Przebieg i znaczenie gastrulacji w rozwoju zarodkowym człowieka

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Grafika interaktywna
- Dla nauczyciela

Przebieg i znaczenie gastrulacji w rozwoju zarodkowym człowieka

W procesie gastrulacji w zarodku ludzkim tworzą się trzy listki zarodkowe: ektoderma, mezoderma i endoderma.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY 3.0.

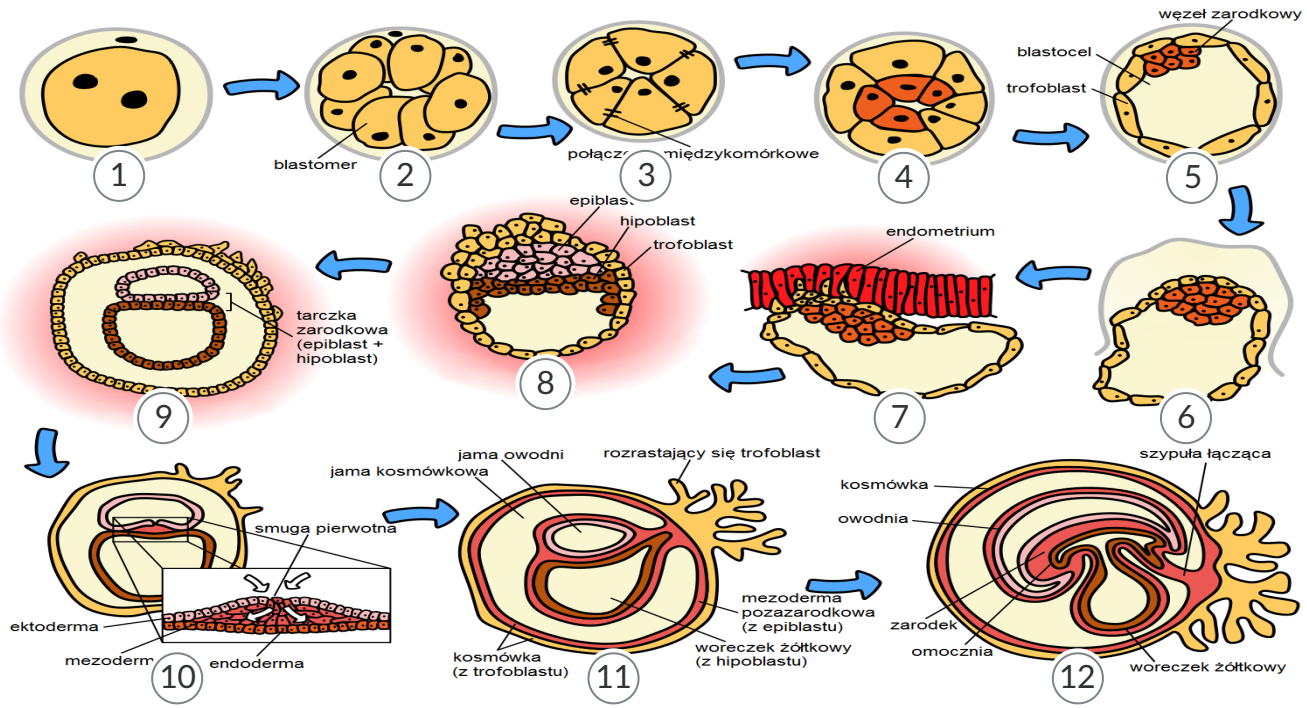
W rozwoju zarodkowym człowieka (zwanym **embriogenezą**) można wyróżnić kilka głównych etapów. Zygota, powstająca po zapłodnieniu, ulega bruzdkowaniu, czyli serii podziałów komórkowych, których końcowym efektem jest powstanie stadium blastuli. Ulega ona implantacji w endometrium macicy. W tym momencie rozpoczyna się drugi, niezwykle istotny etap – gastrulacja. Głównym celem gastrulacji jest odpowiednie grupowanie komórek, które dają początek listkom zarodkowym: ektodermie, endodermie i mezodermie. To z nich powstaną wszystkie tkanki naszego ciała.

> **Twoje cele**
>
> - Wyjaśnisz pojęcie gastrulacji.
> - Przeanalizujesz, w jaki sposób przebiega gastrulacja.
> - Wykażesz różnice między listkami zarodkowymi: ektodermą, mezodermą i endodermą.

Przeczytaj

Rozwój zarodkowy człowieka rozpoczyna się w momencie **zapłodnienia** – gdy komórka jajowa połączy się z plemnikiem. Pierwszym jego etapem jest **bruzdkowanie**, czyli seria mitotycznych podziałów na coraz mniejsze komórki, w wyniku którego powstaje blastocysta.

Gdy blastocysta dotrze przez jajowód do macicy, zagłębia się w błonę śluzową (ok. 6. dnia rozwoju zarodkowego) i zagnieżdża (implantuje). Węzeł zarodkowy przekształca się w tym czasie w tarczkę zarodkową, w której przebiega **gastrulacja** (od 11. do 19. dnia rozwoju zarodkowego). Jednocześnie z implantacją i tworzeniem się narządów pierwotnych, m.in. cewki nerwowej i jelita pierwotnego, powstają błony płodowe. W czasie powstawania narządów pierwotnych zarodek zwija się w formę wałka rozszerzonego w miejscu zawiązka głowy.



1

Dzień 1

Zapłodnienie.

2

Dzień 2

Bruzdkowanie, czyli seria mitotycznych podziałów na coraz mniejsze komórki. Masa i wielkość zarodka nie zmieniają się. W wyniku tego procesu powstaje **blastocysta**.

3

Dzień 3

4

Dzień 4

Komórki zaczynają się różnicować.

5

Dzień 5

Powstaje blastocel (jama blastocysty) oraz węzeł zarodkowy.

6

Dzień 6

7

Dzień 7

Implantacja zarodka w ścianie macicy.

8

Dzień 9

Pierwsza faza gastrulacji: z komórek węzła zarodkowego powstają epiblast i hipoblast.

9

Dzień 12

Mniej więcej 10. lub 11. dnia zaczynają się tworzyć błony płodowe. Z epiblastu i hipoblastu powstaje tarczka zarodkowa.

10

Dzień 13

Rozpoczyna się **druga faza gastrulacji**, w wyniku której powstanie trójwarstwowy zarodek (ektoderma, endoderma, mezoderema) z czterema błonami płodowymi.

11

Dzień 18

Rozrost mezodermy.

12

Dzień 23

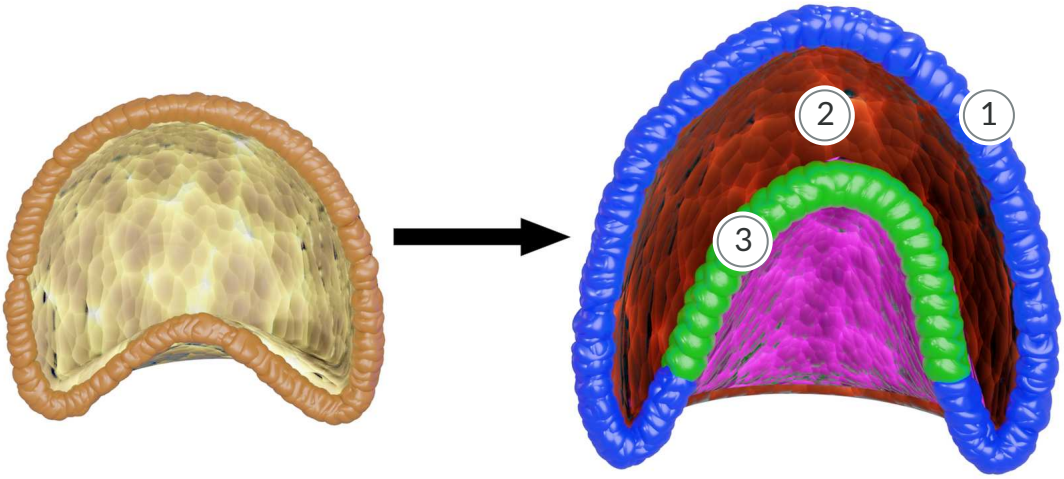
Rozrost błon płodowych: kosmówki, owodni, omoczni i woreczka żółtkowego.

Pierwsze tygodnie rozwoju zarodkowego człowieka.
Źródło: Zephyris, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Gastrulacja

Gastrulacja to proces przejścia w rozwoju zarodkowym od stadium jednowarstwowego (blastocysty) do stadium trzywarstwowego (**gastruli**). Wytwarzają się wówczas trzy **listki zarodkowe** – warstwy komórek przekształcające się w dalszym rozwoju w tkanki i narządy. Proces ten polega na przemieszczaniu się komórek z powierzchni zarodka do jego wnętrza (ruchy morfogenetyczne), gdzie układają się w sposób ułatwiający organogenezę.

Przesuwające się komórki podlegają indukcji embriologicznej – oznacza to, że pewne części zarodka, zwane organizatorami (induktorami), mają wpływ na sąsiednie komórki lub tkanki, warunkując ich rozwój w określone narządy.



1

Ektoderma

2

Mezoderma

3

Endoderma

Po lewej stronie blastula, po prawej – gastrula.

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

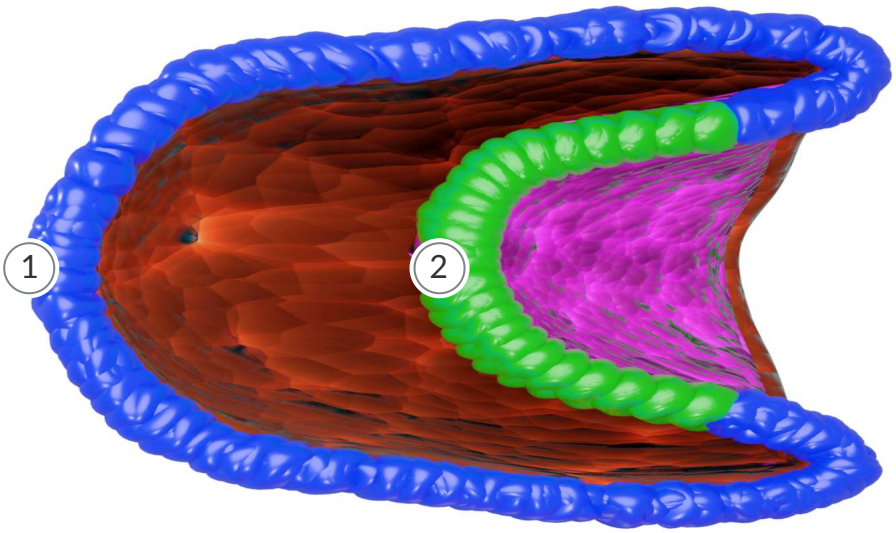
W pierwszej fazie gastrulacji wytwarzają się dwie warstwy: hipoblast (wewnętrzna) i epiblast (zewnętrzna), a w następnej fazie – trzy listki zarodkowe: ektoderma, mezoderma i endoderma.

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

Efektem gastrulacji u człowieka jest powstanie trójwarstwowego zarodka, którego trzy listki zarodkowe (endoderma, ektoderma i mezoderma) dadzą początek wszystkim tkankom organizmu.

Ektoderma

Ektoderma stanowi zewnętrzną warstwę komórek zarodka w stadium gastruli. W kolejnych stadiach embriogenezy różnicuje się na ektodermę powierzchniową i neuroektodermę. **Neuroektoderma** różnicuje się na cewkę nerwową i grzebienie nerwowe.



1

Ektoderma

2

Endoderma

Przekrój podłużny gastruli.

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

Mezoderma

Mezoderma stanowi środkową warstwę komórek zarodka, leżącą między ekto- i endodermą. Tworzy się pod koniec gastrulacji przez migrację komórek smugi pierwotnej. Pochodzenia mezodermalnego są m.in.: układ krwionośny, układ wydalniczy, układ kostny, mięśnie, somatyczne części gonad.

1

Struna grzbietowa

2

Cewka nerwowa

3

Mezoderma

4

Endoderma

5

Ektoderma

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

Endoderma (entoderma)

Endoderma stanowi wewnętrzną warstwę komórek zarodka w stadium gastruli. W dalszej embriogenezie tworzy się jelito pierwotne, które dzieli się na jelito przednie, środkowe i tylne.

Ciekawostka

W blastocyście znajduje się węzeł zarodkowy, który zawiera tzw. **komórki pluripotentne** – mogą one różnicować się w każdy typ komórek dorosłego organizmu z wyjątkiem komórek łożyska. Podczas kolejnych etapów rozwoju zarodka powstają z nich pierwsze tkanki – listki zarodkowe. To właśnie z komórek węzła zarodkowego, w badaniach na myszach, uzyskano pierwsze zarodkowe komórki macierzyste, które potencjalnie mogą zróżnicować się w komórki każdego rodzaju. Choć do praktycznego zastosowania ludzkich komórek macierzystych jest jeszcze daleko, wiąże się z nimi duże nadzieje w leczeniu chorób wynikających z zaburzeń funkcjonowania określonych tkanek, takich jak choroby nowotworowe, choroba Parkinsona czy cukrzyca.

Słownik

blastocysta

stadium rozwoju zarodkowego, powstaje w wyniku bruzdkowania; jest zbudowana z trofoblastu ograniczającego jamę blastocysty (**blastocel**) i węzła zarodkowego; w stadium blastocysty następuje implantacja zarodka do ściany macicy

blastoderma

powstająca w wyniku bruzdkowania warstwa komórek nabłonkowych pokrywających pęcherzyk blastocysty

cewka nerwowa

inaczej cewa nerwowa; zawiązek układu nerwowego u zarodków; cewkowata struktura oddzielająca się od ektodermy ponad zawiązkiem struny grzbietowej; tworzy się w procesie neurulacji przez zapadnięcie się ektodermy wzdłuż osi zarodka w jego grzbietowej części (stadium rynienki nerwowej) oraz zamknięcie jej brzegów; wewnątrz cewki nerwowej jest zawarty kanał rdzeniowy, tworzący w głowowej części zarodka komory mózgu

epiblast

w stadium przedgastrulacyjnym i wczesnej gastruli jest materiałem ektodermalnym, niepodzielonym jeszcze na neuroektodermę i ektodermę właściwą

hipoblast

wewnętrzna warstwa silnie spłaszczonych komórek tarczki zarodkowej zarodka w stadium gastruli

morfogenetyczne ruchy

przemieszczanie się i tworzenie nowych konfiguracji komórek wewnątrz zarodka (mają znaczenie przy wyodrębnianiu się listków zarodkowych oraz tworzeniu narządów)

neurulacja

tworzenie się cewki nerwowej w rozwoju zarodkowym kręgowców

organizatory

induktory, centra organizacyjne, pola indukujące; części zarodka indukujące we wczesnym etapie embriogenezy powstanie narządów osiowych (m.in. cewki nerwowej, struny grzbietowej, somitów)

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
smuga pierwotna

miejsce powstawania mezodermy; podłużne zgrubienie epiblastu (zespół komórek w kształcie ciemnego pasma) w ogonowej części tarczy zarodkowej
trofoblast

zewnętrzna warstwa komórek zarodka ssaków; wyodrębnia się wcześniej jako warstwa płaskich komórek stanowiąca ścianę blastocysty i odgrywa rolę w zagnieżdżeniu się zarodka w macicy, tworzeniu łożyska oraz transporcie substancji przez łożysko;
węzeł zarodkowy

embrioblast; grupa komórek powstających w wyniku bruzdkowania w rozwoju zarodkowym; część blastocysty, z której powstaje właściwy zarodek

Animacja

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DFNy4Hqvr

Przebieg i znaczenie gastrulacji w rozwoju zarodkowym człowieka.

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

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 1

Obejrzyj animację, a następnie wyjaśnij, za co odpowiada smuga pierwotna.

Polecenie 2

Opisz, jak powstaje trzeci listek zarodkowy.

Grafika interaktywna

Przebieg gastrulacji

Przebieg gastrulacji u człowieka.
Źródło: Zephyris, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Na podstawie grafiki interaktywnej wymień listki zarodkowe powstające z komórek epiblastu oraz te, które powstają z komórek hipoblastu.

Polecenie 2

Scharakteryzuj proces gastrulacji: opisz przebieg jej poszczególnych faz oraz nazwij zarodek w stadium początkowym i końcowym.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Przebieg i znaczenie gastrulacji w rozwoju zarodkowym człowieka

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

Podstawa programowa:
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):

- Wyjaśnisz pojęcie gastrulacji.
- Przeanalizujesz, w jaki sposób przebiega gastrulacja.
- Wykażesz różnice między listkami zarodkowymi: ektodermą, mezodermą i endodermą.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- animacja;
- analiza grafiki interaktywnej;

- śniegowa kula.

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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Przebieg i znaczenie gastrulacji w rozwoju zarodkowym człowieka". Uczestnicy zajęć zapoznają się z treścią zawartą w sekcji „Przeczytaj" i przygotowują pytania, jakie można by było zadać w kontekście tematu zajęć.
2. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat rozwoju zarodka (lekcja *Bruzdkowanie i implantacja zarodka ludzkiego*), zwracając szczególną uwagę na etap gastrulacji.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel prosi wybranego ucznia o krótkie przedstawienie rozwoju zarodka od zapłodnienia do gastrulacji.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Prowadzący prosi uczniów, aby zgłosili swoje propozycje pytań do wspomnianego tematu. Jedna osoba może zapisywać je na tablicy. Gdy uczniowie wyczerpią pomysły, a pozostały jakieś ważne kwestie do poruszenia, nauczyciel je dopowiada.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Jeżeli przygotowanie uczniów do lekcji jest niewystarczające, nauczyciel prosi o indywidualne zapoznanie się z treścią w sekcji „Przeczytaj". Każdy uczestnik zajęć podczas cichego czytania wynotowuje najważniejsze kwestie poruszone w tekście. Następnie wybrani uczniowie odczytują na głos swoje notatki.
2. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą pracować metodą kuli śniegowej, poszukując w udostępnionym e-materiale odpowiedzi na pytania zapisane we wstępnej fazie lekcji (przykładowe pytania zob. materiały pomocnicze). Nauczyciel

objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy: 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania; 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi; 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi; 4) na koniec uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje.
3. **Praca z animacją pt. „Przebieg i znaczenie gastrulacji w rozwoju zarodkowym człowieka".** Uczniowie zapoznają się z animacją i wykonują polecenie nr 1 („Obejrzyj animację, a następnie wyjaśnij, za co odpowiada smuga pierwotna").
4. Uczniowie, pracując w parach, wykonują polecenie nr 2, dotyczące powstawania trzeciego listka zarodkowego. Nauczyciel w razie potrzeby naprowadza ich na prawidłowe rozwiązanie.
5. **Praca z grafiką interaktywną pt. „Przebieg gastrulacji u człowieka".** Uczniowie zapoznają się z materiałem. Każdy uczeń pracuje indywidualnie, samodzielnie przygotowując odpowiedzi do poleceń 1 i 2, dotyczących przebiegu gastrulacji. Po wyznaczonym przez nauczyciela czasie wybrani lub chętni uczniowie odczytują swoje propozycje. Nauczyciel komentuje rozwiązania uczniów.

Faza podsumowująca:

1. Chętni uczniowie podsumowują wiedzę zdobytą na zajęciach.

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 animacji:

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z animacją, aby przygotować się do późniejszej pracy na zajęciach.