



Rozwój zarodkowy i płodowy człowieka

Rozwój zarodkowy i płodowy człowieka

Życie człowieka zaczyna się od jaja zapłodnionego przez plemnik – zwycięzcę wyścigu, w którym uczestniczyło nawet 200 milionów jego konkurentów. W 5 tygodniu rozwoju zarodek ma wielkość pestki jabłka, a po 9 miesiącach waży już ok. 3 kg.



Jeden z etapów rozwoju płodowego człowieka (34 tydzień)

Źródło: mohamed_hassan, pixaby.com, licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- Jakie gamety uczestniczą w procesie zapłodnienia u człowieka?
- Co to znaczy, że żeński układ rozrodczy funkcjonuje cyklicznie?
- Kiedy u kobiety występują owulacja i dni płodne?

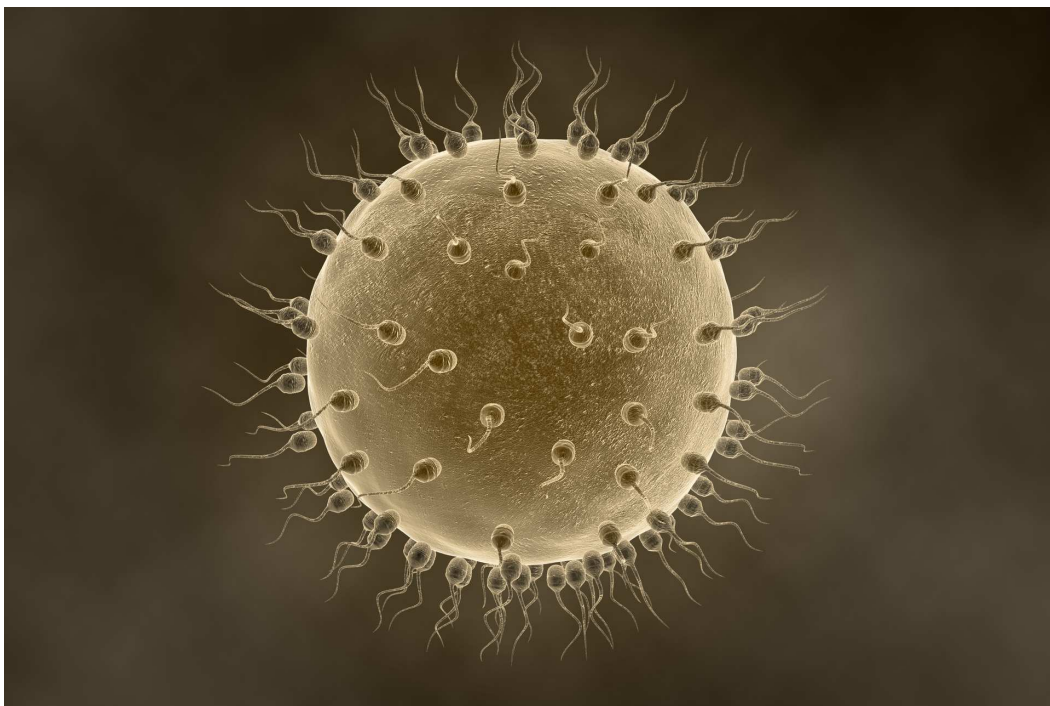
Twoje cele

- Scharakteryzujesz przebieg rozwoju zarodkowego i płodowego człowieka.
- Rozpoznasz na schemacie błony płodowe i opisziesz ich funkcje.

- Wymienisz czynniki mające szkodliwy wpływ na rozwój płodu.
- Opisziesz przebieg porodu.

1. Zapłodnienie

Do zapłodnienia (poczęcia) może dojść wtedy, gdy kobieta jest w fazie płodnej. Uwolniona z pęcherzyka jajnikowego komórka jajowa trafia wtedy do jajowodu, a rzęski wyścielających go komórek transportują ją w kierunku macicy. Mężczyzna podczas aktu płciowego wprowadza do pochwy nasienie, a w nim ok. 40–200 mln plemników. Plemniki dzięki witkom, a także skurczom mięśni macicy docierają do jajowodu w poszukiwaniu komórki jajowej. Po drodze większość plemników ginie, a do żeńskiej komórki rozrodczej dociera ich zaledwie kilka tysięcy, z których tylko jeden bierze udział w zapłodnieniu. Do środka wnika jedynie główka plemnika, witka pozostaje na zewnątrz. Po wnikięciu plemnika osłonka komórki jajowej twardnieje, tworząc barierę niedostępną dla pozostałych plemników. Moment połączenia jądra komórki jajowej z jądrem męskiej komórki rozrodczej nazywamy **zapłodnieniem**. W momencie zapłodnienia powstaje komórka z jednym jądrem nazywana **zygotą**. Rozpoczyna się ciąża, która prawidłowo powinna trwać 280 dni.



Tysiące plemników otacza komórkę jajową, ale tylko 1 z nich wnika do jej wnętrza i uczestniczy w zapłodnieniu

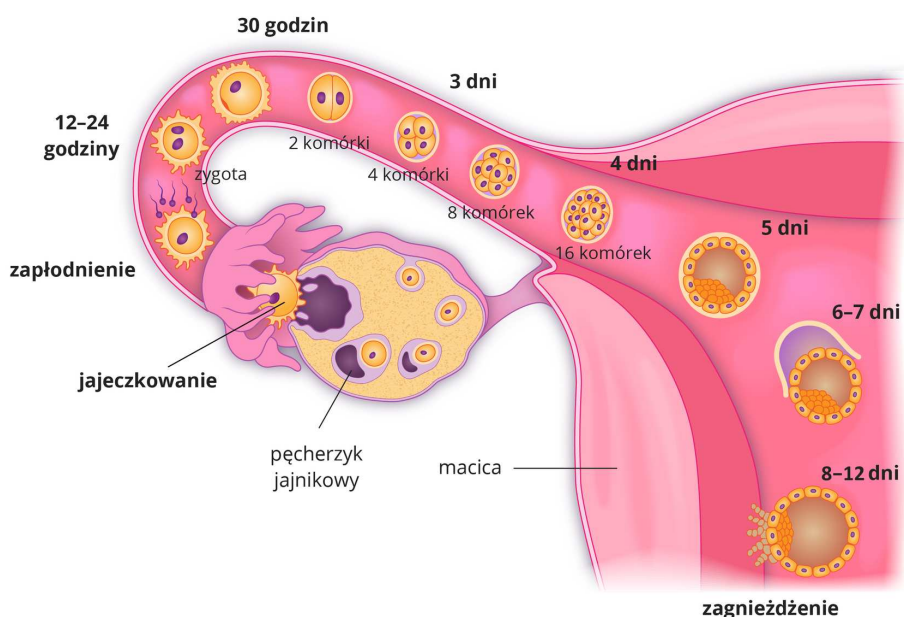
Źródło: Tomorrow sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

U płazów, gadów i ptaków do wnętrza komórki jajowej wnika kilka, kilkanaście plemników. Jednak dzięki mechanizmom zabezpieczającym w zapłodnieniu uczestniczy tylko jeden z nich.

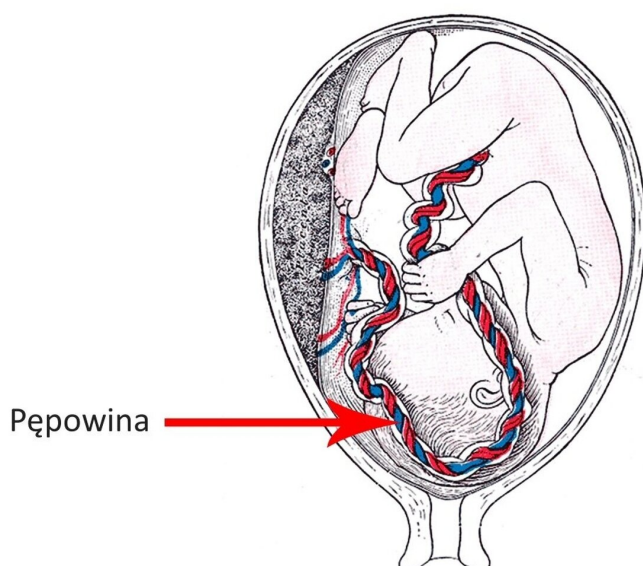
2. Rozwój zarodkowy i płodowy

Rozwój zarodkowy

Rozwój zapłodnionego jaja w łonie matki obejmuje 2 fazy: zarodka i płodu. Pierwsza z nich trwa od momentu zapłodnienia do 8 tygodnia życia zarodka. Po około 30 godzinach od zapłodnienia zygota zaczyna się intensywnie dzielić, tworząc wielokomórkowy [zarodek](#). Jednocześnie z tymi podziałami odbywa się trwająca ok. 5 dni wędrówka zarodka przez jajowód w kierunku macicy. Rozwijający się zarodek wykorzystuje początkowo substancje odżywcze nagromadzone w komórce jajowej. Zarodek, opuszczając jajowód, ma postać bryłki złożonej z dużej liczby komórek i w takiej postaci wpada do przygotowanej na jego przyjęcie macicy. Między 8. a 12. dniem rozwoju zarodka zagnieżdża się on w rozbudowanej, silnie ukrwionej błonie śluzowej. Jego komórki zaczynają się stopniowo **różnicować** (przekształcać w bardziej zróżnicowane i wyspecjalizowane komórki), powstają tkanki i narządy.



Z zapłodnionego jaja powstaje nie tylko ciało przyszłego dziecka, ale także [błony płodowe](#): owodnia, omocznia, kosmówka. **Owodnia** tworzy jamę bezpośrednio otaczającą zarodek. Wypełniona jest wodami płodowymi. Łagodzą one wstrząsy, pozwalają na swobodne poruszanie się zarodka i utrzymują stałą temperaturę. **Omocznia** przez część okresu zarodkowego gromadzi produkty jego przemiany materii. Bierze udział także w tworzeniu naczyń krwionośnych pępowiny. **Kosmówka**, najbardziej zewnętrzna błona płodowa, przylega do ściany macicy. Ok. 4 tygodnia wytwarza palczaste wyrostki, które wnikają w głąb jej błony śluzowej. W ten sposób powstaje **łożysko**.



Pępowina zawiera dwie tętnice oraz jedną żyłę pępowinową. Za pomocą pępowiny dostarczane są do płodu substancje pokarmowe oraz tlen. Natomiast w drugą stronę (do organizmu matki) transportowane są produkty przemiany materii oraz dwutlenek węgla

Źródło: GRAY H. GRAY'S ANATOMY. LEA AND FEBIGER, NEW YORK, 1918., Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Łożysko uczestniczy w wymianie gazów oddechowych, substancji odżywczych oraz zbędnych produktów przemiany materii między krwią matki a krwią płodu. Za jego pośrednictwem matka przekazuje płodowi krążące w jej krwi przeciwciała nadające odporność na niektóre choroby. Łożysko stanowi barierę ochronną przed wnikaniem większości czynników chorobotwórczych, jednak przepuszcza do organizmu dziecka szkodliwe dla jego zdrowia i życia substancje: alkohol, narkotyki, nikotynę oraz niektóre wirusy o bardzo małych rozmiarach (np. różyczki, ospy, HIV). Łożysko pełni

również rolę gruczołu dokrewnego produkującego hormony m.in. progesteron i estrogeny.

Pod koniec pierwszego etapu zarodek ma ok. 3 cm długości i waży ok. 2-3 g. Wykształcają się zawiązki wszystkich narządów. Kształtuje się mózg, serce i kręgosłup. Na nieproporcjonalnie dużej głowie widoczne są oczy i zarys nosa, a na kończynach pojawiają się palce rąk i nóg.

Rozwój płodowy

Od 9. tygodnia ciąży zarodek nazywa się płodem. Płód jest połączony z łożyskiem sznurem pępowinowym (pępowiną).



W trzecim miesiącu ciąży u płodu pojawia się odruch ssania

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

Płód rośnie. W 3. miesiącu ma wykształcone mięśnie i układ nerwowy. Reaguje na bodźce i porusza kończynami. Swoje działanie rozpoczyna układ odpornościowy. W 6. miesiącu ciąży dziecko ma wykształcone narządy zmysłów. Jego szkielet kostnieje, a narządy wewnętrzne dojrzewają. Rozpoznaje głos matki. W 9. miesiącu dziecko mruga już powiekami i jest w stanie odróżnić światło od ciemności. W tym czasie wszystkie jego układy są gotowe do działania poza organizmem matki. Długość jego ciała zwiększa się średnio do 52-55 cm, a waga osiąga ok. 3,5 kg. Prawidłowo

przebiegająca ciąża po 40 tygodniach od zapłodnienia kończy się porodem, podczas którego dziecko opuszcza drogi rodne matki przez pochwę.

Ciekawostka

Czasem zygota dzieli się na 2 części. Z każdej z nich powstaje osobny zarodek, który dalej rozwija się w nowy organizm. Jest to tzw. ciąża mnoga. W ten sposób powstają bliźnięta jednojajowe, które mają wspólne łożysko. Takie bliźnięta mają identyczny materiał genetyczny i są jednakowe. Gdy w organizmie kobiety równocześnie dojrzeją 2 komórki jajowe, mogą zostać zapłodnione 2 plemnikami i dać początek ciąży bliźniaczej dwujajowej. Dzieci, które się z niej narodzą, mogą być różnej płci i niepodobne do siebie.

Polecenie 1

Gady, ptaki i ssaki, w tym również człowiek, należą do owodniowców, co oznacza, że rozwój płodu odbywa się w obrębie błon płodowych. U ssaków łożyskowych, a więc także u człowieka, omocznia ulega znacznej redukcji. Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Oceń słuszność stwierdzenia: *Łožysko tworzy barierę odgraniczającą dziecko od wszystkich drobnoustrojów chorobotwórczych*. Podaj argument uzasadniający odpowiedź.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W 19 tygodniu swojego życia płód wytwarza kubki smakowe i zaczyna odczuwać smaki. Najwcześniej wykształcają się receptory wrażliwe na smak słodki.

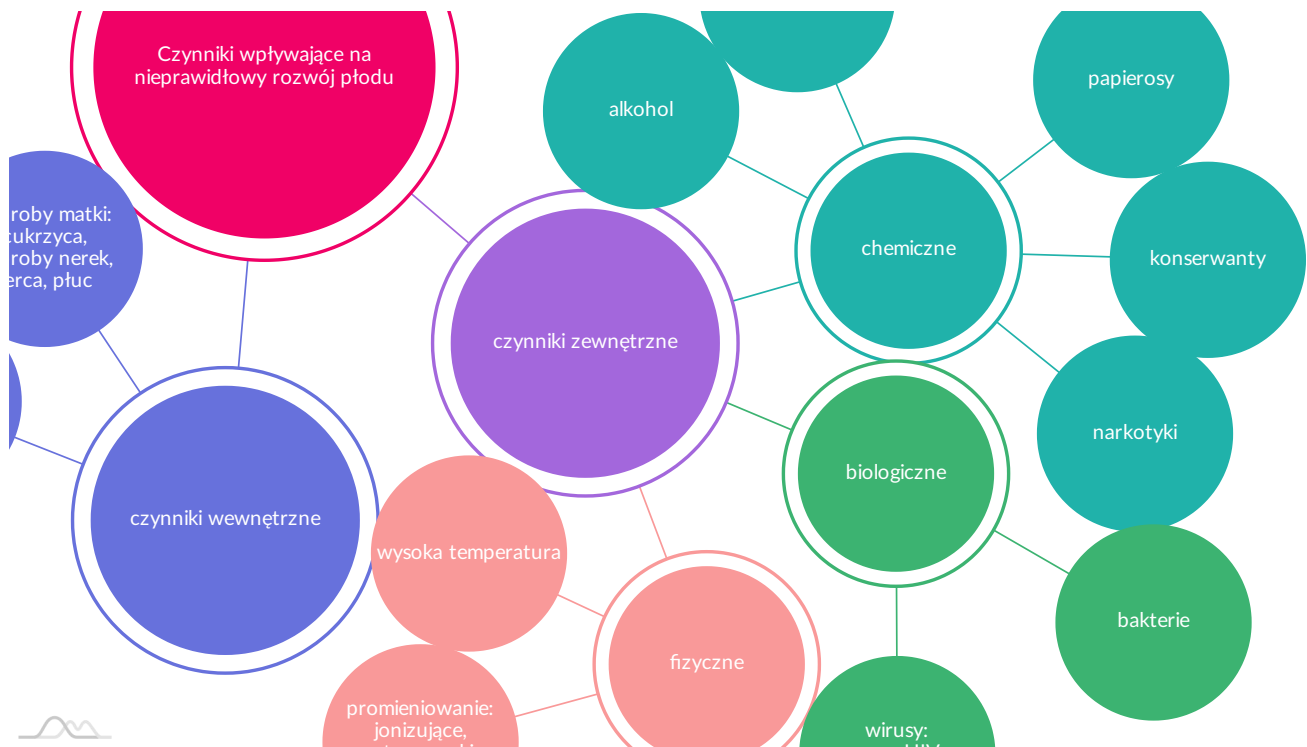
3. Ciąża i poród

Brak miesiączki skłania kobiety do wizyty u ginekologa lub wykonania testu ciążowego, potwierdzającego ciążę.

Okresowi ciąży towarzyszy szereg zmian w organizmie kobiety. W pierwszych 3 miesiącach zmiany hormonalne powodują powiększenie się piersi oraz są także odpowiedzialne za niektóre dolegliwości, np. nudności czy wymioty. W kolejnych miesiącach rozwijające się łożysko i płód oraz rosnąca ilość wód płodowych powodują stopniowe zwiększanie się masy ciała matki. Wzrasta tempo pracy serca oraz objętość krwi.

Dla prawidłowego przebiegu ciąży i porodu ważna jest regularna aktywność fizyczna przyszłej mamy dostosowana do jej możliwości (o ile nie ma przeciwwskazań wynikających na przykład z ryzyka przedwczesnego urodzenia dziecka), np. spacerów na świeżym powietrzu, gimnastyka dla kobiet w ciąży. Należy jednak unikać nadmiernego wysiłku fizycznego i stresu. Szczególnie ważne jest prawidłowe odżywianie dostosowane do zwiększonego zapotrzebowania organizmu na białko, witaminy oraz sole mineralne (głównie żelazo, wapń, fosfor). Istotne jest regularne spożywanie urozmaiconych, pełnowartościowych posiłków. Ważna jest także odpowiednia ilość snu. W okresie ciąży kobieta powinna bezwzględnie przestrzegać zakazu zażywania narkotyków, spożywania alkoholu, palenia papierosów i przebywania w towarzystwie osób palących, zażywania leków bez konsultacji z lekarzem [ginekologiem](#). Alkohol i trujące składniki dymu papierosowego przechodzą za pośrednictwem łożyska z krwi matki do krwi płodu. Alkohol może być przyczyną [poronienia](#) i wystąpienia u dziecka wad rozwojowych, zaburzeń rozwoju psychicznego. Toksyczne składniki dymu mogą spowodować zwężenie naczyń krwionośnych w łożysku, co może być przyczyną niedotlenienia dziecka, powstania u niego wad serca i centralnego układu nerwowego. Dobra kondycja fizyczna, psychiczna i zdrowotna matki zapewnia prawidłowy rozwój jej dziecka.

Przyszła mama powinna sobie zdawać sprawę z tego, jak wiele czynników może mieć negatywny wpływ na rozwój płodu.



Czynniki wpływające na nieprawidłowy rozwój dziecka.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Do oceny rozwoju płodu służą [badania prenatalne](#). Podstawowym, wykonywanym kilka razy w czasie ciąży oraz całkowicie bezpiecznym dla matki i dziecka badaniem jest USG (ultrasonografia). Pozwala ono ocenić rozwój płodu oraz wykryć ewentualne nieprawidłowości. W szczególnych przypadkach lekarz może zlecić inne badania, które często pozwalają w porę odkryć choroby płodu. Przy dzisiejszym stanie medycyny możliwe jest leczenie na bardzo wczesnym etapie rozwoju, nawet przeprowadzanie operacji płodu w łonie matki.



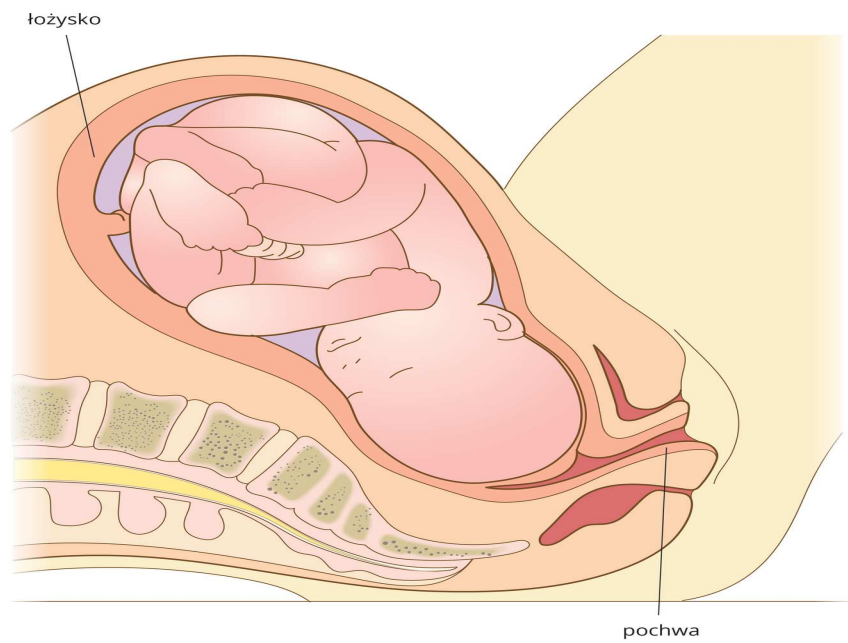
Badanie USG

Źródło: COD Newsroom (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

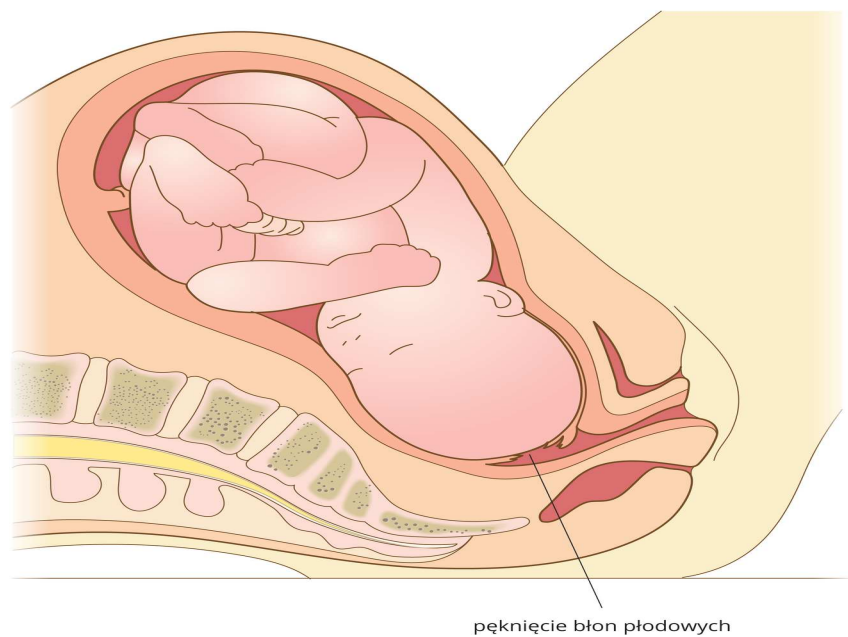
W okresie ciąży objętość krwi matki zwiększa się o ok. 30 %. To powoduje, że serce musi szybciej pracować.

Po 9 miesiącach od zapłodnienia miejsce ma poród - płód opuszcza organizm matki. Skurcze macicy rozpoczynają poród. Na skutek skrócenia szyjki macicy dochodzi do powiększenia jej ujścia. Jednocześnie pękają błony płodowe, czego skutkiem jest wypłynięcie na zewnątrz organizmu matki wód płodowych. Skurcze mięśni brzucha oraz macicy pomagają wypchnąć płód na zewnątrz. Krew zaczyna przepływać z łożyska do układu krwionośnego nowo narodzonego człowieka, a gdy tętno w pępowinie zaniknie zostaje ona przecięta i zawiązana. Poród kończy się usunięciem błon płodowych oraz łożyska.



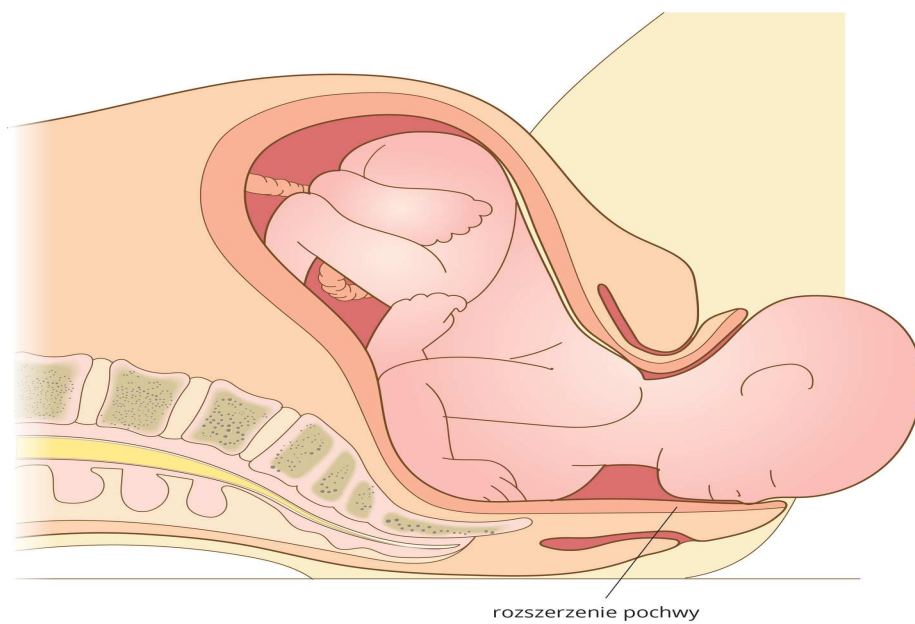
Poród

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.



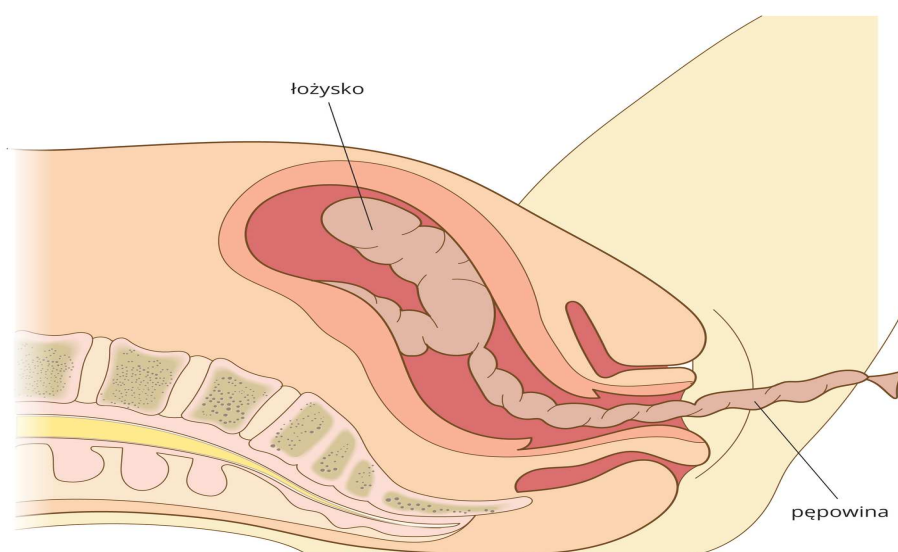
Poród

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.



Poród

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.



Poród

Źródło: Andrzej Bogusz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Za matkę, która urodziła najwięcej dzieci, uważa się kobietę żyjącą w XVIII w. w Rosji, która 16 razy urodziła dwojaczki, 7 razy trojaczki i 4 razy czworaczki (w Rosji).

Podsumowanie

- Do zapłodnienia dochodzi w jajowodzie, gdy główka plemnika wnika do wnętrza komórki jajowej.
- W momencie zapłodnienia rozpoczyna się okres ciąży, która obejmuje 2 etapy rozwoju dziecka: zarodkowy i płodowy.
- Okres zarodkowy trwa od momentu zapłodnienia do ok. 8 tygodnia ciąży.
- W okresie zarodkowym następuje różnicowanie komórek, wytworzenie zawiązków tkanek i narządów, powstają błony płodowe i łożysko.
- Błony płodowe: owodnia, omocznia i kosmówka zapewniają optymalne warunki do rozwoju dziecka.
- Łožysko pośredniczy w wymianie substancji między krwią matki i dziecka.
- Rozwój płodowy obejmuje okres od 9. tygodnia do momentu narodzin dziecka.
- W okresie płodowym kształtują się narządy i przygotowują do podjęcia funkcji poza organizmem matki.
- Czynniki wewnętrzne, takie jak wiek matki i jej choroby (np. cukrzyca) oraz czynniki zewnętrzne: biologiczne (np. bakterie, wirusy), chemiczne (np. papierosy, alkohol) i fizyczne (np. promieniowanie jonizujące) wpływają na nieprawidłowy rozwój dziecka.
- Po 9 miesiącach od zapłodnienia odbywa się poród, podczas którego szyjka macicy ulega skróceniu i powiększa się jej średnica, pękają błony płodowe, a płód zostaje wypchnięty na zewnątrz organizmu przy pomocy skurczy mięśni brzucha i macicy.

Polecenie 3

Opisz przemiany, którym podlega zarodek podczas wędrówki przez jajowód.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 4

Wymień zachowania ciężarnej kobiety, które mogą mieć negatywny wpływ na rozwój jej dziecka.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

badania prenatalne

badania płodu pozwalające na ocenę jego rozwoju i wykrycie ewentualnych wad rozwojowych

błony płodowe

błony otaczające zarodek takich kręgowców jak gady, ptaki i ssaki

ginekologia

dział medycyny zajmujący się funkcjonowaniem i chorobami żeńskiego układu rozrodczego

płód

zarodek ludzki lub zwierzęcy rozwijający się w organizmie matki od momentu zakończenia procesu embrionalnego; obejmuje okres od 9. tygodnia ciąży do porodu

poronienie

powikłanie ciąży – przedwczesne jej zakończenie i wydalenie zapłodnionej komórki jajowej lub płodu z macicy, u człowieka przed ukończeniem 22. tygodnia ciąży

sznur pępowinowy

pępowina; przewód łączący płód z łożyskiem, w którym znajdują się naczynia krwionośne: dwie tętnice odprowadzające krew od płodu oraz żyła pępowinowa doprowadzająca krew do płodu

zarodek

organizm we wczesnym stadium rozwoju, powstały w wyniku podziałów zygoty; obejmuje okres od momentu zapłodnienia do 8. tygodnia życia nowego organizmu

zapłodnienie

proces połączenia jąder komórki jajowej i plemnika, w wyniku którego powstaje zygota rozwijająca się w nowy organizm

Zadania

Ćwiczenie 1



Ułóż w prawidłowej kolejności etapy rozwoju zarodkowego.

podziały zygoty i utworzenie zarodka



zapłodnienie



zagnieżdżenie zarodka w błonie śluzowej macicy



powstanie zygoty



różnicowanie komórek zarodka



Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij tekst, zaznaczając prawidłowe sformułowania.

Podczas ciąży w organizmie kobiety zachodzi wiele zmian.

Powiększają się ☐

Zmniejszają się ☐ piersi, mogą wystąpić nudności czy wymioty, co jest związane

z wahaniami hormonów. Wraz ze wzrostem płodu rośnie również masa ciała matki.

Częstość uderzeń serca i objętość krwi kobiety ☐ spadają ☐ wzrastają ☐ . Podczas

ciąży kobieta powinna unikać ☐ aktywności fizycznej ☐ palenia papierosów ☐ .

Sz szczególnie ważne jest prawidłowe odżywianie. Dieta powinna być bogata w

☐ witaminy, minerały i białka ☐ cukry proste ☐ tłuszcze nasycone ☐ .

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Wymień składniki przechodzące przez łożysko z krwi matki do krwi płodu.

☐ mocznik

☐ tlen

☐ glukoza

☐ dwutlenek węgla

☐ wirusy HIV

☐ woda

☐ substancje odżywcze

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

Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość zadań i zaznacz odpowiedź Prawda lub Fałsz.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Plemniki dzięki ruchom wówki i skurczom mięśni macicy transportowane są do jajowodu.	☐	☐
W akcie płciowym uczestniczy kilka tysięcy plemników.	☐	☐
Błony płodowe to owodnia, amnion i kosmówka.	☐	☐
Ciąża bliźniacza powstaje w wyniku zapłodnienia jednej komórki jajowej dwoma plemnikami.	☐	☐

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

Ćwiczenie 5



Dopasuj nazwę błony płodowej, do pełnionej przez nią funkcji.

omocznia

Gromadzi produkty przemiany materii zarodka, a także bierze udział w tworzeniu naczyń krwionośnych pępowiny.

owodnia

Łagodzi wstrząsy, pozwala na swobodne poruszanie się zarodka i utrzymuje stałą temperaturę.

kosmówka

Ok. 4 tygodnia wytwarza palczaste wyrostki, które wnikają w głąb błony śluzowej macicy. Uczestniczy w tworzeniu łożyska.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, dlaczego bliźnięta jednojajowe są do siebie bardzo podobne, a bliźnięta dwujajowe znacząco się od siebie różnią?

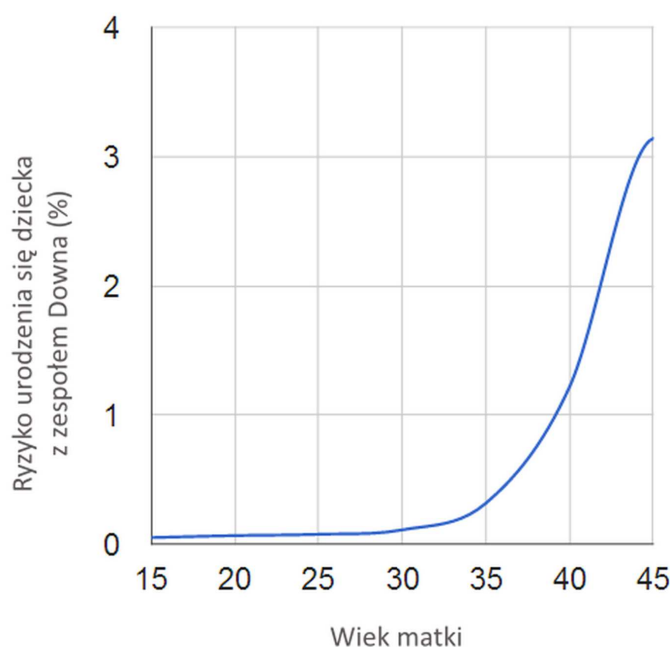
Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



Zespół Downa jest chorobą genetyczną, której częstość występowania szacuje się na 1 przypadek na 750 żywych urodzeń. Do typowych objawów tej choroby zalicza się: upośledzenie umysłowe, częstsza niż u dzieci zdrowych zapadalność na ciężkie zapalenie płuc, występowanie wrodzonych wad serca, pojedynczą bruzdę dłoniową (zamiast podwójnej bruzdy) na jednej lub obu dłoniach, migdałowaty kształt oczu wynikający z fałd nad powiekami, krótsze kończyny, osłabione napięcie mięśniowe oraz wystający język.

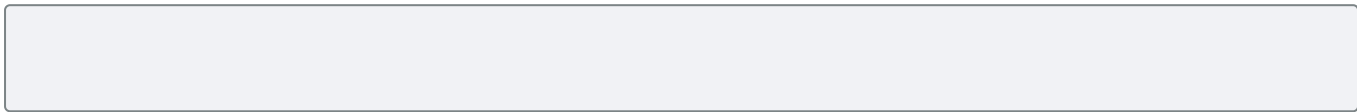
Przeanalizuj poniższy wykres, a następnie sformułuj odpowiedni wniosek.



Wykres przedstawia dane na temat ryzyka urodzenia się dziecka z zespołem Downa

Źródło: James Heilman, MD, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.



Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.