5. Miliony protilátek vyrobených aktivovanými B-lymfocyty slepují viry dohromady, brání jim ve vstupu do dalších buněk nebo je uvězní na hostitelské membráně.



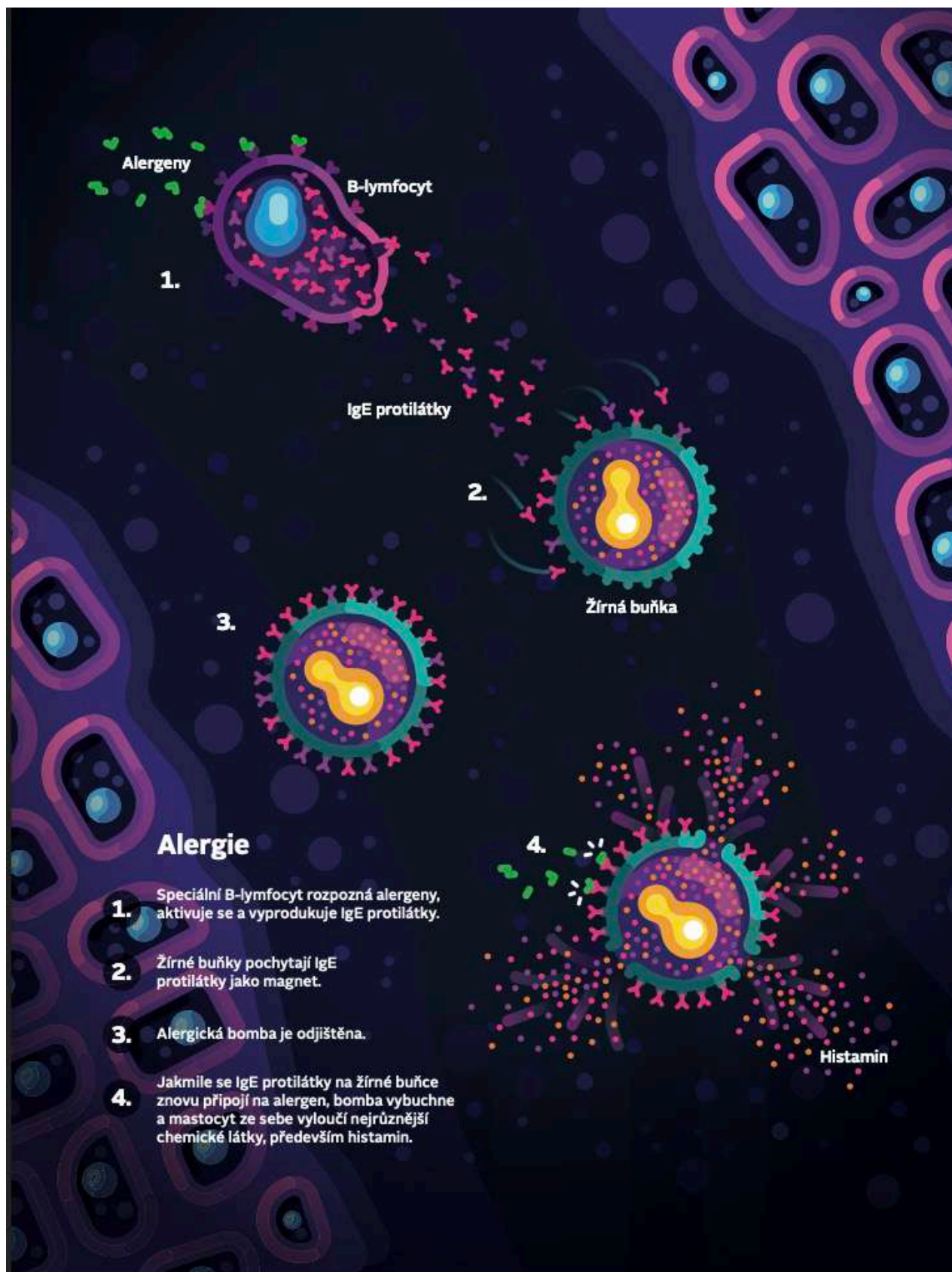
6. Je dobojováno a většina virů byla odstraněna. Teď je potřeba imunitní systém zase odstavit, než napáchá hrozivé škody.

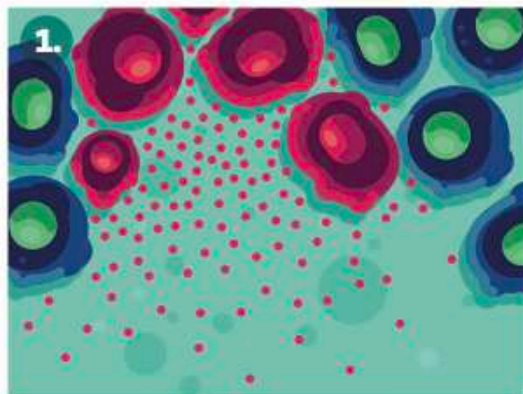
Jedna kapka krve



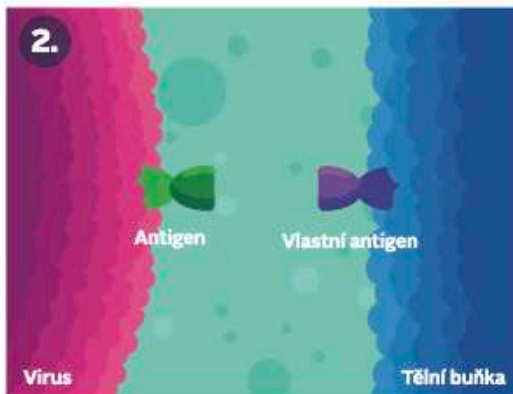
Složení krve:



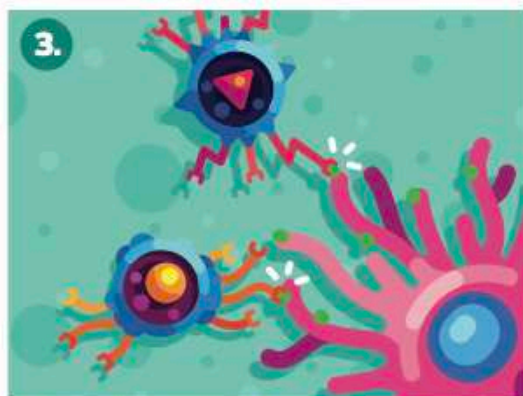




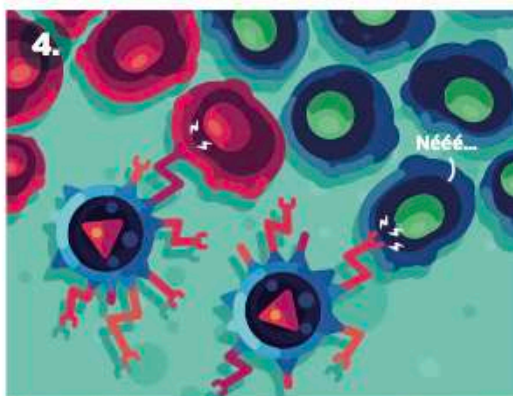
1. Všechno začíná tím, že patogen infikuje tělo.



2. Virus má antigen, který se podobá vlastnímu antigenu.



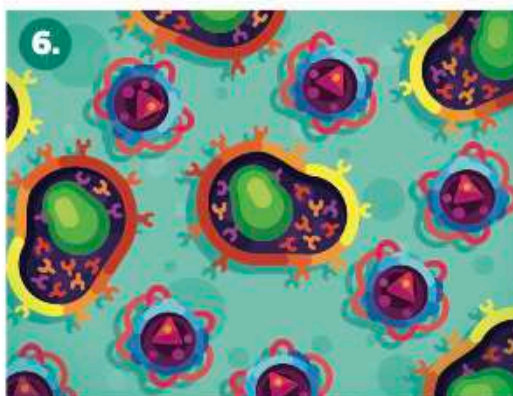
3. Po odebrání vzorků z bojiště aktivuje dendritická buňka T-lymfocyty, které se dokážou napojit na antigen i vlastní antigen.



4. Cytotoxické T-lymfocyty začnou zabíjet nejen nakažené buňky, ale taky ty zdravé, které prezentují vlastní antigen.



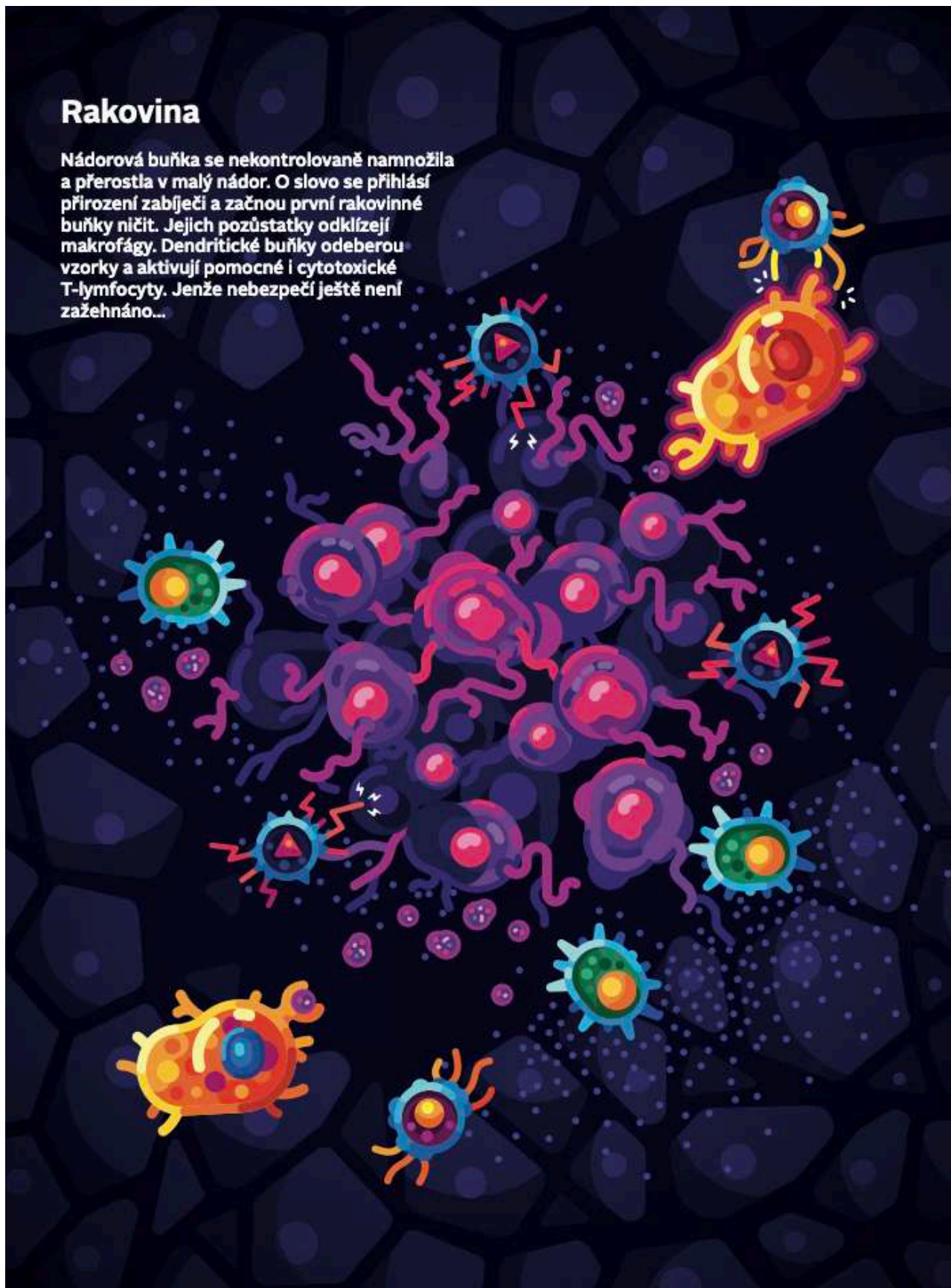
5. Mezitím pomocné T-lymfocyty aktivují B-lymfocyty. Jakmile se B-lymfocyty vyladí, vyloučí autoprotilátky, které se přichytí na vlastní buňky a označí je k likvidaci.



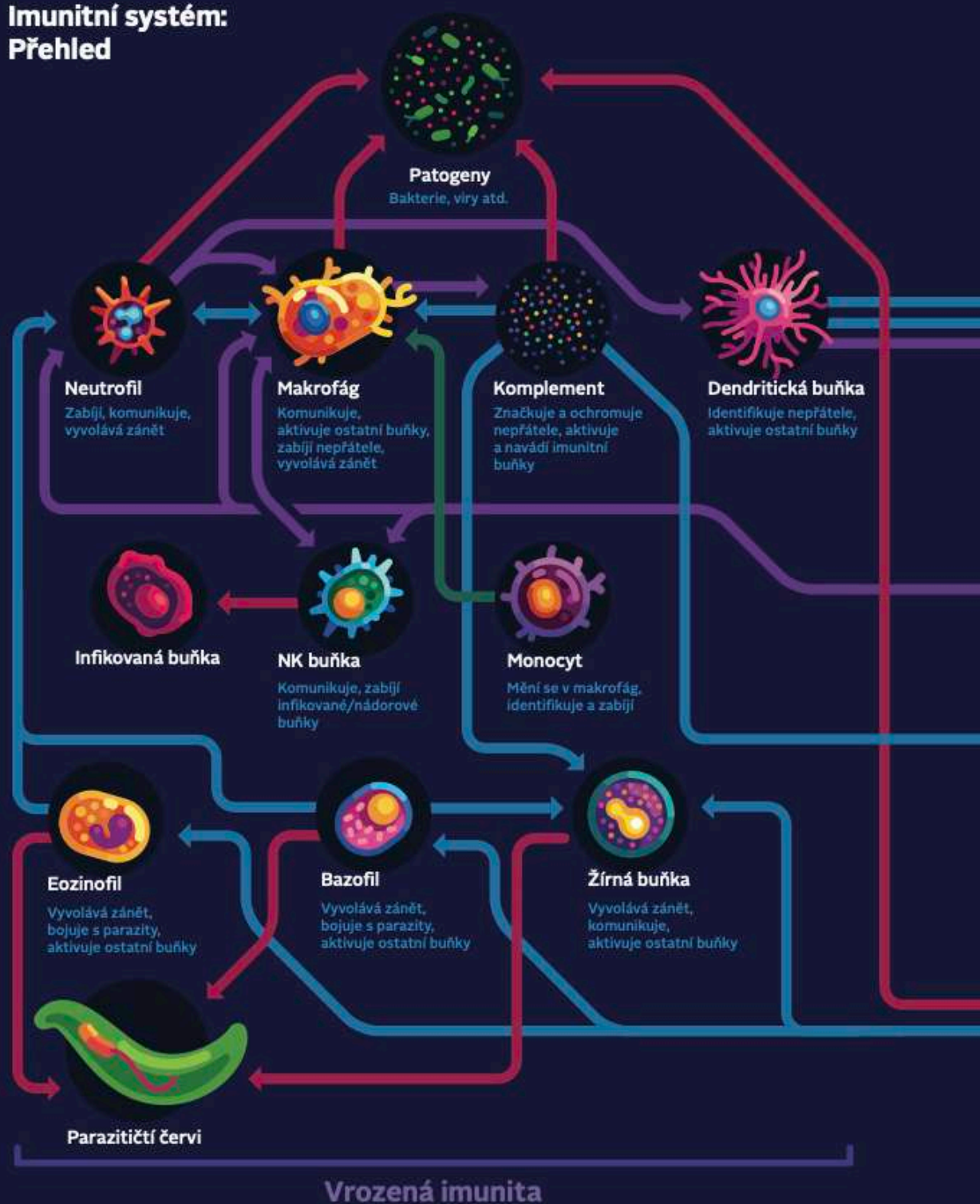
6. Když se z B-lymfocytů a cytotoxických T-lymfocytů stanou paměťové buňky, autoimunitní odpověď přejde v chronické autoimunitní onemocnění.

Rakovina

Nádorová buňka se nekontrolovaně namnožila a přerostla v malý nádor. O slovo se přihlásí přirození zabijáci a začnou první rakovinné buňky ničit. Jejich pozůstatky odklízejí makrofágy. Dendritické buňky odeberou vzorky a aktivují pomocné i cytotoxické T-lymfocyty. Jenže nebezpečí ještě není zažehnáno...



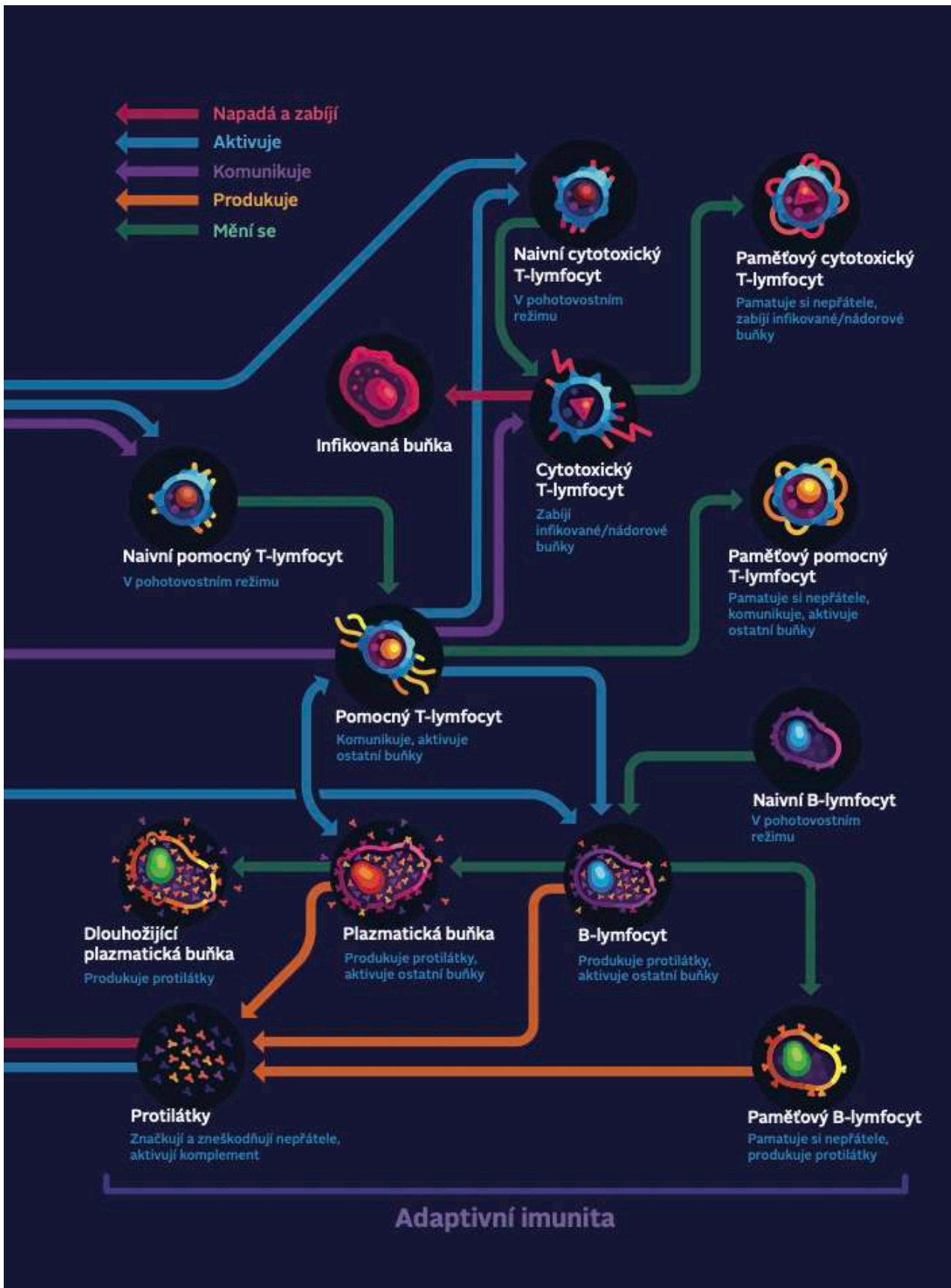
Imunitní systém: Přehled



aurora



PUBLIXING



aurora



PUBLIXING

ZDROJE

Podrobnou bibliografii článků a publikací použitých při rešerších najdete on-line na adrese: <https://kur-zgesagt.org/immune-book-sources/> .



aurora



PUBLIXING