

Lekcja o komórkach macierzystych

Scenariusz zajęć

Ilona Żeber-Dzikowska, Aleksandra Szydłowska

Temat: Oskarżeni – komórki macierzyste

Odbiorcy: uczniowie liceum lub technikum, realizujący rozszerzony zakres biologii

Czas trwania zajęć: 2 x 45 minut

Odniesienie do podstawy programowej:

Cele kształcenia:

- II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Uczeń objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności (...).
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł, w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- V. Rozumowanie i argumentacja. Uczeń objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji, oddziela fakty od opinii (...) przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty, (...). Rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.
- VI. Postawa wobec przyrody i środowiska. Uczeń (...) prezentuje postawę szacunku wobec siebie i wszystkich istot żywych (...).

Treści nauczania:

- VI. Genetyka i biotechnologia. 8. Biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna. Uczeń:
 - 6) przedstawia sposoby i cele otrzymywania komórek macierzystych;
 - 8) dyskutuje problemy etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii, w tym przedstawia kontrowersje towarzyszące badaniom nad klonowaniem terapeutycznym człowieka i formułuje własną opinię na ten temat.

Typ zajęć: wprowadzenie nowego materiału

Forma nauczania: zajęcia edukacyjne w klasie szkolnej

Forma organizacyjna: praca indywidualna, praca grupowa

Strategie: operacyjna, emocjonalna

Metody nauczania:

- obserwacyjne: obserwacja zastępczych środków – film
- słowne: dyskusja, inscenizacja sali rozpraw

Środki dydaktyczne: karty pracy, film

Materiały:

- Artykuł: Archacka K (2013). macierzyste część 1 – wprowadzenie. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 1(45):3-7. Dostępny na: <http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?l=english&d=numery&rok=2013&nr=1>

Artykuł: Bauer D, Neska J, Archacka K (2013). Stem Cells. Komórki macierzyste. Część III – komórki macierzyste organizmów dorosłych. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 4(48): 3-10; Dostępny na: <http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?l=english&d=numery&rok=2013&nr=4> fragment programu informacyjnego „Fakty”: <http://www.youtube.com/watch?v=g5j-eBzQpns> [dostęp: 11.01.14]

I. Faza przygotowawcza

Nauczyciel pyta uczniów, czym według nich są komórki macierzyste. Razem, na zasadzie burzy mózgów ustalają definicję, którą następnie zapisują na tablicy. W końcowej fazie zajęć uczniowie oceniają jej trafność.

II. Faza realizacyjna

Prezentacja fragmentu serwisu informacyjnego „Fakty” – reportaż na temat komórek macierzystych.

Nauczyciel rozdaje uczniom karty pracy z zadaniami, które rozwiążą samodzielnie z wykorzystaniem tekstów źródłowych nr 1, 2 – artykuł „Komórki macierzyste część 1 – wprowadzenie”, dr Karolina Archacka, w: „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa”, nr 1(45)/2013, s. 3–7; artykuł „Komórki macierzyste. Część III – komórki macierzyste organizmów dorosłych”, Damian Bauer, Jacek Neska, Karolina Archacka, w: „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa”, nr 4(48)/2013, s. 3–10;

Wspólne sprawdzenie rozwiązań z kart pracy, ewentualna dyskusja zagadnień niejasnych lub kwestii spornych.

Przedstawienie przez nauczyciela odkryć ostatnich kilkudziesięciu lat w dziedzinie inżynierii genetycznej 2005 – nagroda Nobla dla Martina Evans’a w dziedzinie fizjologii lub medycyny za uzyskanie zarodkowych komórek macierzystych.

2007 – uzyskanie po raz pierwszy ludzkich linii komórek macierzystych z niezapłodnionych oocytów, linie te przekształcono później w komórki wątroby.

2010 – wytworzenie sprawnych neuronów z mysich fibroblastów poprzez wprowadzenie do nich trzech genów. W sierpniu 2011 także przeprowadzono podobny zabieg na ludzkich komórkach. Na dalszych etapach przekształcenie mysich fibroblastów w komórki wątroby i mięśnia sercowego oraz ludzkich fibroblastów w komórki hematopoetyczne.

Lipiec 2011 – w Science ogłoszono zidentyfikowanie markerów ułatwiających znalezienie komórek macierzystych krwi.

Październik 2011 – uzyskano pierwsze ludzkie komórki macierzyste ze sklonowanego ludzkiego embrionu. Również w tym miesiącu Trybunał Sprawiedliwości Unii Europejskiej zakazał patentowania metody pozyskiwania ESC, jeśli prowadzi ona do śmierci zarodka.

Styczeń 2012 – Południowokoreańska Agencja ds. Leków jako pierwsza na świecie dopuściła do sprzedaży lek z ludzkimi komórkami macierzystymi.

Luty 2012 – odkryto, że komórki raka piersi po poddaniu ich radioterapii przekształciły się w nowotworowe komórki macierzyste, które były od nich bardziej odporne i złośliwe.

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Kom%C3%B3rki_macierzyste

Podział klasy na dwie grupy ze względu na ich opinię na temat komórek macierzystych. Przed podziałem na grupy nauczyciel wybiera lub też uczniowie zgłaszają się do roli sędziego. Sędzia powinien zachować bezstronność, a więc nie uczestniczy w pracach grup. Może przygotowywać się do swojej roli czytając dodatkową literaturę na temat komórek macierzystych (np. część II serii w „Edukacji Biologicznej i Środowiskowej”).

Uwaga. Jeżeli okaże się, że cała klasa jest za lub przeciw pozyskiwaniu i stosowaniu w medycynie komórek macierzystych, podział przestaje być aktualny (nie można uczniów stawiać w sytuacji, kiedy będą świadczyć wbrew swoim przekonaniom). W takiej sytuacji możliwym rozwiązaniem jest wcielenie się nauczyciela w rolę oponenta.

Grupa I – zwolennicy, z tej grupy będzie wybrany adwokat, broniący komórek macierzystych.

Grupa II – przeciwnicy, z tej grupy będzie wybrany prokurator, oskarżający komórki macierzyste.

Grupy przygotowują argumenty dla poparcia swojego stanowiska, które następnie na forum klasy w formie mowy końcowej przedstawią wytypowani prokurator oraz adwokat. Po przedstawieniu wszystkich „za” i „przeciw” sąd ogłasza werdykt.

Przykładowy przebieg

Stanowisko prokuratora: Komórki macierzyste dają duże szanse w leczeniu różnych chorób – to sformułowanie które można przeczytać w wielu pracach na ten temat. Potwierdzają to testy wykonywane nie tylko na zwierzętach, ale także na ludziach czego jesteśmy absolutnymi przeciwnikami. W większości przypadków również na płodach, co jest kolejnym źródłem sporów natury moralnej. Czytamy też, że niektóre z komórek macierzystych są totipotencjalne czyli zdolne do przekształcenia we wszystkie rodzaje tkanek i narządów. Nasuwa się pytanie, czy nie jest to pierwszy krok do klonowania człowieka? Wiedza na ten temat, znajdująca się w niewłaściwych rękach (a właściwie głowach) może prowadzić do poważnych konsekwencji. Ogromne zainteresowanie budzą komórki macierzyste pobrane z krwi pępowinowej, mają one większe zdolności do podziałów oraz łatwiej ulegają przekształceniu w komórki wyspecjalizowane. Tak więc można je pobrać przy porodzie i wykorzystać w sytuacji, gdy rodzące się dziecko będzie potrzebowało interwencji medycznej. Nie ulega wątpliwości, że jest to właściwe i prawidłowe zachowywanie komórek z krwi pępowinowej do leczenia w przyszłości dziecka które się urodziło za pomocą wykorzystania jego komórek macierzystych. Ale jest niedopuszczalna inna sytuacja polegająca na poczęciu dziecka specjalnie po to, by uzyskać komórki macierzyste do leczenia starszego rodzeństwa. To kolejny aspekt uderzający w naszą sferę etyczną, bo czy kosztem jednego życia można leczyć drugie? Ponadto krew pępowinową można zachować w specjalnym banku, na wypadek wystąpienia w przyszłości choroby lub wypadku. Jest to jednak bardzo kosztowne, więc możliwość korzystania z nich będą mieli tylko najbogatsi ludzie. Zazwyczaj informacje na ten temat przekazywane są parom, które oczekują dziecka, przez co ich dążenia do zabezpieczenia przyszłości potomka są jak największe. Uważamy za nieetyczne snucie wizji choroby dziecka przed rodzicami w tak radosnym momencie ich życia. Istnieją granice ingerencji nauki w naturę. Dla nas ową granicą jest hodowanie w warunkach in vitro części ludzkiego ciała. Po analizie przedstawionego materiału dowodowego, stawiam zarzut komórkom macierzystym: wykorzystywanie komórek macierzystych wiąże się w dużym stopniu z problemami etycznymi i nie zawsze jest skuteczne w leczeniu, stwierdzam, że ich hodowla poza ustrojem i stosowanie w medycynie powinno być ograniczone do minimum nie budzącego zastrzeżeń natury moralnej.

Stanowisko adwokata: Dowiedzieliśmy się, że komórki macierzyste mają wyjątkowe właściwości w porównaniu do innych komórek organizmu. Są zdolne zarówno do samoodnawiania własnej populacji, jak i różnicowania się w wyspecjalizowane komórki. Ze względu na te właściwości komórki macierzyste odgrywają kluczową rolę w procesach rozwoju zarodkowego i płodowego, podczas wzrostu organizmu, a także odpowiadają za regenerację tkanek u dorosłych osobników. Podczas rozwoju organizmu dochodzi do stopniowej specjalizacji budujących go komórek, dzięki czemu mogą one pełnić określone funkcje, np. neurony odpowiadają za przenoszenie impulsów nerwowych, a czerwone krwinki za transport tlenu w organizmie. Stopniowej specjalizacji komórek najczęściej towarzyszy ograniczenie lub utrata zdolności do podziałów komórkowych, określana także jako zdolność do proliferacji. O komórkach macierzystych, nawet tych obecnych w dorosłych organizmach, mówi się, że zachowują niezróżnicowany charakter i zdolność do samoodnawiania. Oznacza to, że w wyniku podziałów komórek macierzystych mogą powstać takie same niezróżnicowane komórki, potwierdzeniem tego faktu jest materiał dowodowy przygotowany przez dr Karolinę Archacką – schemat dotyczący właściwości komórek macierzystych w źródle: „Komórki macierzyste część 1 – wprowadzenie”, dr Karolina Archacka, w: „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa” nr 1(45)/2013, s. 3–7. Następnym argumentem w materiale dowodowym tejże osoby jest zwrócenie uwagi na drugą właściwość komórek macierzystych – ich zdolność do przekształcania się w wyspecjalizowane komórki, określana jako potencjał komórek macierzystych do różnicowania się. Pozwolę sobie przedstawić ryc. 1 z tekstu źródłowego, która dotyczy omawianych zagadnień. Po zapoznaniu się z przedstawionym schematem, można stwierdzić, że zdolność komórek macierzystych do samoodnawiania się jest niezbędna do utrzymania ich puli w organizmie na odpowiednim poziomie. Na zdjęciu A widoczne są kolonie zarodkowych komórek macierzystych powstałe w wyniku ich szybkich podziałów. Dzięki zdolności komórek macierzystych do różnicowania się powstają różne rodzaje wyspecjalizowanych komórek budujących tkanki i narządy organizmu, np. serce (zdjęcie B) czy śledzionę (zdjęcie C).

Zasadnym jest postawienie pytania:

Na czym polega rola komórek macierzystych w dorosłych organizmach?

Odpowiedź można znaleźć w materiale źródłowym wymienionej wcześniej dr Karoliny Archackiej – „Komórki macierzyste część 1 – wprowadzenie” w czasopiśmie „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa” nr 1(45)/2013, s. 3–7, czytamy:

Komórki macierzyste obecne w dorosłych organizmach znajdują się zwykle w tzw. stanie uśpionia, co oznacza, że nie dzielą się i pozostają nieaktywne metabolicznie. Jeśli jednak dana tkanka czy narząd zostaną uszkodzone, komórki macierzyste ulegają aktywacji. Uszkodzenie tkanki lub narządu może być spowodowane czynnikami mechanicznymi, termicznymi, chemicznymi, a także rozwojem choroby. W takiej sytuacji komórki macierzyste rozpoczynają podziały komórkowe, tworząc nowe komórki macierzyste lub przekształcając się w wyspecjalizowane komórki budujące daną tkankę lub narząd. Dzięki temu uszkodzona tkanka lub narząd mogą zostać stopniowo odbudowane i odzyskać, przynajmniej w części, swoje właściwości. Proces ten określany jest jako regeneracja tkanek/narządów. Odnowienie puli komórek macierzystych zlokalizowanych w danej tkance czy narządzie umożliwia zajęcie kolejnej rundy regeneracji, jeśli dojdzie do ponownego uszkodzenia lub postępu w rozwoju choroby.

Komórki macierzyste są obecne w wielu tkankach i narządach dorosłych organizmów. U człowieka obecność komórek macierzystych stwierdzono m.in. w mózgu, rogówce oka, szpiku kostnym, mięśniach szkieletowych, jelicie, wątrobie, naskórku oraz tkance tłuszczowej. Jednym z proponowanych sposobów leczenia chorób degeneracyjnych jest transplantacja komórek macierzystych pochodzących z tkanek i narządów dorosłych organizmów. Transplantacja komórek macierzystych jest już z powodzeniem stosowana w leczeniu chorób, np. chorób hematologicznych, takich jak białaczka czy niedokrwistość aplastyczna, którą można wyleczyć przeprowadzając zabieg powszechnie znany jako przeszczep szpiku kostnego. Pamiętajmy, że to właśnie szpik kostny był pierwszym poznany rezerwuarem komórek macierzystych dorosłych organizmów. Dystrofie mięśniowe, podobnie jak wiele innych chorób degeneracyjnych, pozostają nieuleczalne. Duże nadzieje wiąże się z możliwością potencjalnego wykorzystania komórek macierzystych w terapii tych chorób. Warto postawić pytanie:

Jakie jest zastosowanie komórek macierzystych dorosłych organizmów w medycynie?

Do chorób tych należą m.in. choroba Parkinsona, cukrzyca, a także wspomniane już dystrofie mięśniowe, które pozostają nieuleczalne. Jednym z proponowanych sposobów leczenia chorób degeneracyjnych jest transplantacja komórek macierzystych pochodzących z tkanek i narządów dorosłych organizmów.

Czy potrafimy sobie wyobrazić świat bez nowotworów, chorób na tle neurologicznym czy wreszcie bez ludzi na wózkach inwalidzkich? Zdaję sobie sprawę, że przy dzisiejszym stanie wiedzy medycznej jest to jeszcze trudne, ale jednak nie niemożliwe. Nauka idzie do przodu i to bardzo dobrze, bo dzięki jej rozwojowi nasz gatunek przetrwał chociażby atak ciągle mutującego wirusa grypy. Właściwości antybiotyków nie byłibyśmy w stanie badać bez testów na zwierzętach, a także na człowieku, a przecież bez odpowiednich antybiotyków niemożliwe byłoby leczenie większości chorób zakaźnych. Teraz nadeszła kolej na komórki macierzyste, są one szansą na uporanie się ludzkości z większością chorób powodujących w dzisiejszych czasach najwięcej zgonów. Jesteśmy zwolennikami poglądu, iż embrion staje się człowiekiem w momencie wykształcenia układu nerwowego i zdolności do wszelkich przejawów odczuwania. Także pobieranie komórek macierzystych we wczesnym stadium embrionalnym, nie jest zabijaniem człowieka na korzyść innego, bo nie można mówić skupisku komórek zarodkowych jako o człowieku. Nie snujmy także planów o klonowaniu człowieka, bo do tak dalekiego postępu jeszcze nie doszliśmy i nie wiadomo czy kiedykolwiek nam się to uda. Co innego, jeśli mowa o poszczególnych organach – komórki macierzyste stwarzają szansę na wyleczenie większości obecnie nieuleczalnych schorzeń. Wyobraźmy sobie, że w przypadku niewydolności nerek pacjenci nie musieliby przechodzić długotrwałych dializ lub latami wyczekiwać na przeszczep. Możliwe byłoby „wyprodukowanie” nerki, która miałaby stuprocentową zgodność tkankową z biorcą. Kwestia banków komórek macierzystych z krwi pępowinowej także jest otwarta, na razie jest to kosztowna forma przechowywania, ale wraz ze wzrostem zainteresowania społeczeństwa, spadnie cena. Być może dożyjemy chwili kiedy ich pobieranie będzie tak naturalne jak wykonywanie badań noworodków po porodzie. Życzymy tego sobie i wszystkim ludziom w jak najbliższej przyszłości.

Stanowisko sędziego:

[Sędzia podejmuje niezawisłą decyzję w sprawie hodowania poza ustrojem i wykorzystywania w medycynie komórek macierzystych na podstawie analizy argumentów przedstawionych przez oskarżyciela i obrońcę. Uzasadnia swoje stanowisko i przedstawia możliwą drogę odwoławczą od postanowienia/wyroku].

III. Faza podsumowująca

Nauczyciel podsumowuje zajęcia wracając do opracowanej wspólnie z uczniami na początku lekcji definicji komórek macierzystych. Po zdobyciu przez nich na zajęciach nowych informacji, modyfikują ją wspólnie lub pozostawiają bez zmian, jeżeli nadal uważają, że jest ona słuszna.

Zadanie pracy domowej. Zadaniem ucznia jest odnalezienie, przy wykorzystaniu dowolnego źródła wiarygodnej informacji, i opisanie w zeszycie przedmiotowym wybranego sposobu izolacji i hodowli komórek macierzystych.

Materiały

- Artykuł: Archacka K (2013). macierzyste część 1 – wprowadzenie. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 1(45):3-7. Dostępny na: <http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?l=english&d=numery&rok=2013&nr=1>
- Artykuł: Bauer D, Neska J, Archacka K (2013). Stem Cells. Komórki macierzyste. Część III – komórki macierzyste organizmów dorosłych. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 4(48): 3-10; Dostępny na: <http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?l=english&d=numery&rok=2013&nr=4>
- fragment programu informacyjnego „Fakty”: <http://www.youtube.com/watch?v=g5j-eBzQpns> [dostęp: 11.01.14]

Załącznik nr 1. Karta pracy ucznia – komórki macierzyste

Zad. 1. W jaki sposób komórki macierzyste mogą być wykorzystane w medycynie?

.....

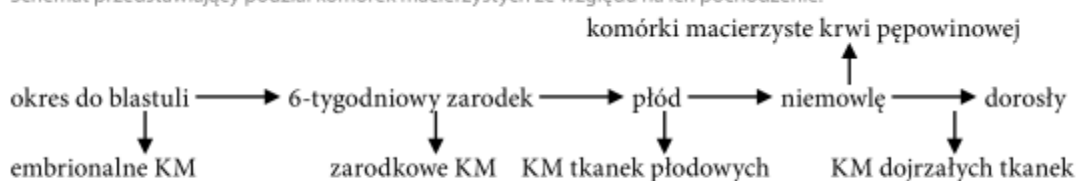
.....

.....

.....

.....

Schemat przedstawiający podział komórek macierzystych ze względu na ich pochodzenie.



Źródło: Postępy higieny i medycyny doświadczalnej. <http://www.phmd.pl/fulltexthtml.php?ICID=915330>

Zad. 2. Przyporządkuj definicję, do odpowiedniego typu komórek macierzystych.

- 1 – komórki totipotencjalne –
- 2 – komórki pluripotencjalne –
- 3 – komórki multipotencjalne –
- 4 – komórki unipotencjalne –

- a) Zdolne do utworzenia wszystkich rodzajów komórek i tkanek budujących organizm, nie tworzą jednak struktur pozazarodkowych.
- b) Mogą z nich powstać wszystkie rodzaje komórek i tkanek budujących organizm, a także struktury pozazarodkowe, tj. błony płodowe czy łożysko.

- c) Mają najbardziej ograniczony potencjał, przekształcają się tylko w jeden rodzaj wyspecjalizowanych komórek.
- d) Zdolne do przekształcania się w różne rodzaje komórek, ale mających wspólne pochodzenie, czyli wywodzące się z jednego listka zarodkowego.

Zad. 3. Wyjaśnij jaka jest rola komórek macierzystych w dorosłych organizmach?

.....
.....
.....
.....

Zad. 4. Analizując ryc. 3 i ryc. 4 z tekstu źródłowego nr 2 wskaż lokalizację występowania komórek u dorosłych organizmów.

.....
.....
.....
.....

Załącznik nr 1. Karta pracy ucznia – komórki macierzyste (odpowiedzi)

Zad. 1. W jaki sposób komórki macierzyste mogą być wykorzystane w medycynie?

Według mnie komórki macierzyste mogą zostać wykorzystane w różny sposób w medycynie. Przede wszystkim znajdują one swoje zastosowanie w medycynie, dzięki zdolności do przekształcania się w różnego rodzaju komórki umożliwiają leczenie wielu chorób np. hematologicznych takich jak białaczka czy niedokrwistości aplastyczna. Mogą pomóc nawet w odbudowie całych organów, przez co tak dużą rolę odnajdują w transplantologii. Ich właściwości często zostają wykorzystane w kosmetologii. Innym przykładem udanego wykorzystania komórek macierzystych w medycynie jest przeszczepianie komórek macierzystych rąbka rogówki, które umożliwiają odzyskanie zdolności widzenia. Ponadto mezenchymalne komórki macierzyste (MSC) wykorzystuje się w ortopedii i chirurgii.

Zad. 2. Przyporządkuj definicję, do odpowiedniego typu komórek macierzystych.

- 1 – komórki totipotencjalne – b
- 2 – komórki pluripotencjalne – a
- 3 – komórki multipotencjalne – d
- 4 – komórki unipotencjalne – c

Zad. 3. Wyjaśnij jaka jest rola komórek macierzystych w dorosłych organizmach?

Uśpione w normalnych warunkach komórki macierzyste ulegają aktywacji kiedy narząd lub tkanka ulegną uszkodzeniu. Rozpoczynają wtedy intensywne procesy podziałowe, w których wyniku powstają komórki zdolne do przekształcania w dane tkanki bądź narządy, umożliwiając ich regenerację.

Zad. 4. Analizując ryc. 3 i ryc. 4 z tekstu źródłowego nr 2 wskaż lokalizację występowania komórek u dorosłych organizmów.

Komórki te występują w wielu tkankach i narządach dorosłych organizmów. U człowieka obecność komórek macierzystych stwierdzono m.in. w mózgu, rogówce oka, szpiku kostnym, mięśniach szkieletowych, jelicie oraz wątrobie, naskórku, tkance tłuszczowej.