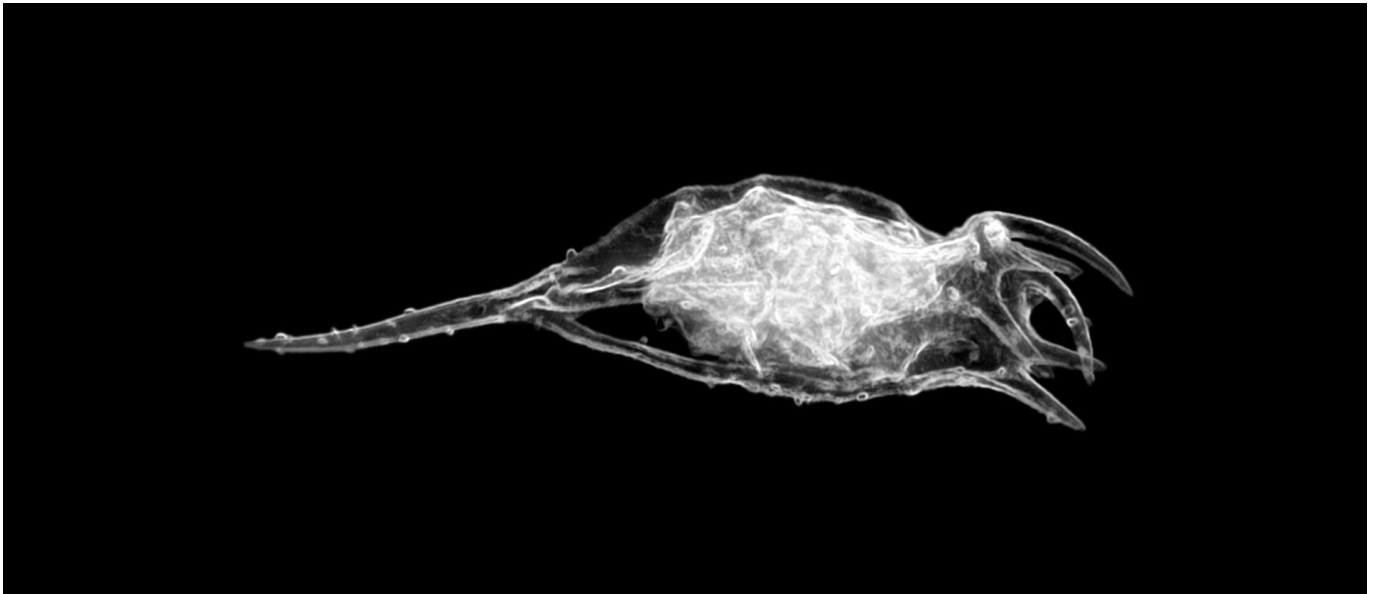
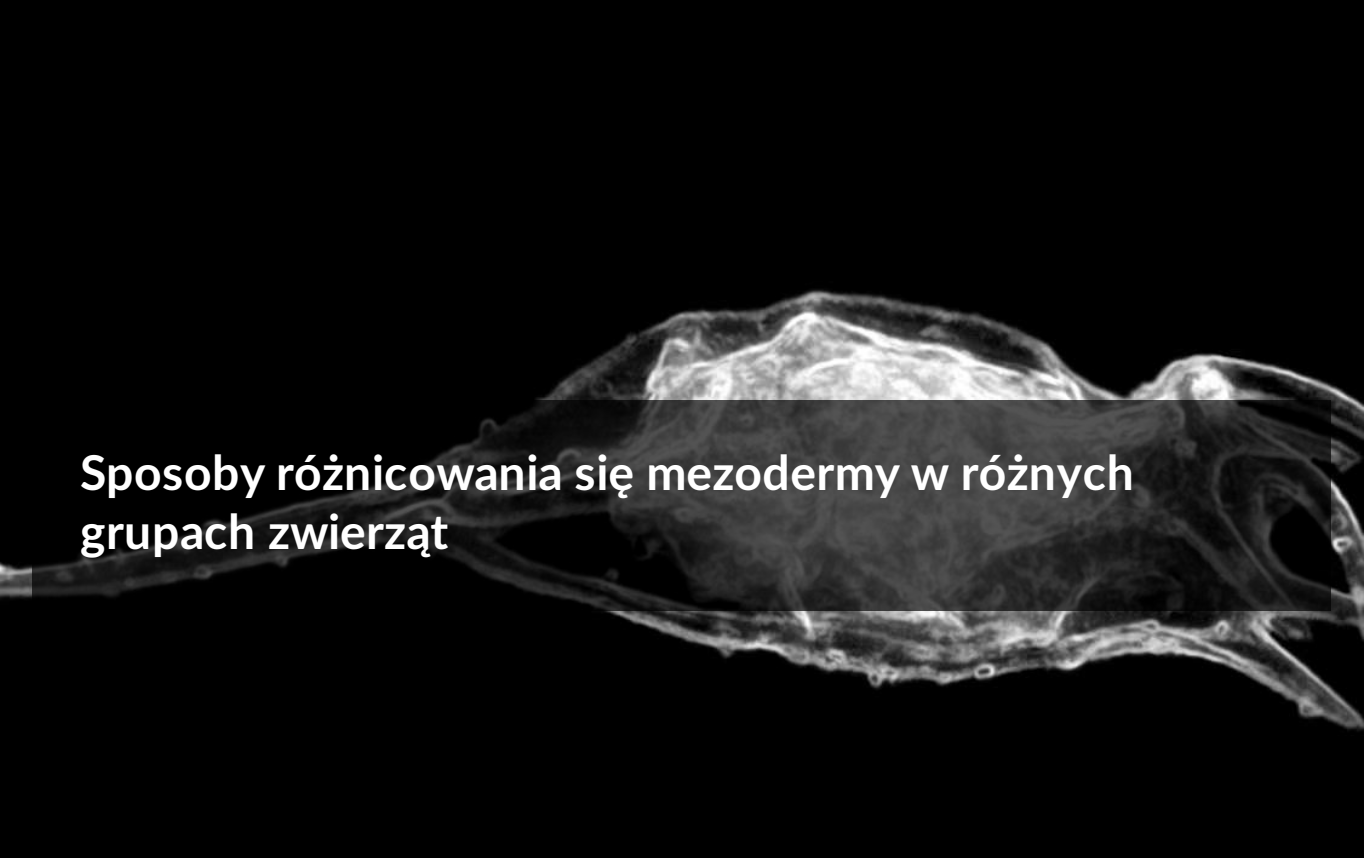




Sposoby różnicowania się mezodermy w różnych grupach zwierząt

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



Sposoby różnicowania się mezodermy w różnych grupach zwierząt

Wrotki (*Rotifera*) to przykład zwierząt pierwoustych. Mezoderma powstaje u nich z komórek, które przemieściły się do pierwotnej jamy ciała.

Źródło: Rotifera, Flickr, licencja: CC BY 2.0.

Podczas stadium gastrulacji w rozwoju embrionalnym zwierząt trójwarstwowych (Triploblastica) powstają trzy listki zarodkowe. Jako ostatni tworzy się listek środkowy – mezoderma. Jej różnicowanie się przebiega inaczej w rozwoju pierwoustych i wtóroustych.

Twoje cele

- Przeanalizujesz sposoby różnicowania się mezodermy w różnych grupach zwierząt.
- Scharakteryzujesz różnice w powstawaniu mezodermy u zwierząt pierwoustych i wtóroustych.

Przeczytaj

We wczesnym rozwoju zarodkowym, na etapie **gastrulacji**, tworzą się warstwy komórek zwane **listkami zarodkowymi**, które w dalszym rozwoju przekształcają się w tkanki i narządy. Początkowo powstają dwie warstwy: zewnętrzny listek zarodkowy, czyli ektoderma, i wewnętrzny, czyli endoderma. Następnie u większości zwierząt rozwija się między nimi trzeci, środkowy listek zarodkowy – **mezoderma**.

Różnicowanie się wybranych narządów i układów z listków zarodkowych:

Ektoderma	Mezoderma	Endoderma
• naskórek i jego wytwory, • niektóre elementy oka, ucha i układu węchowego, • częściowo szkliwo zębów, • przedni płąt przysadki mózgowej, • mózg i rdzeń kręgowy, a także niektóre elementy szkieletu czaszki, • zwoje i nerwy czuciowe czaszki, • częściowo opony mózgowe.	• układ krwionośny, • układ wydalniczy, • układ kostny, • mięśnie, • gonady.	• jelita, • gruczoły przewodu pokarmowego, • niektóre gruczoły dokrewne (m.in. tarczycy i przytarczycy), • krtąń, tchawica i płuca, • pęcherz i cewka moczowa, • gruczoł krokowy.

Więcej na ten temat przeczytasz w e-materiale pt. [Listki zarodkowe a powstawanie tkanek i narządów w zarodku](#).

Zwierzęta, u których występują jedynie dwa listki zarodkowe (ekto- i endoderma) nazywane są **dwuwarstwowcami**. Do tego typu zwierząt zalicza się parzydełkowce, żebroplawy i niekiedy gąbki. Z kolei zwierzęta, u których wykształciła się również mezoderma, stanowią grupę zwaną **trójwarstwowcami**. Do tego typu zaliczane są pozostałe tkankowce.

W jaki sposób powstaje mezoderma?

Powstawanie mezodermy przebiega w różny sposób u zwierząt pierwoustych i wtóroustych.

Głównym kryterium, według którego zwierzęta trójwarstwowe dzieli się na **pierwo-** i **wtórouste**, dotyczy rozwoju **pragęby**. U pierwoustych przekształca się ona w definitywny otwór gębowy, u wtóroustych zaś funkcjonuje jako otwór odbytowy.

Przykładami zwierząt pierwoustych są płazińce, nicienie, pierścienice, stawonogi i mięczaki, natomiast do wtóroustych należą szkarłupnie i strunowce.

W przypadku zwierząt pierwoustych mezoderma powstaje poprzez wpuklenie się warstwy komórek na styku endodermy i ektodermy do wnętrza **gastruli**. Komórki te, dzieląc się, tworzą warstwę wyścielającą cały zarodek, a przestrzeń wewnątrz mezodermy stanowi **wtórną jamę ciała**. Natomiast u wtóroustych mezoderma powstaje w wyniku oddzielenia się tzw. **woreczków mezodermalnych** od **prajelita**, a więc od endodermy.



Lancetnik (*Branchiostoma lanceolatum*) to przedstawiciel beczaszekowców (podtypu strunowców, które są zwierzętami wtóroustymi). Ma półprzezroczyste, wydłużone ciało o długości od 5 do 8 cm, pokryte jednowarstwowym nabłonkiem, z obu końców zaostrome. Zamieszkuje płytkie i ciepłe wody mórz europejskich, gdzie wiecie pólasiadły tryb życia, zagrzebując się częściowo w mule dennym.

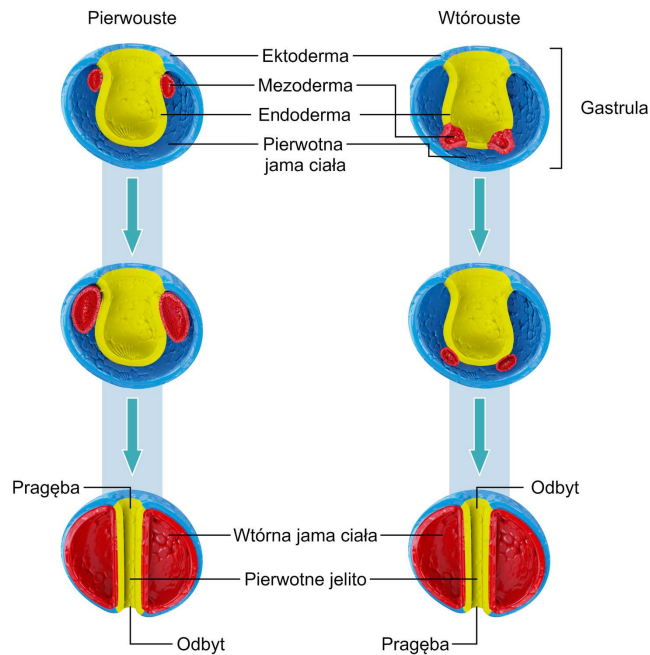
Źródło: © Hans Hillewaert, Flickr, licencja: CC BY-SA 4.0.

Zwierzęta pierwouste

U zwierząt pierwoustych jedna z komórek blastuli przekształca się w tzw. prakomórkę mezodermy. Prakomórka mezodermy dzieli się mitotycznie, dając dwie identyczne komórki potomne. W wyniku kształtowania się **pragęby** (wpuklania się komórek do wewnątrz) komórki powstałe po podziale prakomórki mezodermy znajdują się po obu stronach **prajelita**. Kolejne ich podziały skutkują utworzeniem dwóch pasm mezodermy. Po rozsunieniu się komórek mezodermalnych powstaje między nimi szczelina stanowiącą wtórną jamę ciała.

Zwierzęta wtórouste

U zwierząt wtóroustych mezoderma powstaje z komórek uchyłków **prajelita** (czyli z warstwy komórek endodermy) tworzących się w górnej jego części. W wyniku oddzielania się tych komórek powstaje wtórna jama ciała.



Sposoby powstawania wtórnej jamy ciała, jamy gębowej i otworu odbytowego u pierwoustych oraz wtóroustych.

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

Słownik

blastula

powstaje w wyniku procesu bruzdkowania; u większości zwierząt ma kształt pęcherzyka kulistego, którego ściany zbudowane są z wielu komórek – blastomerów, we wnętrzu pęcherzyka znajduje się pierwotna jama ciała – blastocel

gastrula

wczesne stadium rozwojowe zwierząt powstałe z zarodka w stadium blastuli w wyniku gastrulacji; zbudowane z 2 (ekto- i endodermi) lub 3 (ekto-, endo- i mezodermi) warstw komórek, tzw. listków zarodkowych; u różnych grup zwierząt ma różną formę, zależną od przebiegu wcześniejszego etapu rozwoju, poprzedzającego gastrulację, tj. bruzdkowanie, oraz od ilości żółtka w jajach, z którego organizm się rozwija

gastrulacja

proces przejścia w rozwoju zarodkowym zwierząt i człowieka od stadium jednowarstwowego (blastuli) do stadium dwu- lub trzywarstwowego (gastruli); polega na wytworzeniu listków zarodkowych

jama ciała

wypełniona płynem przestrzeń między ścianą ciała a narządami wewnętrznymi u zwierząt i człowieka; pierwotna jama ciała tworzy się we wczesnym okresie rozwoju zarodkowego jako blastocel; u kręgowców oraz niektórych bezkręgowców tworzy się wtórna jama ciała – celoma

pragęba

prausta, blastoporus; otwór prowadzący do prajelita, czyli jamy gastruli

prajelito

gastrocel, archenteron; jama wewnątrz zarodka w stadium gastruli, w dalszym rozwoju przekształcająca się w jelito; u większości zwierząt gastrocel otwiera się na zewnątrz tzw. pragębą, ograniczoną wargą brzuszną i grzbietową

Symulacja interaktywna

Polecenie 1

Przeanalizuj symulację interaktywną, a następnie porównaj sposób powstawania mezodermy u pierwoustych i wtóroustych.

Symulacja 1

Przesuwając suwak, obserwuj poszczególne etapy rozwoju zarodkowego u pierwoustych i wtóroustych.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DZVDVCHvI>

Porównanie rozwoju zarodkowego pierwoustych i wtóroustych.

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o. Na podstawie: Neil Campbell i in., *Biologia*, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2016, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj pojęcia do odpowiednich definicji.

endoderma

środkowy listek zarodkowy

mezoderma

zewnątrzny listek zarodkowy

ektoderma

wewnętrzny listek zarodkowy

Ćwiczenie 2



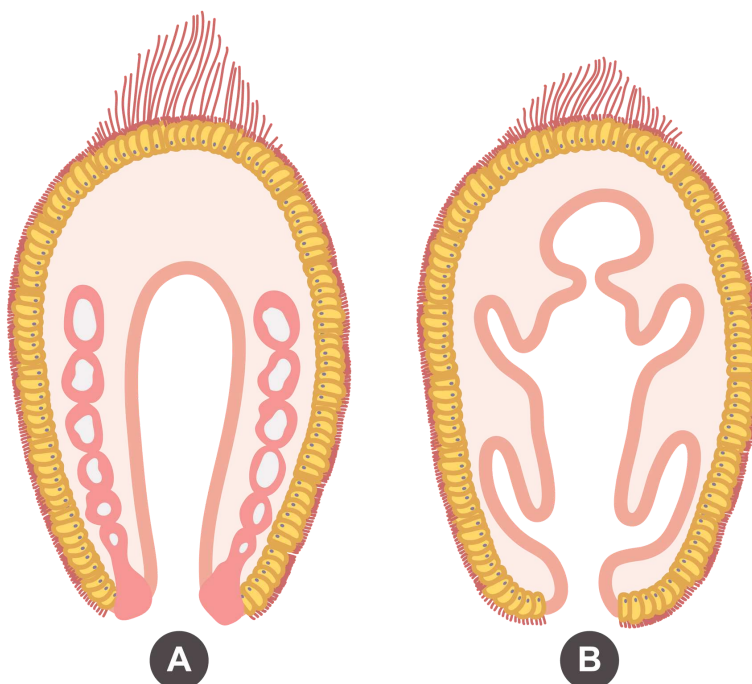
Zaznacz wszystkie poprawne stwierdzenia.

☐ Układ wydalniczy jest pochodzenia endodermalnego.

☐ Naskórek i jego wytwory powstają z ektodermy.

☐ U wtóroustych prągebra przekształca się w definitywny otwór gębowy, natomiast u pierwoustych funkcjonuje jako otwór odbytowy.

☐ Zwierzęta, u których występuje jedynie ekto- i endoderma nazywane są dwuwarstwowcami.



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

Powyższe rysunki przedstawiają proces formowania się mezodermy u larw zwierząt pierwoustych i wtóroustych. Dopasuj opisy do właściwych grup organizmów – pierwoustych lub wtóroustych.

Pierwouste

Mezoderma tworzy się z pasma komórek przesuwających się między ektodermę i endodermę.

Wtórouste

Mezoderma tworzy się na skutek wpuklenia do blastocelu komórek prajelita.

Rysunek A przedstawia proces formowania się mezodermy u tych zwierząt.

W rozwoju zarodkowym tych zwierząt, w miejscu blastoporu, powstaje odbyt.

Do zwierząt tych należą szkarłupnie.

Ćwiczenie 4



W przypadku płazów z rodzaju *Xenopus*, formowanie się mezodermy jest procesem dobrze poznanym na poziomie molekularnym. Wiadomo, że w endodermie dochodzi do ekspresji białkowych czynników transkrypcyjnych (VegT). Są one niezbędne do aktywacji genów *Xnr* w sąsiadującej z endodermą części blastuli. Produkty ekspresji genów *Xnr* kontrolują z kolei przebieg trzech szlaków rozwojowych, które odpowiedzialne są za formowanie mezodermy i jej dalsze różnicowanie.

Na podstawie: N. R. Cabej, *Building the Most Complex Structure on Earth: An Epigenetic Narrative of Development and Evolution of Animals*, 2013.

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy wybierz spośród poniższych poprawną odpowiedź.

- ☐ *Xenopus* to rodzaj należący do zwierząt trójwarstwowych, pierwoustych.
- ☐ *Xenopus* to rodzaj należący do zwierząt dwuwarstwowych, wtóroustych.
- ☐ *Xenopus* to rodzaj należący do zwierząt dwuwarstwowych, pierwoustych.
- ☐ *Xenopus* to rodzaj należący do zwierząt trójwarstwowych, wtóroustych.

Ćwiczenie 5



Na podstawie tekstu do ćwiczenia 4 i własnej wiedzy oceń poniższe zdania jako prawdziwe lub fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Mezoderma zwierząt z rodzaju <i>Xenopus</i> powstaje z komórek endodermy.	☐	☐
VegT jako czynniki transkrypcyjne aktywują geny <i>Xnr</i> .	☐	☐
Geny <i>Xnr</i> są niezbędne do wytworzenia układu wydalniczego zwierząt z rodzaju <i>Xenopus</i> .	☐	☐
W mezodermie dochodzi do translacji mRNA kodującego białka VegT.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Uzupełnij zdania poprawnymi określeniami.

W przypadku zwierząt mezoderma powstaje poprzez wpuklenie się warstwy komórek na styku endodermy i ektodermy do wnętrza . Komórki te, dzieląc się, tworzą warstwę wyścielającą cały zarodek, a przestrzeń wewnątrz mezodermy stanowi jamę ciała. Natomiast u mezoderma powstaje w wyniku oddzielenia się tzw. woreczków mezodermalnych od , a więc od endodermy.

trójwarstwowców

wtóroustych

blastuli

wtórną

ektodermy

gastruli

dwuwarstwowców

pierwoustych

prajelita

Ćwiczenie 7



Jednym z zadań ogólnoeuropejskiego projektu MESODERM EVOLUTION było wytypowanie gatunków zwierząt, u których jako pierwszych pojawiły się geny kluczowe w formowaniu mezodermy. Na chwilę obecną wydaje się, że zwierzętami tymi są wirki bezjelitowe. Wyodrębnienie trzeciego listka zarodkowego było bardzo istotne z ewolucyjnego punktu widzenia, ponieważ właśnie z mezodermy powstają: mięśnie, szkielet wewnętrzny i naczynia krwionośne.

Na podstawie: <https://cordis.europa.eu/article/id/169815-mesoderm-evolution-for-animal-complexity/pl>.

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy oceń, czy prawdą jest, że wszystkie organizmy, u których występuje mezoderma, mają przewagę ewolucyjną dzięki wytwarzaniu wymienionych w tekście narządów.



Brachyury to białko ludzkie, kodowane przez gen *TBXT*. Udowodniono, że fizyczna interakcja białka Brachyury z acetylotransferazą p300 jest niezbędna między innymi w procesie formowania się mezodermy u człowieka. Enzym p300 katalizuje przeniesienie reszty acetylowej na różne białka histonowe, co wpływa na stopień kondensacji chromatyny. Po połączeniu białka Brachyury z p300 kompleks ten przyłącza histon H3 i acetyluje lizynę będącą 27. aminokwasem histonu. Im bardziej skondensowana chromatyna, tym mniej odsłoniętych fragmentów DNA będących miejscem przyłączenia polimerazy RNA i czynników transkrypcyjnych.

Na podstawie: A. Beisaw i wsp., *Brachyury directs histone acetylation to target loci during mesoderm development*, EMBO Rep., 2018.

Na podstawie powyższego tekstu i własnej wiedzy oceń, czy delecja genu *TBXT* skutkuje zmniejszeniem czy zwiększeniem stopnia kondensacji chromatyny zawierającej geny odpowiedzialne za formowanie mezodermy. Odpowiedź uzasadnij.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Sposoby różnicowania się mezodermy w różnych grupach zwierząt

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:

k) porównuje na podstawie schematów etapy rozwoju zarodkowego zwierząt pierwoustych i wtóroustych,

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):

- Przeanalizujesz sposoby różnicowania się mezodermy w różnych grupach zwierząt.
- Scharakteryzujesz różnice w powstawaniu mezodermy u zwierząt pierwoustych i wtóroustych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- dyskusja;
- ćwiczenia interaktywne;
- obserwacja;
- mapa myśli.

Formy pracy:

- 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;
- szary papier, flamastry, magnesy.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.
2. Uczniowie przypominają sobie informacje na temat gastrulacji, zwracając uwagę na wiadomości dotyczące mezodermy.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel rozpoczyna pogadankę, mówiąc: „Zarodki rozwijają się w procesie zwanym embriogenezą. Rozpoczyna się ona od zapłodnienia, a kończy wykluciem zarodka z osłon jajowych lub opuszczeniem układu rozrodczego samicy. Proces ten składa się z kilku etapów, podczas których dochodzi do wielu przemian i rozwoju narządów. Jednym z ważnych etapów jest gastrulacja. Co jest istotą gastrulacji?”. Uczniowie objaśniają istotę gastrulacji, wskazują listki zarodkowe, które występują u wszystkich zwierząt, oraz dokonują podziału na zwierzęta dwu- i trójwarstwowe.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z symulacją interaktywną pt. „Porównanie rozwoju zarodkowego pierwoustych i wtóroustych”.** Uczniowie zapoznają się z materiałem, nauczyciel czyta polecenie nr 1 („Przeanalizuj symulację interaktywną, a następnie porównaj rozwój

pierwo- i wtóroustych. Określ, z czego powstaje otwór gębowy u pierw- i wtóroustych.”) 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.

2. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy. Każda z nich dostaje arkusz papieru i flamastry. Uczniowie rysują mapę myśli, uwzględniając różnice pomiędzy pierw- i wtóroustymi oraz proces powstawania mezodermy. Po określonym przez nauczyciela czasie liderzy grup przedstawiają wyniki swojej pracy. Na ich podstawie nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Co zwierzęta trójwarstwowe zyskują dzięki obecności mezodermy?”.
3. Nauczyciel rozpoczyna dyskusję, mówiąc: „Komórki mezodermy są multipotencjalnymi komórkami macierzystymi. Zastosowanie komórek macierzystych stanowi obecnie jedną z innowacyjnych metod terapii. Jakie są nadzieje i ograniczenia związane z terapeutycznym wykorzystywaniem komórek mezodermalnych?”.

Faza podsumowująca:

1. Chętni uczniowie podsumowują wiedzę zdobytą na zajęciach.

Praca domowa:

1. Uczniowie wyszukują informacje na temat prowadzonych obecnie badań w kierunku wykorzystania pochodzących z mezodermy komórek macierzystych w różnego rodzaju chorobach.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania symulacji interaktywnej:

- Symulację interaktywną można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu materiału.