

### [Akceptuję](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Edukacja](#)

## Śmierć komórki,

**Śmierć zaczyna się już w życiu płodowym. Dr Paulina Łopatniuk, lekarka, patomorfolożka, autorka bloga „Patolodzy na klatce”, opowiada, jak komórki umierają, odnawiają się i dlaczego zrozumienie tych procesów jest kluczowe w walce z chorobami - także nowotworami.**

**PAP:** Pani doktor, kiedy myślimy o śmierci, zwykle wyobrażamy sobie całe organizmy. A jak to wygląda na poziomie komórki?

**Dr Paulina Łopatniuk:** Śmierć komórki to fascynujące zjawisko, które towarzyszy nam przez całe

życie - od stadium zarodka aż po starość. W przeciwieństwie do dramatycznej wizji „nagłego końca”, komórki mają bardzo precyzyjne mechanizmy decydujące o ich własnym losie. Najczęściej mówimy o dwóch głównych typach śmierci: apoptozie, czyli programowanej, uporządkowanej śmierci komórki, oraz nekrozie, będącej raczej chaotycznym rozpadem, np. po urazie czy niedotlenieniu.

Choć to uproszczenie - rodzajów śmierci komórkowej znamy już kilkanaście i wciąż opisuje się kolejne.

Żeby się w tym nie pogubić, powstała nawet specjalna międzynarodowa grupa robocza - Komitet do spraw Nazewnictwa Śmierci Komórkowej (ang. The Nomenclature Committee on Cell Death, NCCD). Co jakiś czas zwołuje coś w rodzaju „językowego okrągłego stołu” i decyduje, czy dany proces zasługuje już na własną nazwę. Bo biologia nie stoi w miejscu - to, co kiedyś wydawało się jednym zjawiskiem, dziś okazuje się całą rodziną różniących się od siebie mechanizmów, a porozumienie pomiędzy badającymi te mechanizmy zespołami jest kluczowe - w końcu musimy wiedzieć, czy rozmawiamy o tym samym, prawda?

Czasem nazwy brzmią wręcz poetycko: mamy apoptozę („śmierć z klasą” z nazwą pochodzącą od greckiego słowa opisującego opadające liście), piroptozę („śmierć w ogniu zapalenia”), ferroptozę („śmierć z żelazem w tle”), erebozę („śmierć zrodzoną w ciemnościach”)... Każda z nich ma własne enzymy, przebieg i konsekwencje dla organizmu.

**PAP:** Co decyduje, którą ścieżką pójdzie dana komórka?

**P.Ł.:** To zależy od wielu sygnałów - zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Uszkodzenia DNA, błędy w podziale komórkowym (wyróżniamy nawet osobny rodzaj śmierci nazywany katastrofą mitotyczną), infekcje wirusowe lub bakteryjne czy stres metaboliczny - wszystko to może doprowadzić komórkę do śmierci. W apoptozie kluczową rolę odgrywają kaspazy, czyli enzymy, które rozkładają białka i dzielą komórkę na drobne, obłonione fragmenty, schludne apoptotyczne bąbelki. Potem te fragmenty są „sprzątane” przez makrofagi. Dzięki temu wszystko odbywa się cicho i bez stanu zapalnego. Jeśli komórka zetknie się z wrogiem, który - jak niektóre wirusy - potrafi blokować kaspazy, też nie jest bezradna, po prostu „ucieka”, umierając w inny, choć również ściśle regulowany sposób, na przykład na drodze nekroptozy.

W nekrozie jest inaczej - komórka pęka w sposób niekontrolowany, uwalnia toksyczne substancje i wywołuje niezaplanowaną reakcję zapalną. To już mniej elegancka forma śmierci.

**PAP:** Skąd komórka wie, że to już pora umrzeć?

**P.Ł.:** Oprócz sygnałów z zewnątrz, przekazywanych m.in. przez specjalne receptory śmierci, komórki mają cały system wewnętrznych czujników. Sprawdzają, czy DNA nie jest zbyt uszkodzone, czy mitochondria działają prawidłowo, czy mają dość energii. Jeśli wykryją zbyt wiele błędów, dostają sygnał: „misja zakończona”. Wtedy uruchamiają kaskadę enzymów, które rozmontowują ich wewnątrz krok po kroku.

Niektóre komórki potrafią jeszcze poświęcić się dla dobra ogółu - niektóre inicjują własną śmierć, jak w piroptozie, dziurawiąc od wewnątrz swoje błony komórkowe i umierając wraz z wrogimi mikroorganizmami, inne wysyłają sygnały ostrzegawcze do sąsiadów, żeby te mogły przygotować się na zagrożenie lub rozpocząć naprawę.

**PAP:** Czyli zdążą jeszcze posprzątać po sobie?

**P.Ł.:** Dokładnie tak. Zanim umrą, komórki „pakuja” swoje wnętrze w małe pęcherzyki, wspomniane apoptotyczne ciała-bąbelki - takie biologiczne worki na śmieci. Inne komórki mogą

z nich potem korzystać, wykorzystując np. białka czy fragmenty błony. To prawdziwy biologiczny recykling – śmierć jednej komórki staje się życiem innej.

**PAP:** A co z odpadami w komórkach, które jeszcze żyją?

**P.Ł.:** Każda komórka ma własny system sprzątanania – taki resort odpadów. Wadliwe białka trafiają do proteasomów, czyli komórkowych „spalarni śmieci”. Tam są rozkładane na aminokwasy, które można ponownie wykorzystać.

Z kolei większe elementy – stare mitochondria czy fragmenty błon – są usuwane w procesie autofagii, czyli „samozjadania”. Komórka otacza taki element błoną, tworzy pęcherzyk i kieruje go do lizosomu, swojego wewnętrznego „żołądka”. Dzięki temu komórka nie tonie we własnych śmieciach.

Kiedy te mechanizmy zawodzą, pojawiają się choroby neurodegeneracyjne, takie jak choroba Alzheimera; ich nieprawidłowości są też istotnym elementem różnych schorzeń autoimmunizacyjnych czy metabolicznych, a nawet nowotworowych.

**PAP:** Czy można powiedzieć, że śmierć komórki jest częścią rozwoju organizmu?

**P.Ł.:** Jak najbardziej. Już w życiu płodowym komórki muszą ginąć, żeby organizm rozwijał się prawidłowo. Klasyczny przykład – palce. W zarodku są połączone błonami, które znikają, gdy komórki między nimi obumierają. Apoptoza modeluje też mózg, serce czy szpik, eliminując nadmiar komórek i nadając tkankom ostateczny kształt.

**PAP:** A co z komórkami układu odpornościowego?

**P.Ł.:** One również potrafią umierać z poświęceniem. Neutrofile w reakcji na infekcję tworzą tzw. NETy – sieci DNA, które łapią bakterie i wirusy. Część z nich ginie w tym procesie, ale inne potrafią przetrwać i nadal polować na wrogie mikroorganizmy, nawet jeśli straciły jądro komórkowe. To takie „komórki zombie” – poświęcają się, żeby reszta organizmu mogła przeżyć.

Inna rzecz to samo dojrzewanie komórek odpornościowych – np. młode limfocyty T w grasicy muszą się nauczyć odróżniać własne tkanki od obcych, by z jednej strony skutecznie bronić organizmu, z drugiej – nie doprowadzić do rozwoju chorób autoimmunizacyjnych; i jest to szkoła bardzo twarda. Te, które nie uczą się reagować prawidłowo – muszą umrzeć.

**PAP:** Skoro komórki umierają, jak ciało się odnawia?

**P.Ł.:** Dzięki komórkom macierzystym. To nasze fabryki życia – dzielą się i produkują nowe komórki, które zastępują stare. W jelitach, skórze czy szpiku kostnym ten proces trwa bez przerwy. Np. codziennie złuszczamy miliony martwych komórek skóry, a ich miejsce zajmują nowe.

**PAP:** Procesy śmierci komórkowej są też ważne w chorobach, prawda?

**P.Ł.:** Tak. W nowotworach problemem bywa to, że komórki nadmiernie się mnożą, ale też, że nie chcą umrzeć. Ignorują sygnały apoptozy. Dlatego nowoczesne terapie onkologiczne starają się przywrócić te naturalne mechanizmy – aktywować kaspazy lub blokować białka, które hamują apoptozę. To dziś jeden z najbardziej obiecujących kierunków badań w onkologii.

**PAP:** A co dzieje się z komórkami, gdy umiera cały organizm?

**P.Ł.:** Gdy ustaje dopływ tlenu, brakuje energii potrzebnej do podtrzymania struktur komórkowych. Apoptoza wymaga energii, więc wtedy dominuje chaos – nekroza. Komórki pękają, uwalniają enzymy

i toksyny, które niszczą tkanki. To już zupełnie inny rodzaj śmierci - niekontrolowany, brutalny.

**PAP:** Czy możliwa jest nieśmiertelność komórki?

**P.Ł.:** W laboratoriach mamy unieśmiertelnione linie komórkowe, np. słynne HeLa. Ale to komórki nowotworowe - ich nieśmiertelność jest efektem patologii. Poza tym, gdyby naukowcy nie dostarczali im odpowiednich pożywek, też by zginęły. W zdrowym organizmie równowaga między podziałem a śmiercią komórek jest absolutnie niezbędna. Zbyt duża proliferacja prowadzi do raka, a zbyt dużo śmierci - do degeneracji tkanek.

**PAP:** Czy zatem śmierć komórki to dobro ewolucyjne?

**P.Ł.:** To złożone pytanie. Po części filozoficzne - w końcu bez śmierci komórkowej nasze organizmy w ogóle nie istniałyby w swojej obecnej formie. To ona zaczyna nam nadawać kształt już od tych bardzo wczesnych etapów kilku-kilkunastokomórkowej grudki. Z ewolucyjnego punktu widzenia zdolność do kontrolowanej śmierci komórki daje organizmowi przewagę - chroni przed nowotworami, pozwala prawidłowo rozwijać narządy i reagować na infekcje. Można powiedzieć, że jest to mechanizm utrzymania równowagi i zdrowia, który zwiększa szanse przeżycia całego organizmu.

**PAP:** I wreszcie - jak to wszystko ma się do starzenia?

**P.Ł.:** Starzenie to w dużej mierze wynik gromadzenia się komórek, które przestały działać prawidłowo, oraz spadku zdolności regeneracyjnych komórek macierzystych. Stare komórki nie dość, że często gorzej spełniają swoje funkcje, to mogą też wydzielać substancje prozapalne, pogarszające stan tkanek. Starzejącym się komórkom coraz trudniej zachować subtelną równowagę sygnałów prowadzących do śmierci i ją wstrzymujących. Paradoksalnie mechanizmy, chroniące nas przed nowotworzeniem w młodości, w późniejszym wieku obracają się przeciwko nam.

Ale też starzenie to osobne, bardzo rozległe, skomplikowane i wielowątkowe pole badań medycznych.

Źródło: pap.pl

<https://laboratoria.net/edukacja/32643.html>

**Informacje dnia:** [Technologie perystaltyczne w procesach hodowli komórkowych PCI Days 2026](#) [Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą](#) [Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru](#) [Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia](#) [Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków](#) [Technologie perystaltyczne w procesach hodowli komórkowych PCI Days 2026](#) [Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą](#) [Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru](#) [Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia](#) [Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków](#)

**Partnerzy**