

Bruzdkowanie i implantacja zarodka ludzkiego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Bruzdkowanie i implantacja zarodka ludzkiego

Zamieszczony rysunek Nicolasa Hartsoekera przedstawia miniaturową osobę wewnątrz plemnika. Animakuliści uważali, że w męskim nasieniu znajdują się gotowe miniaturowe istoty, które rozwijają się dzięki pokarmowi zawartemu w jajach. Koncepcja ta, wywodząca się od starożytnych atomistów (np. Lukrecjusza), została rozwinięta w XVIII w.

Źródło: Nicolaas Hartsoeker, 1695, Wikimedia Commons, domena publiczna.

Jeszcze w XVIII w. zwolennicy tzw. preformacji wierzyli, że człowiek powstaje od razu w pełni ukształtowany: rozwój zarodkowy miał polegać jedynie na wzroście całkowicie uformowanego, miniaturowego osobnika, zawartego w plemniku (według animakulistów) lub w jajach (według owulistów). Dopiero w 1875 r. Oscar Hertwig ogłosił, że zapłodnienie jest efektem połączenia plemnika z komórką jajową. Naukowiec ten badał również pierwsze stadia rozwojowe zarodka.

Twoje cele

- Wymienisz etapy rozwoju zarodkowego człowieka.
- Scharakteryzujesz przebieg procesu bruzdkowania.
- Wyjaśnisz, czym jest morula.
- Opiszysz implantację zarodka.

Przeczytaj

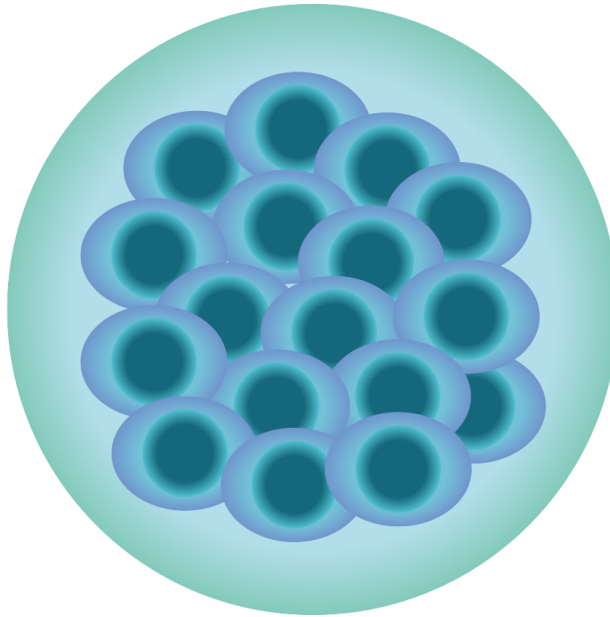
Rzówz zarodkowy przebiega w określonych etapach: [zapłodnienie](#), bruzdkowanie, [gastrulacja](#) (w wyniku której powstają [listki zarodkowe](#), u większości zwierząt trzy), tworzenie się narządów pierwotnych i [organogeneza](#).

Bruzdkowanie

Rzówz zarodkowy człowieka, podobnie jak większości ssaków, przebiega w organizmie matki. Zapłodnienie zachodzi w górnej części jajowodu. Następnie zapłodniona komórka jajowa przechodzi szereg podziałów mitotycznych. Etap ten określany jest jako bruzdkowanie i zaczyna się 30-36 godzin po zapłodnieniu – zarodek składa się wtedy kolejno z 2, 4, 8, 16 itd. [blastomerów](#). Przyjmuje formę grudki komórek (**morula**), która przekształca się w **blastocystę**. Stadium to ma postać pęcherzyka z zagęszczeniem komórek na jednym biegunie tworzącym tzw. **węzeł zarodkowy**. Komórki te różnicują się we właściwy zarodek oraz uczestniczą w wytwarzaniu błon płodowych. Komórka jajowa człowieka zawiera małą ilość żółtka (**jajo oligolecytalne**), które jest rozmieszczone prawie równomiernie (**jajo izolecytalne**). Bruzdkowanie jest całkowite i równomierne. Powstające blastomery są podobnej wielkości.

Morula

Jest to zaawansowane stadium bruzdkowania całkowitego (od 12 do 16 blastomerów), przypominające wyglądem owoc morwy. W stadium moruli może następować fragmentacja zarodka, co prowadzi do [poliembrionii](#). Morula poprzedza wytworzenie jamy blastocysty. W wyniku kolejnych podziałów komórki moruli zaczynają się przemieszczać względem siebie i zagęszczać. Powstają wolne przestrzenie, w których gromadzi się płyn i dochodzi do formowania wypełnionej płynem blastocysty.



Morula.

Źródło: DataBase Center for Life Science (DBCLS), Wikimedia Commons, licencja: CC BY 4.0.

Blastocysta

Blastocysta jest zbudowana z trofoblastu ograniczającego pierwotną jamę blastocysty i węzła zarodkowego. Pierwotna jama ciała (blastocel) to szczelinowata przestrzeń w zarodku, ograniczona blastodermą i wypełniona płynem wydzielanym przez blastomery. W stadium blastocysty następuje u ssaków łożyskowa implantacja zarodka do ściany macicy.

Blastocysta.

Źródło: Database Center for Life Science (DBCLS), Wikimedia Commons, licencja: CC BY 3.0.

Trofoblast to zewnętrzna warstwa komórek zarodka (wyodrębniająca się warstwa płaskich komórek, która tworzy ścianę blastocysty). Staje się pierwszą wyspecjalizowaną tkanką. Odgrywa rolę w zagnieżdżeniu zarodka w macicy, tworzeniu łożyska oraz transporcie substancji przez łożysko.

Węzeł zarodkowy (embrioblast) powstaje z blastomerów wewnętrznych. Jest to część blastocysty, z której powstaje właściwy zarodek. Wyodrębnia się z trofoblastu. Na etapie gastrulacji węzeł zarodkowy różnicuje się na epiblast (warstwa komórek położonych

peryferycznie) i hipoblast (komórki usytuowane pod epiblastem), które razem tworzą tarczę (tarczke) zarodkową.

Implantacja zarodka

Kiedy zarodek osiąga stadium blastocysty, jest zdolny do zagnieżdżenia się w błonie śluzowej macicy (ok. 6 dnia rozwoju zarodkowego). Wówczas w otoczce przejrzystej pojawia się szczelina, przez którą blastocysta może się z niej wydostać. Komórki zarodka wysyłają sygnały białkowe do komórek, co zapoczątkowuje proces implantacji. W trakcie tego procesu trofoblasty wytwarzają kosmki, które wnikają w ścianę macicy, aż dotrą do jej zrębu i utworzą połączenie z macicznymi naczyniami krwionośnymi, zapewniając zarodkowi dopływ substancji odżywczych i tlenu.

W tym czasie węzeł zarodkowy przekształca się w **tarczę zarodkową** – w niej przebiega gastrulacja i wytwarzają się **trzy listki zarodkowe** (między 11, a 19 dniem rozwoju zarodkowego). Jednocześnie z implantacją i tworzeniem się narządów pierwotnych, m.in. cewki nerwowej i jelita pierwotnego, powstają **blony płodowe**.

Schemat przedstawiający owulację (uwolnienie komórki jajowej do światła pęcherzyka), zapłodnienie, bruzdkowanie (podziały mitotyczne komórki jajowej) i implantację zarodka w ścianie macicy.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

blastomery

komórki zarodka powstałe w wyniku bruzdkowania, od stadium pierwszego podziału poprzez stadium czterech blastomerów, ośmiu blastomerów itd. i stadium moruli do stadium blastuli; jednocześnie komórki budujące blastocystę

endometrium

błona śluzowa macicy ssaków

gastrulacja

proces przejścia w rozwoju zarodkowym zwierząt i człowieka od stadium jednowarstwowego (blastocysty) do stadium dwu- lub trzywarstwowego (gastruli) – wytworzenia listków zarodkowych

organogeneza

tworzenie się i rozwój narządów w trakcie rozwoju zarodkowego; w wyniku stopniowego różnicowania i przemieszczania się komórek pochodzących ze wszystkich trzech listków zarodkowych powstają ostateczne narządy dojrzałego osobnika

plodowe błony

błony otaczające zarodek: owodnia, omocznia, kosmówka (współtworząca łożysko) oraz pęcherzyk żółtkowy; z zarodkiem są połączone pępowiną; powstają z pozazarodkowych części listków zarodkowych; zapewniają zarodkowi swobodne, wodne środowisko rozwoju, chroniące przed wysychaniem i urazami oraz pośredniczą w pobieraniu substancji odżywczych z organizmu matki

poliembrionia

wielozarodkowość; rozwój więcej niż jednego zarodka z pojedynczej zygoty; u ludzi prowadzi do narodzin bliźniąt jednojajowych

zapłodnienie

fertylizacja; w przebiegu rozmnażania płciowego połączenie gamety żeńskiej (komórki jajowej) i męskiej (plemnika) w jedną komórkę, zwaną zygotą, która daje początek nowemu organizmowi

zarodkowe listki

warstwy komórek pojawiające się we wczesnym rozwoju zarodkowym na etapie gastrulacji i przekształcające się w dalszym rozwoju w tkanki i narządy

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Schemat procesu bruzdkowania.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na powyższej grafice przedstawiono etapy bruzdkowania. Rozpoczynając od komórki jajowej, przeanalizuj schemat. Określ, w którym miejscu na grafice zachodzi implantacja zarodka.

Polecenie 2

Określ, jaki rodzaj podziałów – mitotyczne czy mejotyczne – występuje w procesie powstawania blastocysty, i uzasadnij swój wybór.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz poniższe nazwy procesów z odpowiadającymi im definicjami.

Zapłodnienie

Połączenie gamet (komórki jajowej i plemnika) w jedną komórkę (zygotę), która daje początek nowemu organizmowi

Bruzdkowanie

Seria mitotycznych podziałów zapłodnionej komórki jajowej.

Implantacja

Zagnieżdżenie rozwijającego się zarodka w błonie śluzowej macicy.

Ćwiczenie 2



Zaznacz lokalizacje, w których implantacja zarodka doprowadzi do powstania tzw. ciąży ektopowej (pozamaciczej).

☐ Jajnik

☐ Jama macicy

☐ Szyjka macicy

☐ Bańka jajowodu

Ćwiczenie 3



Źródło: Nina Sesina, licencja: CC BY-SA 4.0.



Ćwiczenie 4



Oceń, czy poniższe sformułowania są prawdziwe czy fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Implantacja to proces wnikania uformowanej blastocysty do endometrium macicy, zachodzący między 6. a 12. dniem ontogenezy.	☐	☐
Poliembrionia to specyficzny typ rozmnażania płciowego zwierząt i roślin polegający na powstaniu z jednej komórki płciowej dwóch lub więcej osobników potomnych.	☐	☐
Gatunek ludzki jest typowym przykładem zwierząt dwuwarstwowych, których rozwój dochodzi do etapu blastocysty i na nim się kończy.	☐	☐

Ćwiczenie 5



Rozwiąż krzyżówkę. Wyróżnione litery utworzą rozwiązanie.



1.																			
2.																			
3.																			
4.																			
5.																			
6.																			

1. Zagnieżdżenie się zapłodnionego jaja ssaków w nabłonku macicy.
2. Komórki zarodkowe powstające w procesie bruzdkowania.
3. Zjawisko rozwoju więcej niż jednego zarodka z pojedynczej zygoty.
4. Etap rozwoju zarodkowego następujący po bruzdkowaniu, w którym dochodzi do wytworzenia listków zarodkowych.
5. Inaczej zapłodnienie.
6. Stadium cyklu miesięczkowego, w trakcie którego dochodzi do uwolnienia do jajowodu oocyta II rzędu.

Wyjaśnij, co oznacza otrzymane hasło.

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania.

W procesie fertylizacji implantacji do komórki jajowej wnika jedynie główka plemnika, witka pozostaje na zewnątrz. Jądro plemnika łączy się z jądrem komórki jajowej, tworząc zygotę blastomer – strukturę zawierającą podwójną (diploidalną haploidalną) liczbę chromosomów (46), w której materiale genetycznym zapisane są wszystkie informacje dotyczące przyszłego dziecka, m.in. jego płeć. Płeć dziecka jest zdeterminowana rodzajem plemnika, który wniknie do komórki jajowej. Jeśli do komórki jajowej dostanie się plemnik z chromosomem X Y, dziecko będzie miało płeć żeńską, a jeśli Y X, dziecko będzie płci męskiej. Pierwszy podział mitotyczny zygoty zachodzi po około 15 30 godzinach od zapłodnienia. Następne podziały prowadzą do powstania struktury złożonej z około 64 16 komórek, czyli moruli gastruli. W stadium tym zaczyna dochodzić do organizacji i biegunowego dośrodkowego przemieszczania się komórek, co prowadzi do powstania gastruli blastocysty. W stadium blastocysty dochodzi do zagnieżdżenia kapacytacji zarodka w jamie macicy.

Źródło: B. Barczyński, *Poczęcie dziecka*, [w:] portal „Medycyna praktyczna dla pacjentów” (www.mp.pl).

Ćwiczenie 7



“ Zygota dzieli się na dwie komórki (nazywane na tym etapie blastomerami), potem na cztery, potem na osiem – jest to wzrost wykładniczy. Kiedy blastomerów jest około szesnaście, a zarodek jest już morułą, komórki zaczynają się kompaktować (zachodzi kompaktacja, czyli zagęszczenie komórek przez ich dalsze podziały). Następnie, po kolejnych podziałach, moruła zaczyna formować wypełnioną płynem blastocystę, zróżnicowaną coraz wyraźniej na wspomniany wyżej trofoblast i embrioblast (węzeł zarodkowy). Komórki znajdujące się wewnątrz będą tworzyć ten drugi, pierwszy natomiast powstanie z komórek zewnętrznych [...]

Źródło: Ł. Sakowski, *Embriologia „dla zabieganych”, czyli jak zrozumieć podstawy embriologii*, [w:] portal „To tylko teoria” (www.totylkoteoria.pl).

Na podstawie fragmentu artykułu oraz własnej wiedzy opisz, jakie zmiany zachodzą w trakcie przekształcania się moruli w blastocystę.



“ Między 6 a 7 dniem od zapłodnienia, po zaniku osłonki przejrzystej, dochodzi do zagnieżdżenia (implantacji) jaja płodowego w jamie macicy. Enzymy proteolityczne wytwarzane przez trofoblast ułatwiają wnikanie blastocysty w błonę śluzową trzonu macicy, najczęściej na jego górnej, przedniej lub tylnej ścianie. Pod wpływem progesteronu endometrium przeistacza się w doczesną, co ułatwia zarodkowi pozyskiwanie substancji odżywczych.

Źródło: G. H. Bręborowicz, *Położnictwo i ginekologia*, t.1, PZWL, Warszawa 2020, str. 5.

Wiedząc, że doczesna jest rozpulchnioną błoną śluzową macicy, określ, dlaczego w wyniku niedoboru progesteronu u kobiety zarodek nie będzie w stanie prawidłowo się zaimplantować i rozwijać. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Bruzdkowanie i implantacja zarodka ludzkiego

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

10. Rozmnażanie i rozwój. Uczeń:

9) przedstawia etapy ontogenezy, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

9) Rozmnażanie i rozwój. Uczeń:

r) przedstawia etapy ontogenezy człowieka, uwzględniając skutki wydłużającego się okresu starości.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Wymienisz etapy rozwoju zarodkowego człowieka.
- Scharakteryzujesz przebieg procesu bruzdkowania.
- Wyjaśnisz, czym jest morula.
- Opiszesz implantację zarodka.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- linia czasu.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- arkusze A3 z narysowaną linią czasu.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Bruzdkowanie i implantacja zarodka ludzkiego”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 6 (polegającego na uzupełnieniu tekstu na temat fertylizacji prawidłowymi sformułowaniami) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy lub za pomocą rzutnika zawartość sekcji „Wprowadzenie”. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają cele lekcji i określają kryteria sukcesu.
2. **Rozmowa wprowadzająca.** Nauczyciel zapisuje na tablicy następujące pytania:
 - Na jakie etapy dzieli się rozwój zarodkowy człowieka?
 - Jak przebiega proces bruzdkowania?
 - Jak przebiega implantacja zarodka?Uczniowie, pracując w parach, wspólnie przygotowują odpowiedzi na zadane pytania. Chętni wypowiadają się na forum klasy. Nauczyciel podsumowuje odpowiedzi uczniów.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Jeśli nauczyciel uzna, że przygotowanie uczniów jest niewystarczające, prosi ich o zapoznanie się z treścią z sekcji „Przeczytaj”. Następnie uczniowie omawiają stadia bruzdkowania, wykorzystując ilustracje z e-materiału wyeksponowane na tablicy interaktywnej.
2. **Linia czasu.** Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy. Każda z grup ma za zadanie opisać za pomocą linii czasu etapy bruzdkowania. Następnie grupy prezentują swoje linie czasu.
3. **Praca z grafiką interaktywną pt. „Schemat procesu bruzdkowania”.** Uczniowie zapoznają się z grafiką interaktywną. Nauczyciel czyta polecenie nr 2 („Zastanów się i określ, jaki rodzaj podziałów – mitotyczne czy mejotyczne – występuje w procesie powstawania blastocysty”) i prosi uczniów, aby wykonali je w parach. Następnie wybrana osoba prezentuje propozycję odpowiedzi, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia ją, udziela też uczniom informacji zwrotnej.
4. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenia interaktywne nr 7 i 8, dotyczące rodzajów poliembriologii oraz roli trofoblastu, a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie indywidualnie rozwiązują krzyżówkę (ćwiczenie nr 5).
2. Nauczyciel wyświetla temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”, podsumowuje omawiany na lekcji materiał, wyjaśnia wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 4 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania grafiki interaktywnej:

- Grafikę interaktywną można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy uczniów.