

W organizmie człowieka jest 10 razy więcej bakterii niż własnych komórek

Nasz bakteryjny wszechświat

Bakterie są obecne w każdym naturalnym środowisku: w wodzie, glebie i powietrzu. Występują również na i w organizmach żywych w ramach symbiozy, czyli współżycia opartego na obopólnych korzyściach.



Dr Dominika Świątecka

Fot. A. Wróbel

Przynajmniej 95 proc. bakterii jest dla naszego zdrowia nieszkodliwa, a większość z tej populacji człowiekowi wręcz niezbędna. Organizm ludzki zasiedla 100 000 000 000 000 mikroorganizmów (10 do potęgi 14), co jest liczbą 10 razy większą niż liczba komórek budujących ten organizm. Z tego punktu widzenia można stwierdzić, że *Homo sapiens* „składa się w 10 proc. z człowieka i w 90 proc. z drobnoustrojów”. Od 0,5 kg do 1,5 kg drobnoustrojów jelitowych stanowi nasz indywidualny mikrokosmos. Z kolei,

z genetycznego punktu widzenia organizm człowieka to 1 proc. genów ludzkich oraz 99 proc. genów bakteryjnych.

Bakterie w organizmie człowieka

Teoria mówiąca o pochodzeniu organizmów żywych od pierwotnych drobnoustrojów (teoria endosymbiozy) podkreśla fakt, iż ewolucja mikroorganizmów towarzyszyła ewolucji człowieka w celu wykształcenia cech adaptacyjnych, które są ko-

rzystne dla obydwu stron. Mikroorganizmy zasiedlają wszystkie rejony organizmu człowieka, które pozostają w kontakcie ze środowiskiem zewnętrznym, takie jak skóra, kobiece drogi rodne, górne drogi oddechowe czy układ pokarmowy. Kolonizacja bakteriami organizmu człowieka rozpoczyna się w czasie narodzin, podczas kontaktu noworodka z drogami rodzinnymi matki oraz środowiskiem szpitalnym, i trwa aż do śmierci.

Najliczniejsza populacja drobnoustrojów zasiedla przewód pokarmowy, w szczególności odcinek jelita grubego — okrężnicę. Jest to tzw. mikroflora jelitowa. Według aktualnej definicji, ogół bakterii zasiedlających przewód pokarmowy człowieka określane jest terminem „mikrobiota” (z łac. *micros* — mały, *bios* — życie), zamiast uprzednio stosowanego określenia „mikroflora”, ponieważ drobnoustroje nie należą do świata flory, czyli roślin. Obecnie uważa się, że naturalną mikrobiotę jelitową stanowi od 500 do 1000 różnych gatunków bakterii, poza którymi obecne są również grzyby, pierwotniaki, bakteriofagi i archeony.

Jakie funkcje spełnia mikrobiota jelitowa

Mikrobiota jelitowa, kiedyś ignorowana, a nawet usuwana (poprzez profilaktyczne wycinanie wyrostka robaczkowego), w istotny sposób wpływa na naszą fizjologię i stan zdrowia. Pomimo niewielkich rozmiarów (przeciętne wymiary bakterii to 1 mikrometr, czyli 1/1000 mm), metabolizm komórki bakteryjnej pozwala jej w krótkim czasie życia (przykładowo 20 minut dla *E. coli*) przyswoić dwa razy więcej substancji, niż wynosi jej waga. Właściwość ta umożliwia bakteriom rozkładanie niestrawionych pokarmów i tym samym odzyskiwanie ok. 30 proc. energii, syntetyzowanie witamin i metabolitów niezbędnych do prawidłowego rozwoju komórek naszego organizmu oraz dezaktywowanie substancji toksycznych, rakotwórczych i mutagennych.

Mikrobiota jelitowa działa jak bioreaktor i dlatego mówi się, że stanowi organ wewnątrz organu. Poza tym warunkuje utrzymanie i wzmocnienie nabłonkowej bariery ochronnej, stanowiąc barierę dla mikroorganizmów chorobotwórczych oraz stymuluje rozwój i stan gotowości układu immunologicznego.



Mikrobiota jelitowa człowieka Fot. Dominika Świątecka

O mikrobiologiczny ekosystem trzeba dbać

Już po drugim roku życia nasze jelita zasiedla mikrobiota jelitowa typowa dla osób dorosłych. Jest to populacja o niskim zróżnicowaniu na poziomie klas taksonomicznych (system grupowania organizmów) i jednocześnie dużej różnorodności w ich obrębie. Zjawisko to stanowi efekt ewolucyjnej adaptacji mikroorganizmów do środowiska bytowania oraz selekcji gospodarza faworyzującej te drobnoustroje, które mają dla nas charakter neutralny albo korzystny. Mimo podobieństw na poziomie dominujących klas taksonomicznych, każdy z nas stanowi absolutną indywidualność pod względem mikrobiologicznego ekosystemu jelitowego.

Główne populacje mikroorganizmów i ich stosunek

względem siebie pozostają stabilne przez całe życie człowieka, jednakże czynniki takie jak płeć, wiek, stan higieny, przyjmowanie leków etc. mogą zmieniać skład mikrobioty jelitowej w obrębie wspomnianych klas. Uważa się, że nawet niewielkie zmiany w sposobie odżywiania mogą modyfikować skład mikrobioty jelitowej człowieka w głównych grupach. Jest to szczególnie istotne w kontekście nowego podejścia do tematyki żywienia człowieka i modelu tzw. zindywidualizowanego żywienia lub żywności funkcjonalnej o działaniu prozdrowotnym. By być zdrowym, dobrze jest dbać o nasz bakteryjny wszechświat, o jego równowagę i bioróżnorodność.

Dr Dominika Świątecka
Zakład Immunologii
i Mikrobiologii Żywności
IRZiB PAN w Olsztynie

Somatyczne komórki macierzyste

Anioły i demony nowoczesnej medycyny regeneracyjnej

Dobrodziejstwem natury dla organizmu człowieka jest możliwość jego samonaprawy.

Każdego dnia miliony komórek naszego ciała w kontrolowany sposób umiera ze względu na uszkodzenia materiału genetycznego lub z prozaicznej przyczyny — zaawansowanego wieku. Na ich miejsce powstają miliony nowych komórek, gotowych zastąpić swe poprzedniczki, tak aby homeostaza, czyli *status quo* w organizmie było zachowane.

Komórki macierzyste z funkcją samoodnowy

Somatyczne komórki macierzyste (ang. *stem cell*), bo o nich mowa, są w stanie nieprzerwanie odnawiać się i dzielić w naszym organizmie. Typowym przykładem tego typu komórek jest czerwony szpik kostny. To właśnie z tej tkanki nieustannie uwalniane są do krwi miliony nowych

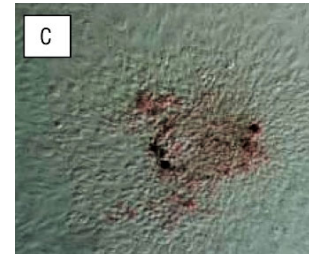
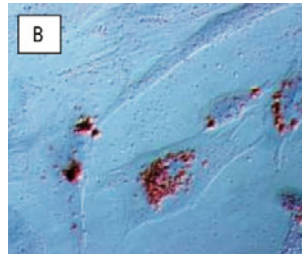
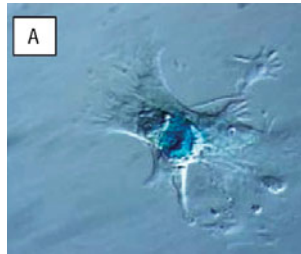
komórek, m.in. erytrocytów odpowiedzialnych za transport tlenu. Nowe erytrocyty zastępują te obumierające, które po ok. 120 dniach istnienia i wypełnieniu zadania ulegają rozpadowi. Proces ten powtarzany jest nieustannie do końca naszego życia.

Wraz z rozwojem zaawansowanych technik biologii molekularnej, zaczęto odkrywać somatyczne komórki macierzyste w tkankach, które w swej funkcji mają wbudowaną samoodnowę. Poza szpikiem, dojrzałe komórki macierzyste znaleziono również w skórze, mięśniach czy sercu. Badania naukowe oraz kliniczne z wykorzystaniem komórek macierzystych są wciąż intensyfikowane. Za odkrycia dotyczące funkcji komórek macierzystych przyznano dwie Nagrody Nobla: w 2007 r. —

za wykorzystanie zarodkowych komórek macierzystych do modyfikacji genetycznych myszy, a w 2012 r. — za przeprogramowanie kodu genetycznego komórki somatycznej w taki sposób, że stała się ona komórką macierzystą.

Szanse i zagrożenia przedmiotem badań

Niestety, istnieje również ciemna strona obecności somatycznych komórek macierzystych w naszym organizmie. Często procesom samoodnowy towarzyszą mutacje, które wywołane są w niesprzyjających warunkach podczas kopiowania materiału genetycznego komórki macierzystej. Zmutowana komórka macierzysta przekazuje wadliwą kopię kodu genetycznego kolejnym pokoleniom. Typowym przykładem tego typu schorzenia jest białaczka, podczas której obserwujemy niekontrolowany wzrost leukocytów we krwi obwodowej oraz nacieki w innych tkankach.



Dojrzałe komórki macierzyste macicy przekształcone w sztucznych warunkach w komórki A — chondrocyty (chrząstka), B — adipocyty (komórki tłuszczowe), C — osteoblasty (komórki kości) Fot. J. Bukowska

Pomimo dużego zagrożenia, wiele wskazuje na to, że wkrótce będziemy świadkami dynamicznego rozwoju metod umożliwiających standardowe wykorzystanie somatycznych komórek macierzystych w terapii wielu powszechnie spotykanych schorzeń, czym zajmuje się medycyna regeneracyjna.

W Instytucie Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie zainteresowania komórkami macierzystymi dotyczą poznania ich funkcji w procesach fizjolo-

gicznych i patologicznych dróg rodnych samicy. Nasze badania obejmują zagadnienia takie jak bezbliznowe gojenie się ran, endometrioza (obecność komórek tożsamyh z komórkami macierzystymi poza macicą), adenomioza (przerost komórek warstwy błony śluzowej macicy do warstwy mięśniowej) czy tworzenie modeli badawczych, które oparte są na zróżnicowanych komórkach macierzystych w warunkach *in vitro*. Prowadzone prace mają na celu odna-

lenie związku pomiędzy niekontrolowanym rozrostem endometrialnych komórek macierzystych a wspomnianymi chorobami. Wyniki prowadzonych badań w przyszłości posłużą do opracowania skutecznych terapii leczniczych.

Dr Gabriel Bodek
Laboratorium In Vitro
i Biotechnologii Komórek
IRZiB PAN Olsztyn
Dr hab. Anna Korzekwa
Zakład Immunologii i Patologii
Rozrodu
IRZiB PAN Olsztyn