

# Wirusy

Budowa, namnażanie, choroby

- Wszystkie organizmy żywe wykazują budowę komórkową, odżywiają się, oddychają, a także posiadają zdolność przekazywania swoich cech organizmom potomnym w procesach rozmnażania się.

**Wirusy, wiroidy i priony nie prowadzą żadnych z powyższych czynności życiowych, nie mają budowy komórkowej, dlatego też nie są one zaliczane do organizmów żywych.** Czynność, która może zbliżać te obiekty do królestw ożywionych jest zdolność **namnażania się** (nie jest to tym samym co rozmnażanie się!).

- Wirusy zatem to bezkomórkowe formy materii.
- Są one zależne od metabolizmu komórek, do których wnikają i w których się namnażają.
- Wirusy atakują komórki roślinne, grzybowe, zwierzęce, a także bakteryjne.
- Ich obecność i replikacja w komórkach gospodarza wywołują u niego objawy infekcji.

- **Wiroidy i priony:**

Wiroidy i priony nie posiadają własnych enzymów metabolicznych, namnażają się wewnątrz komórek gospodarza, nie należą do organizmów żywych. Powodują choroby.

- **Wiroidy**

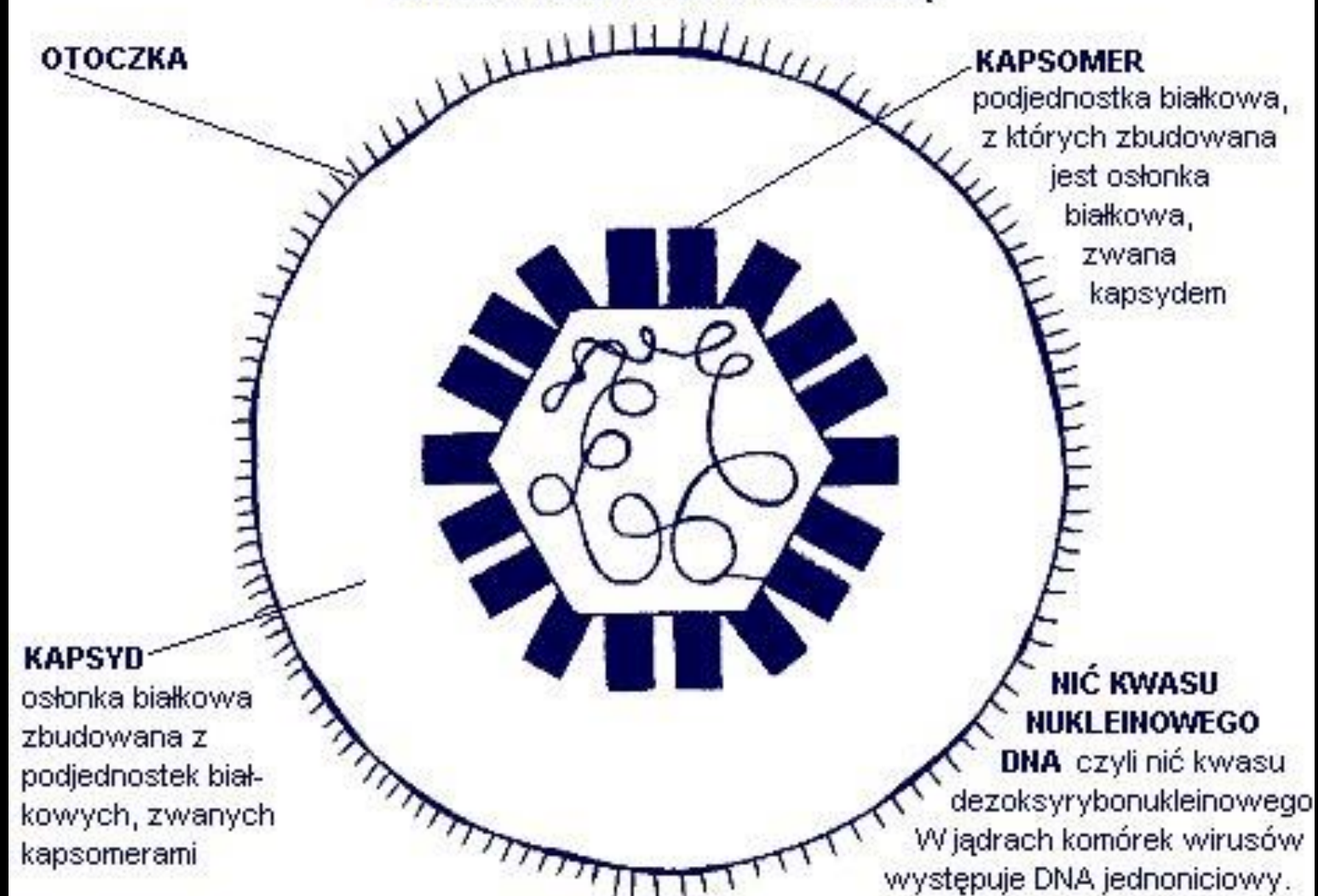
Niewielkie, kuliście zwinięte cząstki RNA, bez białkowego kapsydu. Namnażają się w komórkach roślin  
Choroba przez nie wywoływana to m.in.  
wrzecionowatość bulw ziemniaka.

- **Priony:**

Niewielkie cząstki białek, bez kwasu nukleinowego. Namnażają się w komórkach zwierząt i ludzi, powodując znaczne zniszczenia ośrodkowego układu nerwowego np. Choroba Creutzfeldta – Jakoba (choroba wściekłych krów).

- **Wirusy** są to cząstki bardzo niewielkich rozmiarów, sięgających granic 10-400 nm. Nie zawierają one własnych enzymów metabolizmu, lecz korzystają jedynie z enzymów gospodarza, są bowiem bezwzględnymi pasożytami.
- Zbudowane są z białka i kwasu nukleinowego. Białko tworzy warstwę zewnętrzną wirusa i tworzy tzw. płaszcz (inaczej kapsyd).
- Kwas nukleinowy tworzy rdzeń znajdujący się wewnątrz wirusa. Niektóre spośród wirusów posiadają dodatkową otoczkę, zbudowaną z białek i lipidów.
- **Rdzeń wirusa** tworzy kwas nukleinowy, może nim być **DNA** lub **RNA**. Zarówno DNA jak i RNA mogą być jedno- lub dwuniciowe.

## WIRION BRYŁOWY Z OTOCZKĄ





- Wirusy namnażają się tylko i wyłącznie wewnątrz komórki gospodarza. Ze względu na rodzaj komórek gospodarza, wymienić można wirusy roślinne, wirusy zwierzęce i bakteriofagi (wirusy atakujące komórki bakterii).
- Wirusy mają postać krystaliczną, a wprowadzone do komórek zaczynają się **namnażać**. Namnażanie jest niezwykle niekorzystne dla komórek gospodarza, gdyż może prowadzić do ich lizy, zniszczenia.
- Atakujące komórki wirusy mogą powodować różnego rodzaju objawy chorobowe, zarówno w zainfekowanych organizmach zwierzęcych jak i roślinnych.

## Choroby wirusowe u roślin:

- Mozaika tytoniu
- Karłowatość pomidora
- Liściozwój ziemniaka
- Dostają się one do komórek roślinnych przez uszkodzoną ścianę komórkową
- Ich wektorami są owady i nicienie, które prowadzą do mechanicznych uszkodzeń organów roślinnych (korzeni i pędów)

# Choroby wirusowe u zwierząt:

- Wścieklizna
- Pryszczycza
- Nosówka

## Choroby wirusowe człowieka:

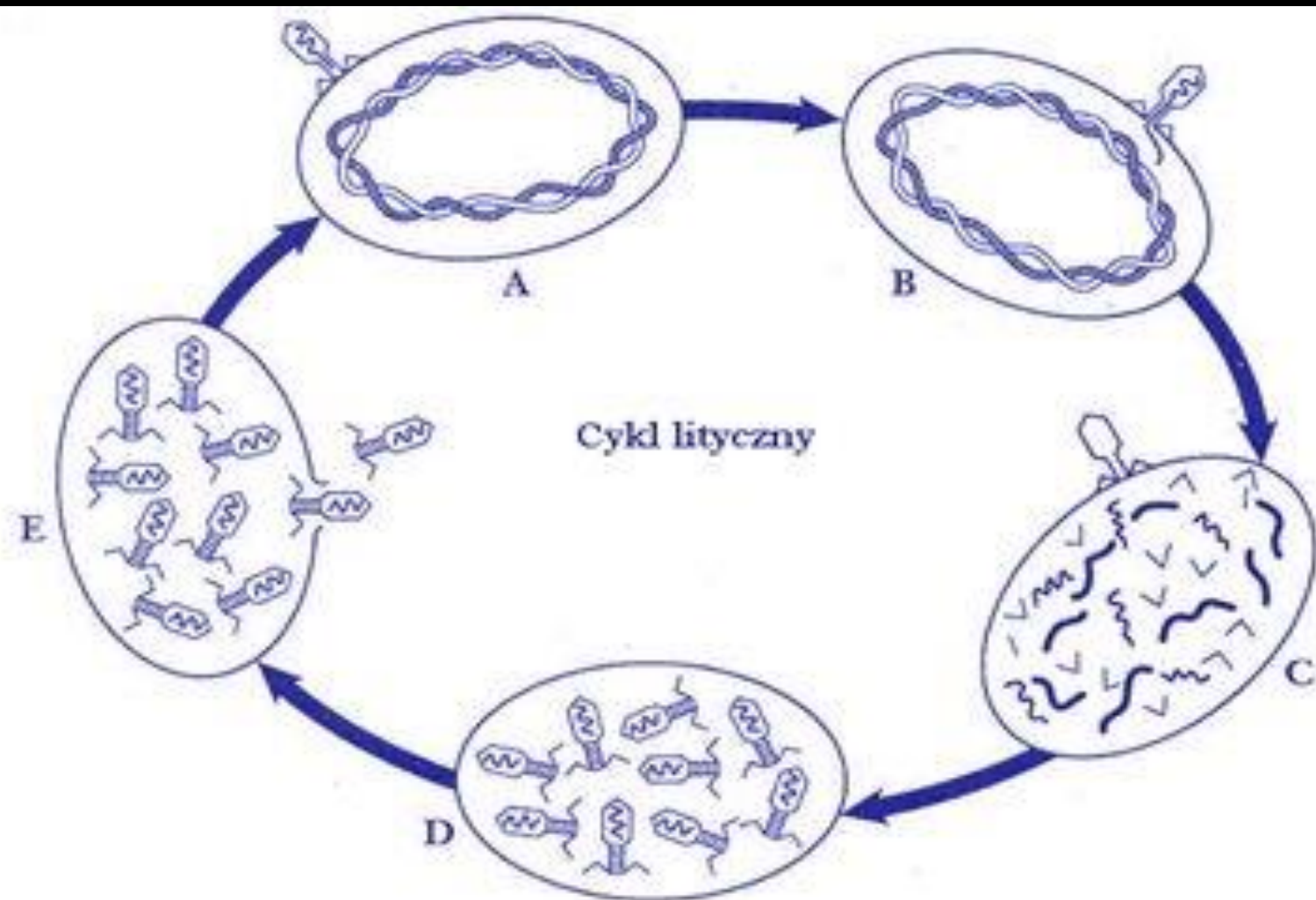
- Grypa
- Różyczka
- Świnka
- Ospa
- Odra
- Choroba Heinego-Medina
- Żółtaczka zakaźna
- Opryszczka
- AIDS
- Wirusy onkogenne (powodują nowotwory u ludzi i zwierząt)

# Namnażanie wirusów:

- Namnażanie wirusów może zachodzić w wyniku dwóch cykli: **litycznego i lizogenicznego**.

# Cykl lityczny

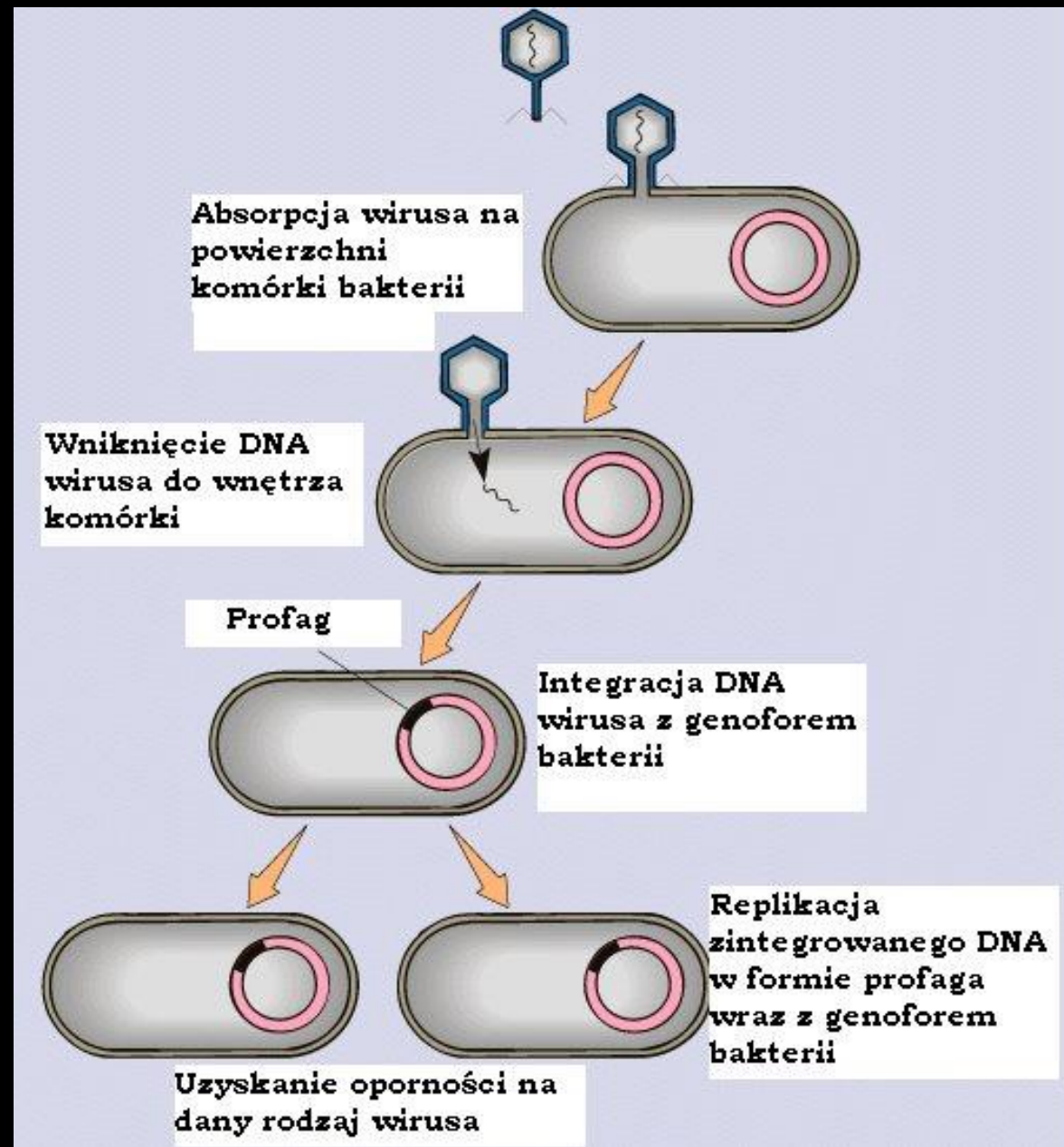
1. **Absorpcja wirusa** na powierzchni komórki bakterii (zazwyczaj jeden rodzaj wirusa jest swoisty dla jednego rodzaju bakterii) – A
2. **Wniknięcie DNA wirusa do cytoplazmy komórki bakterii**, w którym uczestniczy białkowy ogonek kapsydu –B
3. **Replikacja DNA wirusa**, dzięki obecności enzymów bakteryjnych. W wyniku tego procesu powstaje kilkaset kopii DNA wirusowego. Często przez to dochodzi do zaburzeń metabolizmu komórki bakteryjnej. – C
4. **Synteza białek kapsydu**. Białka kapsydu powstają na matrycy DNA powstałego w czasie replikacji, przy udziale enzymów bakterii i rybosomów. Białka łączą się z kopiami DNA i następuje składania wirionów – kompletnych cząstek wirusowych. – D



# Cykl lizogeniczny

- Fagi, które namnażają się w cyklu litycznym nazywają się **zjadliwymi**, ponieważ prowadzą do **śmierci komórki**. Istnieją również fagi tzw. **łagodne, które namnażają się w tzw. cyklu lizogenicznym**.
- Cykl ten rozpoczyna się podobnie do cyklu litycznego, jednak różnica polega na tym, iż DNA wirusa po wnikięciu do komórki bakteryjnej **ulega inaktywacji**, a następnie włączeniu do genoform bakteryjnego w postaci tzw. profaga i ulega replikacji wraz z genoformem bakterii.
- W cyklu lizogenicznym wirus namnaża się w wyniku podziałów komórki bakteryjnej, nie powodując ich zniszczenia, natomiast bakterie zyskują dzięki obecności profaga oporność na dany rodzaj wirusa. Jeśli dojdzie do wycięcia profaga z genoformu, wirus zostaje uczynniony i wchodzi cykl lityczny, który kończy się lizą komórki.





# Charakterystyka wybranych chorób wirusowych człowieka

# Odra

- To niezwykle zakaźna choroba występująca tylko u ludzi. Wywołuje ją wirus odry, który przenoszony jest drogą kropelkową.
- Objawy infekcji to gorączka, charakterystyczna wysypka oraz zapalenie błon śluzowych dróg oddechowych i spojówek.
- Przed wystąpieniem wysypki u chorego pojawiają się plamki Koplika, czyli zmiany grudkowe z czerwoną obwódką po wewnętrznej stronie policzków oraz na podniebieniu.
- Choroba ta może mieć wiele groźnych powikłań, np. zapalenie płuc, oskrzeli, krtani czy ucha środkowego. Bardzo poważne są powikłania neurologiczne (np. podostre stwardniające zapalenie mózgu (SSPE), które może nawet prowadzić do zgonu). Odra powoduje też znaczną przemijającą immunosupresję (osłabienie układu odpornościowego).

# Poliomyelitis

- Inaczej choroba Heinego-Medina lub nagminne porażenie dziecięce. Infekcja wywoływana jest przez wirus przenoszony drogą fekalno-oralną oraz kropelkową.
- Objawy to: bóle głowy, nieżyt żołądkowo-jelitowy, podwyższona temperatura, sztywność karku i pleców.
- Najgroźniejsza postać tej choroby związana jest z przenikaniem wirusów do ośrodkowego układu nerwowego, co powoduje porażenie mięśni lub ich niedowład oraz deformacje kończyn. W rzadkich przypadkach dochodzi do zgonu z powodu porażenia mięśni oddechowych. Do połowy XX w. chorych, u których stwierdzano porażenie mięśni oddechowych, umieszczano w urządzeniach zwanych żelaznymi płucami.

Zdjęcie przedstawia dziewczynkę z deformacją prawej nogi spowodowaną porażeniem wywołanym przez wirusa polio.  
Źródło: CDC, wikipedia.org, domena publiczna.



- Przed wprowadzeniem szczepień ochronnych *poliomyelitis* było ogromnym problemem na całym świecie. Dzięki prowadzonemu przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) programowi eradykacji tej choroby przez obowiązkowe masowe szczepienia ochronne udało się wyeliminować wirusy polio w większości krajów. W Polsce od ponad 40 lat nie odnotowano żadnego przypadku tej choroby.

# Grypa

- Grypa, czyli influenza, to choroba górnych dróg oddechowych.
- Wywołujący ją wirus przenosi się drogą kropelkową. Jego wiriony są na ogół kuliste o rozmiarach w granicach od 80 do 120 nm. Zawierają one jednoniciowy RNA. Genom wirusa osłonięty jest białkowym kapsydem, który otacza osłonka zewnętrzna zbudowana z lipidów i węglowodanów.
- Po zaatakowaniu komórki gospodarza i namnożeniu się wirus opuszcza ją bez uszkodzenia błony komórkowej. W temperaturze powyżej 56°C oraz po poddaniu go działaniu detergentów i utleniaczy traci zdolność wywoływania choroby.
- Dotychczas opisano trzy typy wirusa: A, B i C, z czego pierwsze dwa (A i B) wywołują epidemie i pandemie, a typ C – mikroepidemie.

- Pierwszego opisu grypy dokonał Hipokrates w 412 r. p.n.e.
- Największe pandemie tej choroby miały miejsce w latach: od 1889 do 1892 – tzw. „katar rosyjski”; od 1918 do 1920 – „hiszpanka” (od 20 do 25 mln zgonów); 1957 – „grypa azjatycka” (1 mln zgonów); 1958 – „grypa Hongkong” (700 tys. zgonów).
- Najbardziej zmienny jest typ A – zmianom tym nie możemy zapobiec, gdyż wynikają one z jego struktury. Typ ten ciągle ewoluuje, wymieniając krótkie odcinki swojego RNA z innymi, znajdującymi się w tej samej komórce wirionami. Dochodzi w ten sposób do powstania nowej postaci wirusa.



- Grypa nie jest chorobą nękającą wyłącznie człowieka. Cierpią na nią również konie, świnie, ssaki wodne (foki, wieloryby) i ptaki – najczęściej kury, kaczki i gołębie.
- Jak stwierdzono, możliwe jest przeniesienie wirusa ze zwierzęcia na człowieka (takie przypadki zanotowano m.in. w 1976 r. w USA czy w 1997 r. w Chinach), ale nie stwierdzono przenoszenia się ich potem z człowieka na człowieka.
- Szczepionki przeciwgrypowe mogą mieć różną postać: zawierają cały wirus, jego rozszczepione fragmenty lub tylko niektóre białka kapsydu. Grupy ryzyka zachorowań na grypę to: ludzie w wieku powyżej 65 lat, przewlekle chorzy, żołnierze, nauczyciele, lekarze, pielęgniarki.

| Objawy      | Grypa  | Przeziębienie                                   |
|-------------|--|---|
| początek    | choroba rozpoczyna się gwałtownie  | stopniowo nasilające się objawy                 |
| gorączka    | wysoka gorączka (do 39°C), dreszcze  | stan podgorączkowy, najczęściej poniżej 38°C    |
| ból gardła  | rzadki lub nie występuje   | jeden z pierwszych objawów, chrypka             |
| katar       | rzadki lub nie występuje   | częsty objaw, zatłoczony nos                    |
| kaszel      | suchy, męczący, ból w klatce piersiowej oraz duszności   | mokry   |
| ból głowy   | występuje prawie zawsze  | rzadko, często – ból zatok                      |
| bóle mięśni | bardzo intensywne, dreszcze  | nie występują lub są mniej nasilone             |
| powikłania  | wielonarządowe (np. zapalenie płuc, zapalenie oskrzeli, zapalenie mięśnia sercowego, niewydolność oddechowa) | rzadko, ewentualnie wtórne zakażenia bakteryjne |

# Wirusowe zapalenia wątroby (WZW)

- To choroby występujące na skutek zakażenia wirusem zapalenia wątroby (wirus WZW). Pojawiają się objawy takie jak: lekka gorączka, bóle w prawej górnej części brzucha, żółtaczka (żółknięcie białkówki oka i skóry, ciemny kolor moczu). Istnieje kilka rodzajów wirusów wywołujących tę chorobę. Najczęstsze z nich to wirus A, B i C.

| Wirusowe zapalenie wątroby                         | Jak dochodzi do zakażenia?  | Ile trwa i jak przebiega choroba?   | Co robić, by nie zachorować?   |
|--|---|---|--|
| Typu A (RNA-wirus), HAV – <i>hepatitis A virus</i> | wirus występuje w kale chorego, więc źródłem zakażenia są produkty spożywcze i woda zanieczyszczona odchodami człowieka – choroba „brudnych rąk”  | od 6 dni do 2 miesięcy, bardzo rzadko przechodzi w postać przewlekłą  | przestrzeganie higieny w trakcie jedzenia i picia oraz higieny ciała; istnieje możliwość szczepień                   |
| Typu B (DNA-wirus), HBV – <i>hepatitis B virus</i> | głównie przez krew chorego; do zakażenia może dojść również przez uszkodzenia skóry, do których dostanie się zakażona ślina, mocz, stolec, nasienie, śluz z pochwy, krew; duże ryzyko przy stosunkach płciowych, rzadziej można się zakazić podczas zbiegu chirurgicznego, u stomatologa, podczas wizyty u fryzjera czy kosmetyczki; w trakcie porodu noworodek może zakazić się od matki | około pół roku, konieczna hospitalizacja; może przejść w stan przewlekły, trwający wiele lat; liczne powikłania, w tym marskość wątroby; skutkiem choroby może być nawet śmierć chorego | szczepienia ochronne (zwróć uwagę na okresowe akcje szczepień profilaktycznych w twoim regionie, tzw. żółty tydzień) |
| Typu C (RNA-wirus), HCV – <i>hepatitis C virus</i> | zakażenie następuje głównie przez krew, rzadziej przez kontakt płciowy; ponadto przechodzi z matki na płód  | infekcja często przebiega bezobjawowo nawet przez wiele lat; przewlekłe zakażenie prowadzi do marskości wątroby, a następnie do rozwoju nowotworu                                       | systematyczne badania krwiodawców, właściwa sterylizacja narzędzi w szpitalach i przychodniach                       |

# Różyczka

- Różyczka to wysypkowa choroba zakaźna wywołana przez wirusa różyczki. Do czasu wprowadzenia w Polsce w 1985 r. obowiązkowych szczepień była to częsta choroba wieku dziecięcego. Zakażenie następuje drogą kropelkową.
- Objawy: nieżyt gardła, powiększenie węzłów limfatycznych szyjnych i karkowych, różowa wysypka plamista. Choroba trwa kilka dni, na ogół bez gorączki.
- Różyczka u ciężarnej w pierwszych 3 miesiącach ciąży grozi niebezpieczeństwem powstania wad wrodzonych płodu.

# COVID-19

- **COVID-19** to choroba wywoływana przez wirusa **SARS-CoV-2** (od ang. *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*).
- Zachorowania na tę chorobę rozpoczęły się w grudniu 2019 roku w Chinach i w szybkim tempie rozprzestrzeniły na cały świat, wywołując pandemię.
- Wirus przenosi się drogą kropelkową, głównie przez kaszel, kichanie i zanieczyszczenie powierzchni i przedmiotów. Możliwe jest również jego przeniesienie przez dotykane ust i nosa brudnymi rękami.
- Z tego powodu profilaktyka polega na higienie rąk, dystansowaniu fizycznym społeczeństwa, zakrywaniu nosa i ust łokciem lub chusteczką podczas kichania i kaszlu, noszeniu maseczek ochronnych, a także kwarantannie osób chorych i mających kontakt z chorymi.

# Gorączka krwotoczna Ebola (wirus Ebola)

- Dużym zagrożeniem dla ludzi żyjących w Afryce i odwiedzających ten kontynent jest lawinowo rozprzestrzeniająca się choroba wywoływana przez **wirus Ebola**.
- Nie wyklucza się, że pierwotnym źródłem zarażenia człowieka tym wirusem były zwierzęta, prawdopodobnie gryzonie. W populacji ludzkiej wirus rozprzestrzenia się przez kontakt z krwią lub innymi płynami ustrojowymi chorego.
- Istnieje podejrzenie, że można zarazić się również drogą kropelkową.

- Objawami choroby wywoływanej przez wirus Ebola, zwanej gorączką krwotoczną, są bóle głowy, wymioty, wysypka, biegunki i liczne krwawienia.
- Wewnątrz organizmu wirus czyni ogromne spustoszenia: atakuje wątrobę, narządy limfatyczne i nerki, powodując martwicę fragmentów tych narządów.
- Uszkadza też nabłonek naczyń krwionośnych, co prowadzi do krwawień wewnętrznych. Aż 90% chorych na gorączkę krwotoczną umiera.



# Leczenie chorób wirusowych

- Wiele chorób wirusowych leczy się **objawowo**, jednak nie można ich lekceważyć. Należy oszczędzać organizm tak, żeby miał możliwość zwalczania patogenu. Jest to szczególnie istotne, ponieważ nieleczone choroby wirusowe mogą wiązać się z groźnymi powikłaniami. Można też powiedzieć, że wirusy torują drogę bakteriom (ułatwiają zakażenia bakteryjne).
- Zakażeń wirusowych nie leczymy antybiotykami, ponieważ drobnoustroje te nie są na nie wrażliwe. Jedyny cel podawania antybiotyków w przypadku choroby wywołanej przez wirusy to profilaktyka nadkażeń bakteryjnych. Liczba skutecznych leków przeciwwirusowych jest dość ograniczona. Leki te zakłócają procesy replikacji wirusów bądź wykazują działanie inhibicyjne wobec enzymów wirusowych.

# Wirus HIV

- Wirus HIV jest ludzkim wirusem niedoboru odporności. Może on wywoływać zespół nabytego upośledzenia odporności, czyli AIDS. Obecnie wyróżnia się dwie odmiany tego retrowirusa: HIV-1 i HIV-2.
- Każdego roku na całym świecie – w tym w Polsce – odnotowuje się nowe zakażenia wirusem HIV. Szybkie rozpoznanie i podjęcie terapii przeciwwirusowej pozwala na zahamowanie replikacji wirusa.
- To z kolei znacznie zwiększa szansę na uniknięcie rozwoju zespołu nabytego niedoboru odporności, czyli AIDS. Wczesna diagnoza zakażenia ułatwia też dobór skutecznych leków.

- Ludzki wirus nabytego niedoboru odporności HIV należy do rodziny retrowirusów i rodzaju lentiwirusów.
- Lentiwirusy przechodzą cykl lizogeniczny, podczas którego integrują swoje RNA z DNA lub RNA komórki gospodarza. Powielanie informacji genetycznej wirusa polega na pobudzaniu zakażonych komórek do wzmożonego dzielenia się. Po pewnym czasie od zakażenia obserwuje się objawy kliniczne.

- Wirusy z rodziny lentiwirusów powodują przewlekłe i najczęściej śmiertelne choroby. Lentiwirusy cechuje wysoka zmienność genetyczna, którą warunkuje duża częstość mutacji w materiale genetycznym wirusa. Ta zmienność wirusa jest jednym z czynników sprawiających, że bardzo ciężko jest opracować skuteczny lek lub szczepionkę.
- HIV zakaża komórki układu odpornościowego, a następnie się w nich namnaża. Atakuje przede wszystkim limfocyty Th.

- Po kilku latach od zakażenia reprodukcja wirusa doprowadza do stanu immunosupresji, czyli spowalniania procesu wytwarzania przeciwciał i komórek odpornościowych.
- Spowodowane jest to utratą limfocytów T, co w konsekwencji uniemożliwia odpowiedź immunologiczną. Organizm staje się wtedy podatny na różnego rodzaju zakażenia, choroby oportunistyczne i nowotwory.
- Limfocyty Th (CD4) są rodzajem krwinek białych. Biorą udział w obronie organizmu przed wirusami. Podczas zakażeń wirusowych następuje ich wzmożona produkcja. W przypadku zakażenia HIV ulegają jednak zniszczeniu na skutek działania tego wirusa.
- Zaburzenia pracy układu odpornościowego nazwano zespołem nabytego niedoboru odporności (AIDS)

# Drogi zakażenia HIV

- Stosunek seksualny z osobą zakażoną HIV
- Transmisja wertykalna z matki na dziecko (poród, ciąża. Karmienie piersią)
- Używanie narkotyków dożylnych (zanieczyszczone igły, strzykawki)

# Leki?

- Identyfikacja czynnika wywołującego AIDS zapoczątkowała badania nad opracowaniem leków oraz szczepionki przeciwko HIV – dotąd niestety bezskuteczne. I
- Istnieje jednak możliwość znacznego spowolnienia postępu choroby przez zastosowanie kompleksowej terapii. Wykorzystuje się do niej leki hamujące replikację wirusa oraz środki immunomodulujące. Leczenie antyretrowirusowe ocenia się jako skuteczne, gdy po czasie od 4 do 12 tygodni od jej rozpoczęcia poziom wirerii się obniża.

# Choroby wirusowe zwierząt

## **Wścieklizna**

- Jest wirusową chorobą centralnego układu nerwowego. U zwierząt domowych objawy to ślinotok, światłowstręt i wodowstręt, niepokój, nadmierna pobudliwość, agresja, apatia, natomiast u zwierząt dzikich głównym symptomem jest utrata wrodzonego lęku przed człowiekiem.
- Do zakażenia człowieka najczęściej dochodzi na skutek ugryzienia przez chore zwierzę.
- Choroba ta jest dla człowieka bardzo niebezpieczna. Początkowo objawia się mrowieniem w miejscu pokąsania, gorączką i bólem głowy, następnie pojawiają się mimowolne skurcze mięśni, ślinotok, wodowstręt i światłowstręt. Bez odpowiedniego leczenia kończy się śmiercią, dlatego w każdym przypadku pogryzienia przez zwierzę z objawami wścieklizny należy zwrócić się do lekarza.



# Choroby wirusowe roślin

- Często wektorem wirusów roślin są mszyce. Wirusy przenoszone są także w kontakcie bezpośrednim oraz przez pyłek, nasiona i bulwy.
- Choroby wirusowe mogą doprowadzić do ogromnych strat w uprawie roślin. Objawy infekcji wirusowej w komórkach roślinnych to: przebarwienia, plamy, usychanie, kędzierzawienie (zwijanie) liści czy też wybrzuszenia powodowane przez nadmierny rozrost tkanek (narośla rakowe).
- Wirusy roślinne miały duże znaczenie w historii wakcynologii – jako pierwszy z wirusów został odkryty **wirus mozaiki tytoniowej**. Nazwa pochodzi od rodzaju przebarwień (barwne plamy na tle zielonych części liści) występujących u roślin w przebiegu tej choroby wirusowej.
- Inne przykładowe choroby wirusowe roślin to: chloroza nerwów liści maliny, ospowatość śliwy, smugowatość ziemniaka czy żółtaczka buraka.