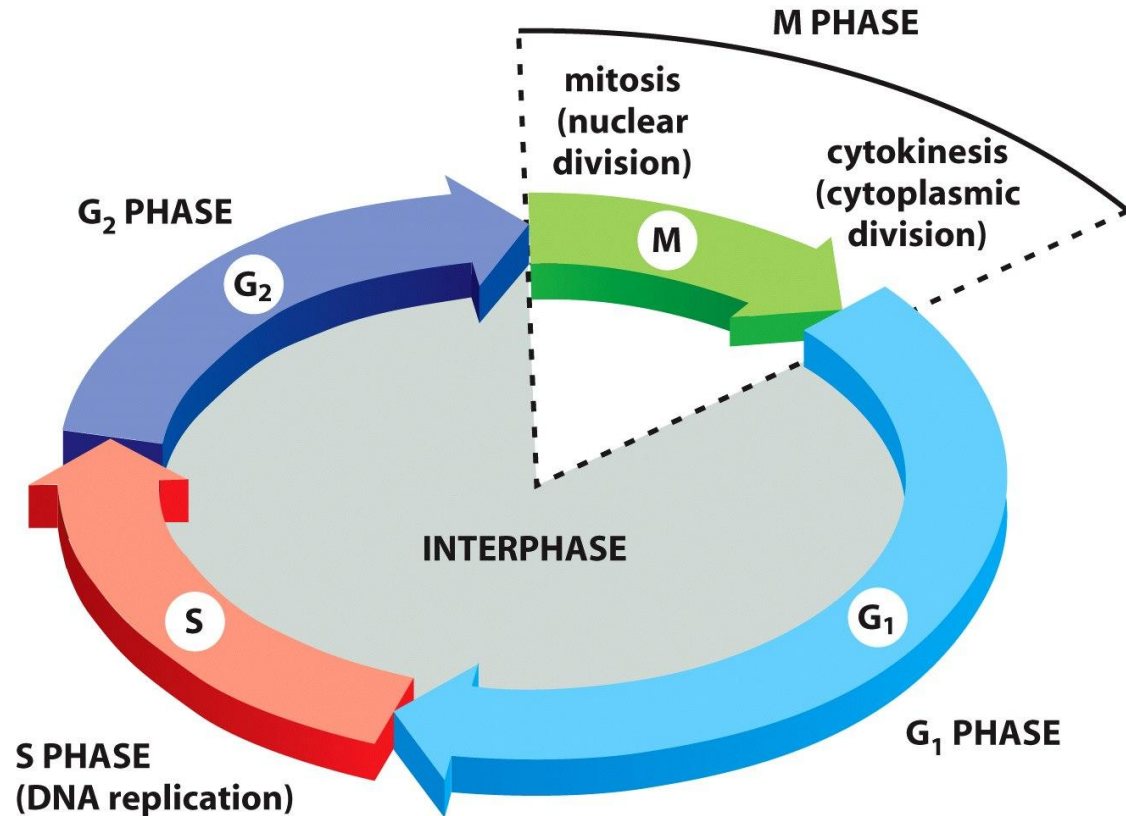


**Oogeneza, spermatogeneza. Zapłodnienie. Blastulacja. Implantacja.**

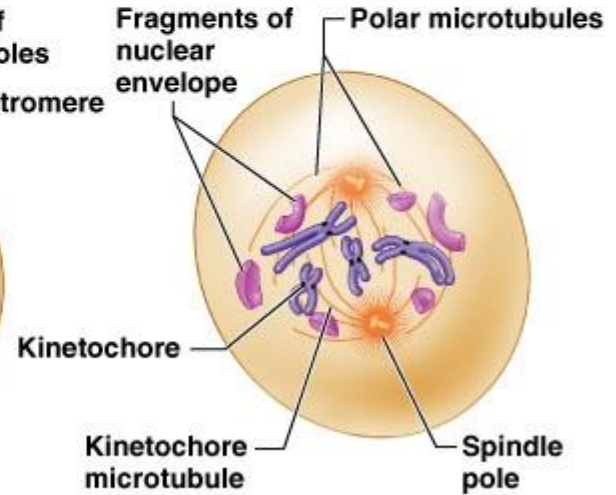
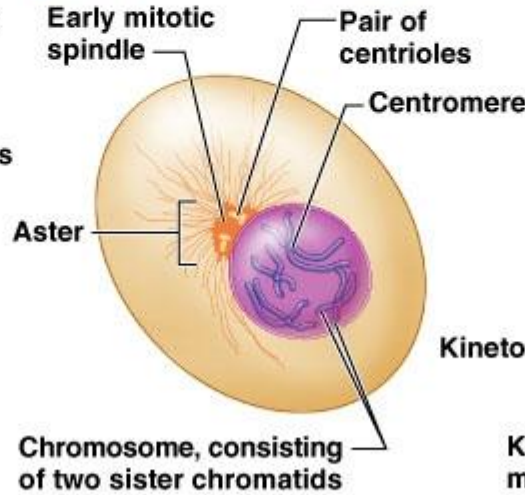
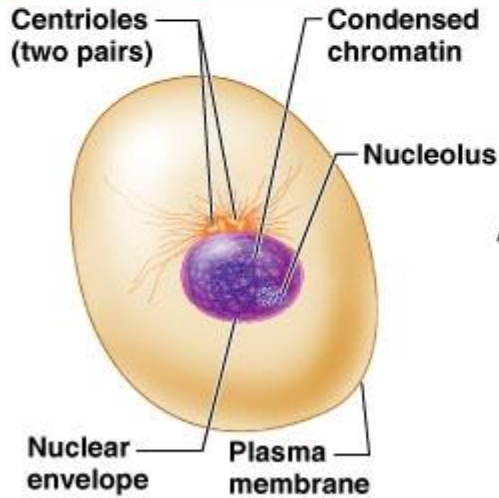
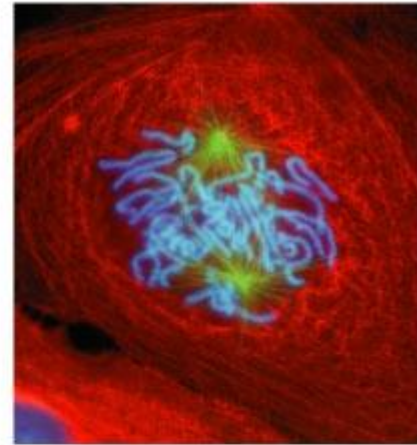
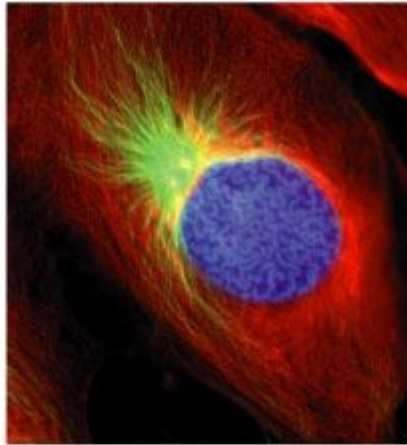
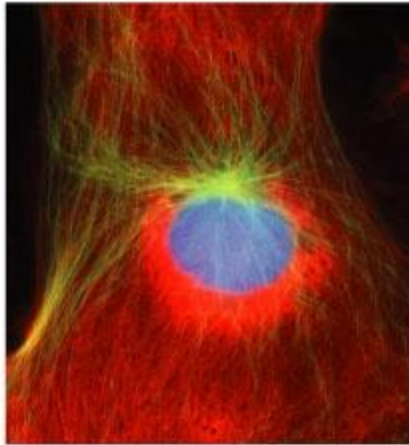
# Cykl komórkowy

## Faza M cyklu

**Mitoza**- proces podziału jądra komórkowego, któremu towarzyszy precyzyjne rozdzielanie chromosomów do dwóch komórek potomnych. W jego wyniku powstają komórki, które dysponują materiałem genetycznie identycznym z komórką wyjściową.



# Jądro interfazowe vs jądro mitotyczne =>kondensacja chromatyny

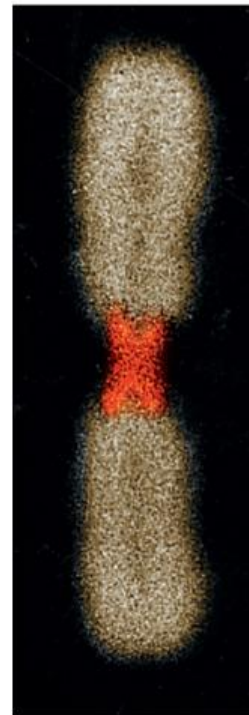
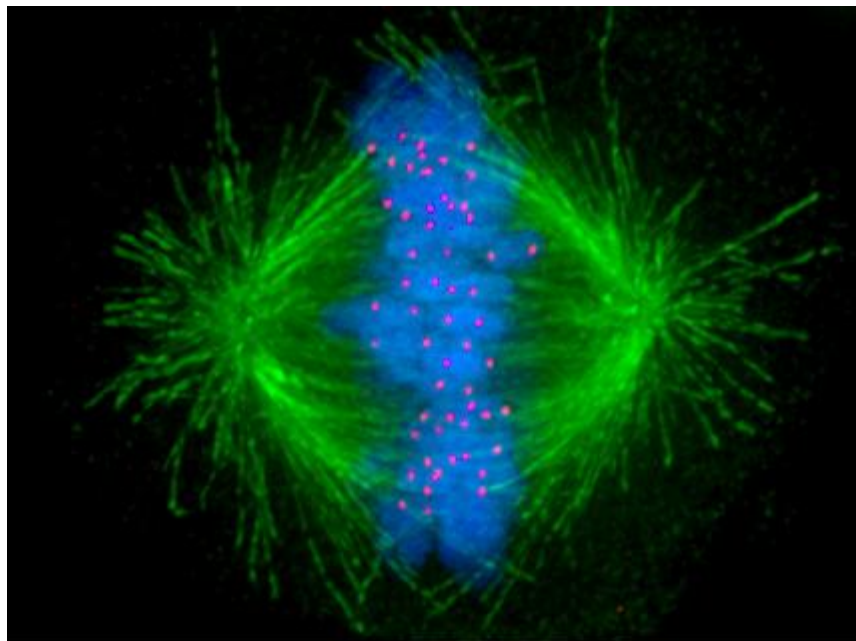


**Interphase**

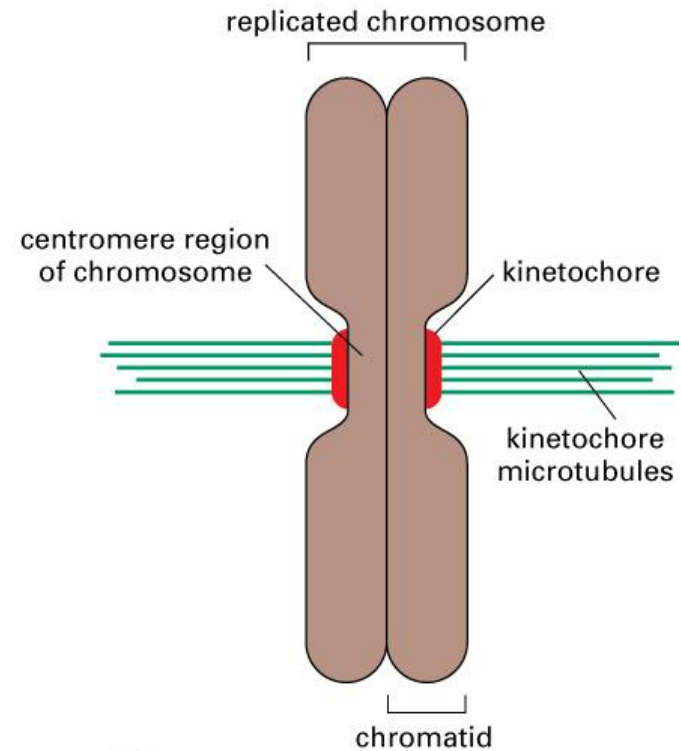
**Early prophase**

**Late prophase**

# Wrzeciono podziałowe i Chromosomy



(A)



(B)

# Wrzeciono podziałowe i centriole

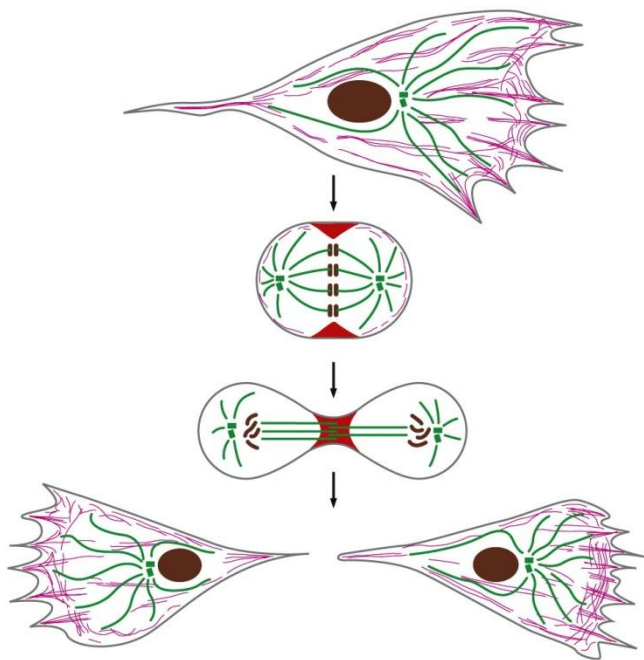


Figure 16-2 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

Powstanie drugiej pary centrioli w czasie fazy **S** i **G2** cyklu komórkowego zwiastuje nadchodzący podział mitotyczny komórki.

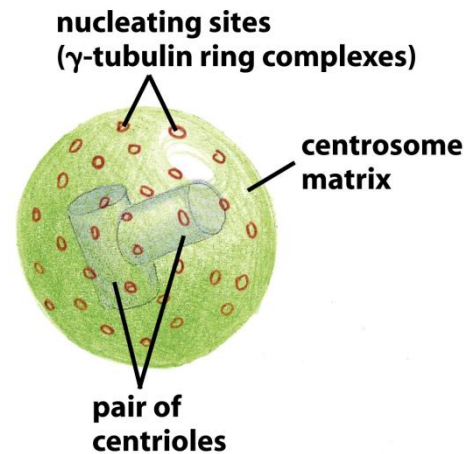


Figure 16-30a Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

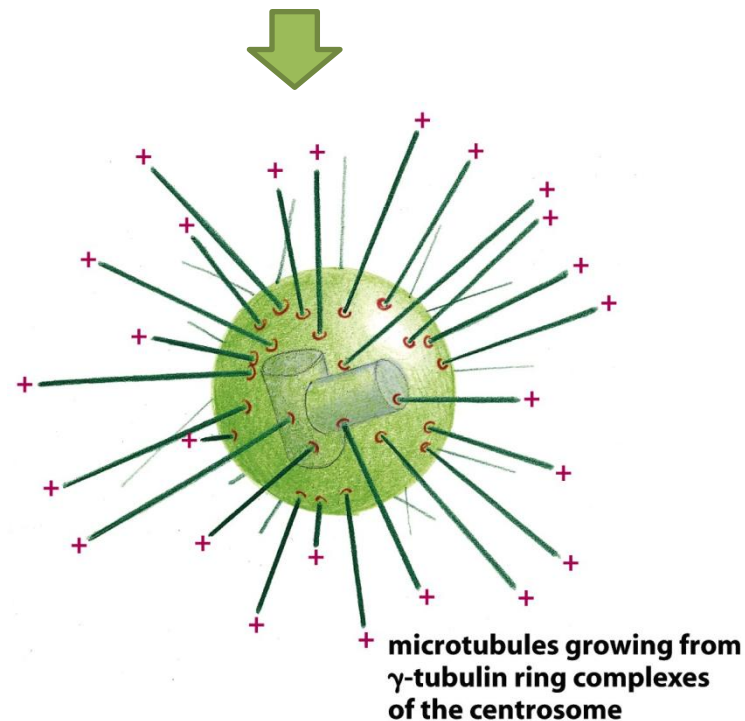
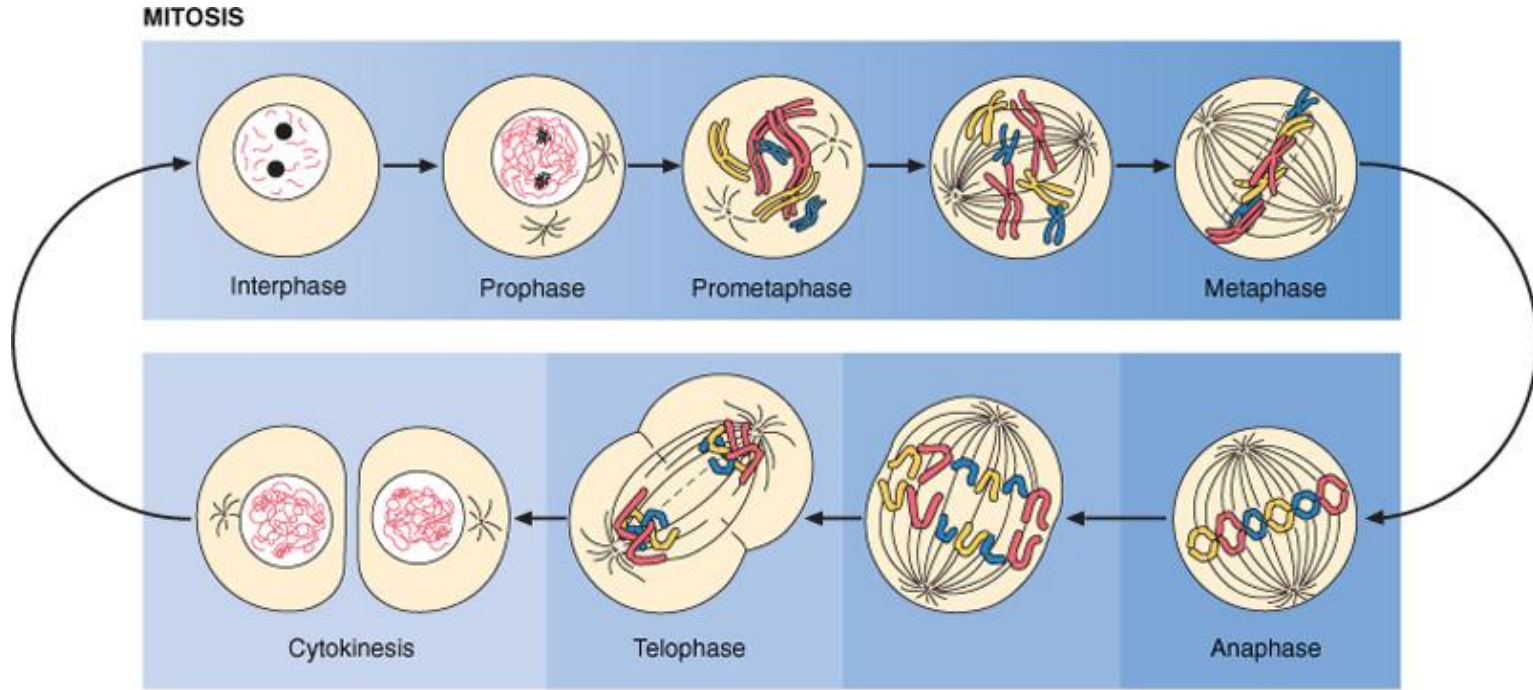


Figure 16-30b Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)



# MITOZA



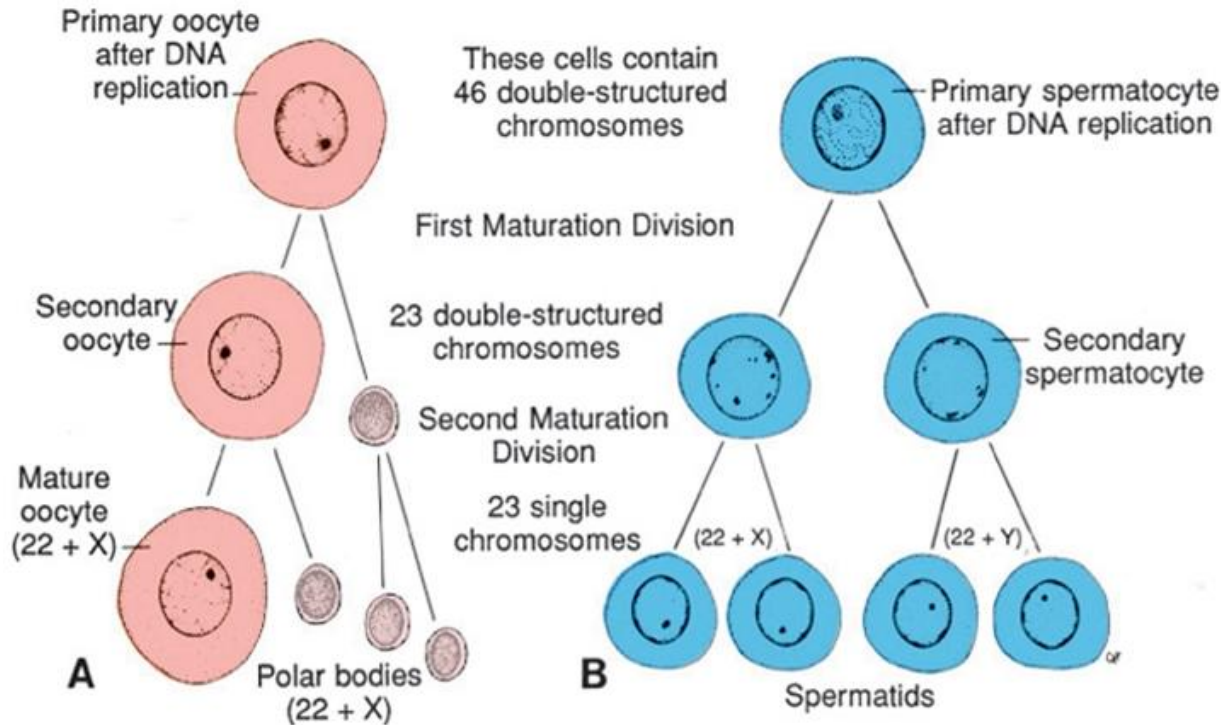
© Elsevier. Gartner & Hiatt: Color Textbook of Histology 3E - [www.studentconsult.com](http://www.studentconsult.com)

Główne etapy, czyli fazy mitozy to:

1. PROFAZA, 2. PROMETAFAZA, 3. METAFAZA,
4. ANAFAZA and 5. TELOFAZA

Po podziale jądra komórkowego, następuje podział cytoplazmy – **CY TOKINEZA** co skutkuje powstaniem dwóch identycznych komórek potomnych.

# MEJOZA jest procesem kluczowym dla powstania gamet



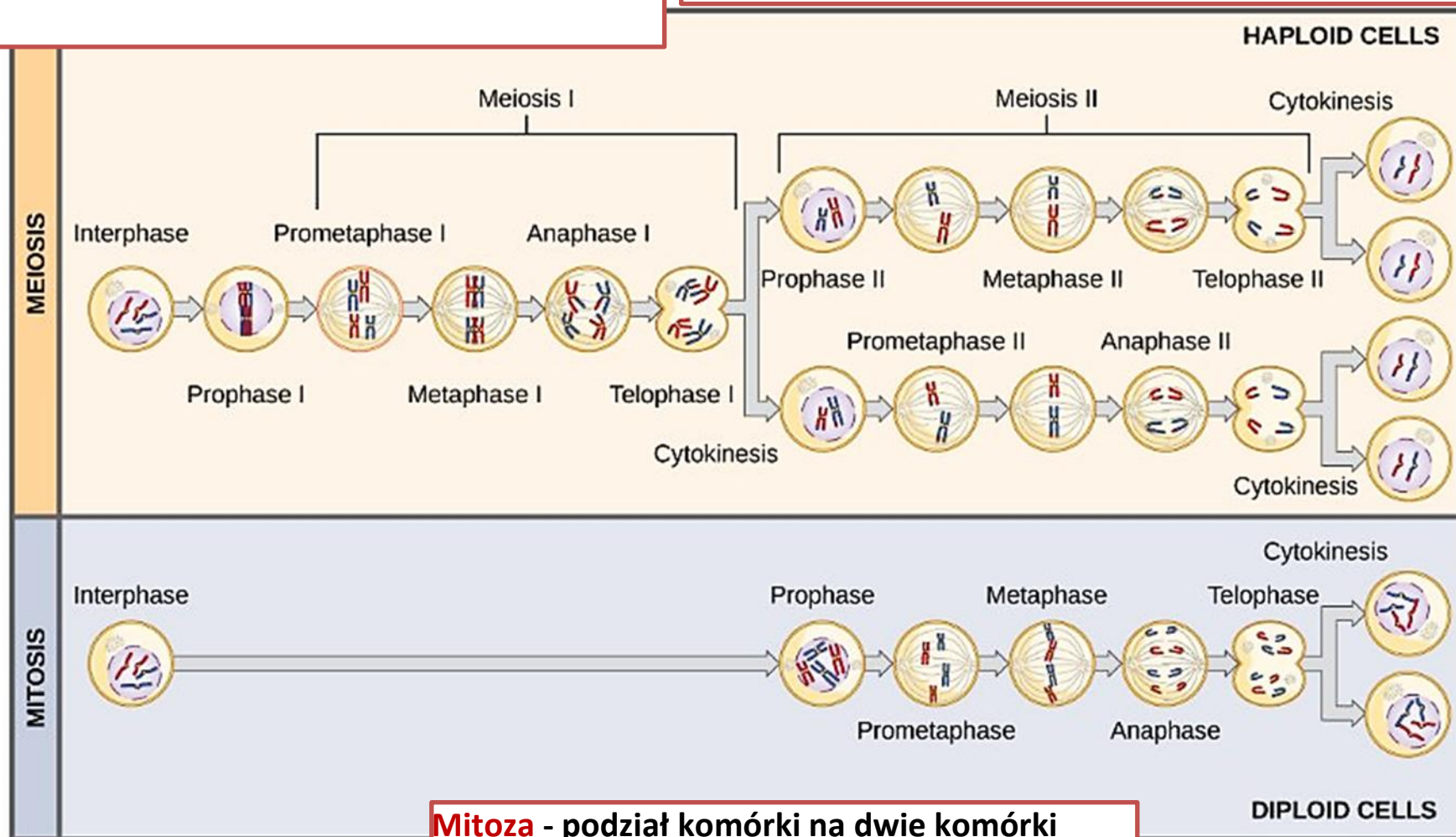
Copyright © 2010 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

**Mejoza** - proces podziału redukcyjnego jądra komórkowego, w czasie którego liczba chromosomów **ulega redukcji o połowę** (z diploidalnej liczby ( $2n$ ) do haploidalnej ( $1n$ )).

Z **jednej komórki diploidalnej** powstają **cztery komórki haploidalne** (1 spermatogonium  $\Rightarrow$  4 plemniki lub 1 oogonium  $\Rightarrow$  1 komórka jajowa + 3 ciała kierunkowe).

**Mejoza I (podział redukcyjny),** homologiczne pary chromosomów zostają rozdzielone, zmniejszając tym samym ich liczbę z diploidalnej ( $2n$ ) do haploidalnej ( $1N$ )

**Mejoza II (podział wyrównawczy)** zachodzi bez syntezy DNA, prowadząc do powstania czterech komórek potomnych, każda z haploidalną liczbą chromosomów



**Mitoza** - podział komórki na dwie komórki potomne, genetycznie identyczne względem siebie oraz komórki z której powstały



# MEJOZA

Przed rozpoczęciem mejozy, DNA ulega replikacji w pierwotnej komórce w fazie S cyklu komórkowego

**1 podział  
mejotyczny**  
(redukcyjny)

**Profaza I**

dzieli się na



**Leptoten**

**Zygoten**

**Pachyten**

**Diploten**

**Diakineza**

Prometafaza I

**Metafaza I**

**Anafaza I**

**Telofaza I**

**Replikacja DNA nie zachodzi przed 2 podziałem !!!**

**2 podział  
mejotyczny**  
(wyrównawczy)

**Profaza II**

Prometafaza II

**Metafaza II**

**Anafaza II**

**Telofaza II**

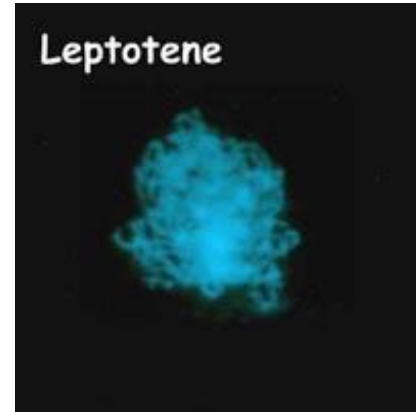
# Profaza I - najdłuższa

## Leptoten

- chromosomy wyodrębniają się jako pojedyncze cienkie nici

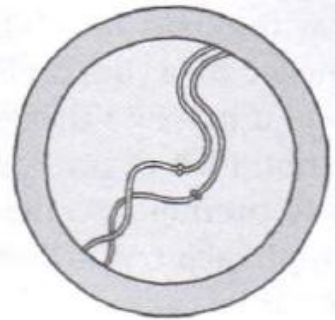


Leptoten



## Zygoten

- chromosomy homologiczne układają się w pary (koniugują ze sobą), tworząc **biwalenty**



Zygoten



# Profaza II

## Pachyten

- Powstają węzły rekombinacyjne, zadaniem których jest ułatwienie procesu wymiany między chromosomami; zachodzi **proces Crossing-over** w miejscach zwanych **chiazmami**

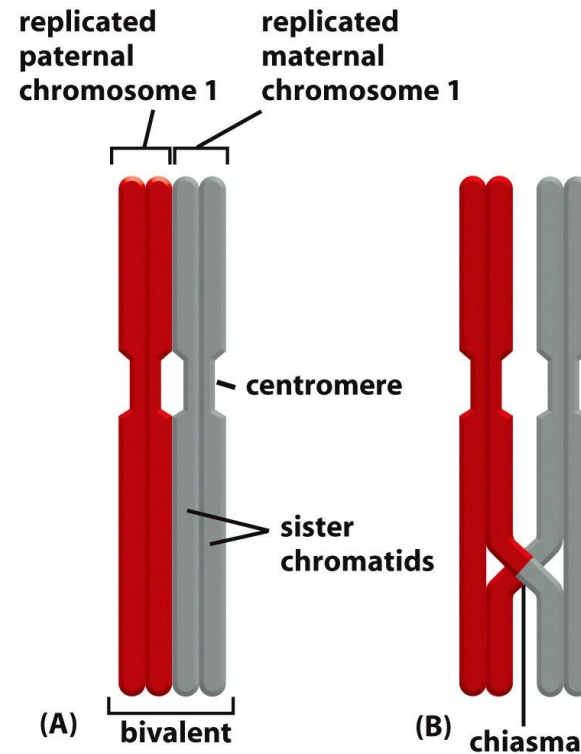
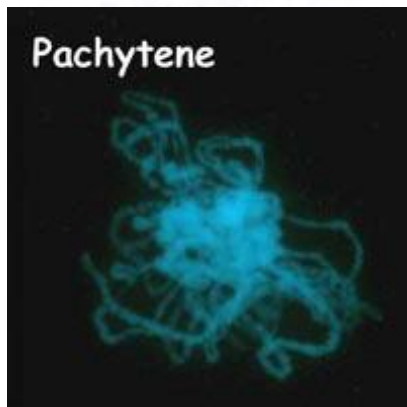
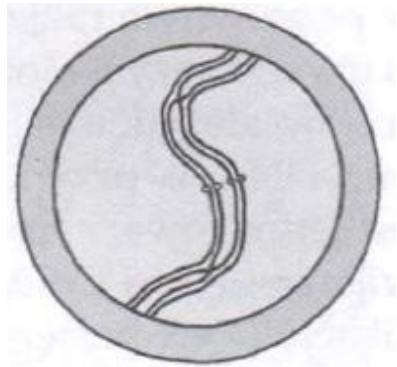
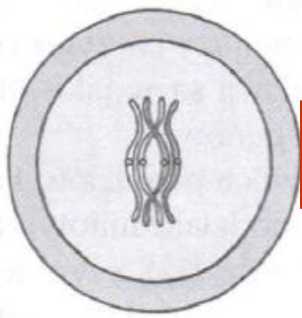


Figure 21-6 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

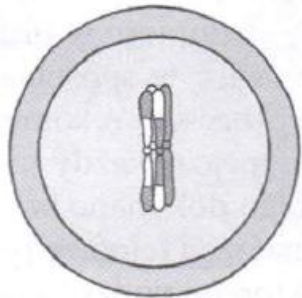
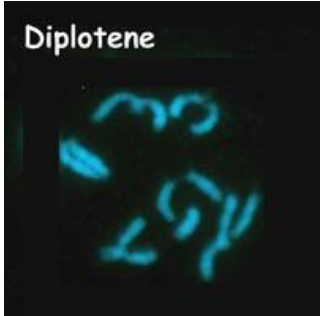
## *Profaza I*



### **Diploten**

- pary chromatyd chromosomów siostrzanych rozchodzą się, ale pozostają związane w punktach zwanych chiazmami
- każdy biwalent jest połączony przez jedną lub więcej chiazm

Diplotene



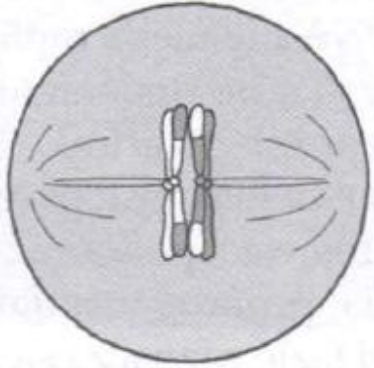
### **Diakineza**

- chromosomy ulegają dalszej kondensacji i spiralizacji, postępuje skracanie i pogrubienie chromatyd
- chromosomy homologiczne połączone są chiazmami



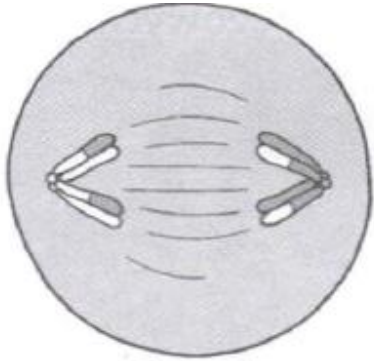


# *Metafaza I*



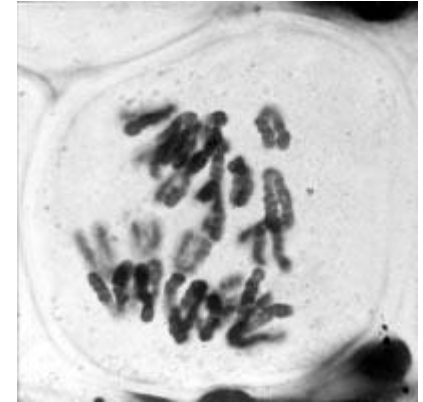
- **Zanika otoczka jądrowa oraz jąderka**
- **Biwalenty ustawione są w płaszczyźnie równikowej**
- **Mikrotubule wrzeciona podziałowego połączone z biwalentami poprzez kinetochory**
- **Bieguny wrzeciona podziałowego znajdują się po dwóch przeciwległych stronach**

## Anafaza I

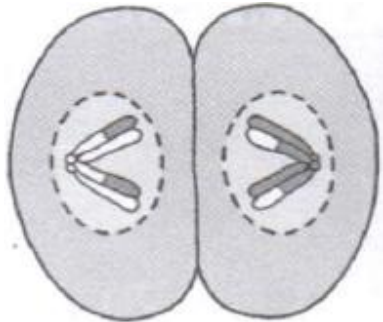


- włókna wrzeciona skracają się i odciągają chromosomy do biegunów komórki

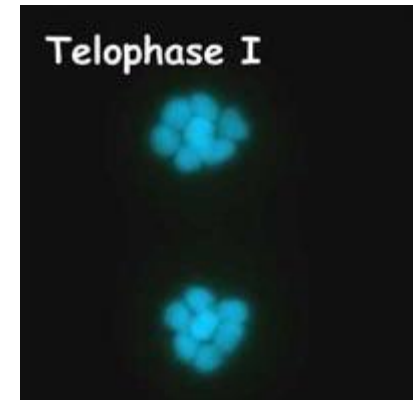
- centromery nie ulegają rozdziałowi: chromatydy siostrzane chromosomu pozostają związane – Różnica w stosunku do anafazy w mitozie !!



## Telofaza I

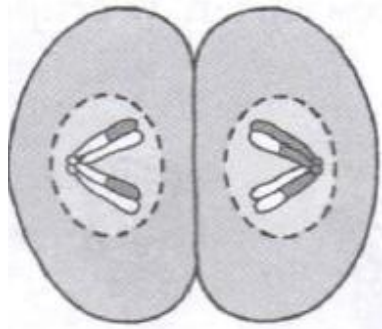


- każda komórka potomna posiada teraz połowę liczby chromosomów, ale każdy chromosom składa się z pary chromatyd

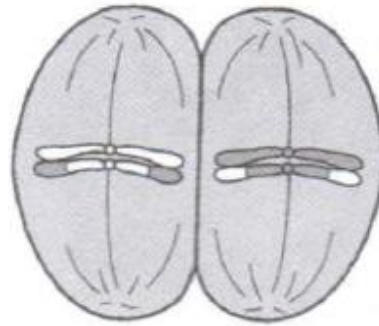


## Drugi podział mejotyczny

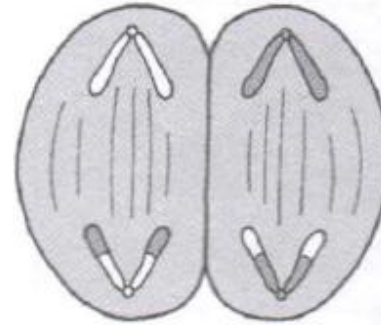
- przypomina mitozę



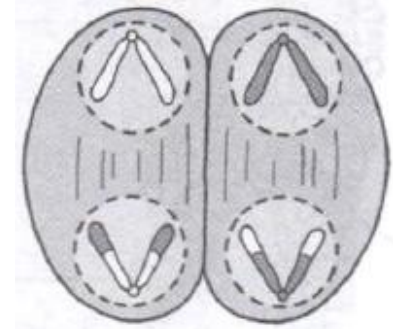
Profaza II



Metafaza II



Anafaza II



Telofaza II

- Znik jąderek i otoczki jądrowej
- Skracanie i pogrubienie chromatyd

- Kończy się tworzenie wrzeciona podziałowego. Centromery chromosomów ustawiają się w płaszczyźnie równikowej komórki. Nici białkowe wrzeciona łączą się z centromerami.

- Wrzeciono podziałowe kurczy się, centromery pękają, czego skutkiem jest oddzielenie się chromatyd.

- Odtworzenie otoczki jądrowej wokół skupisk chromosomów potomnych – wyodrębnienie się jąder potomnych, despiralizacja chromosomów do chromatyny.

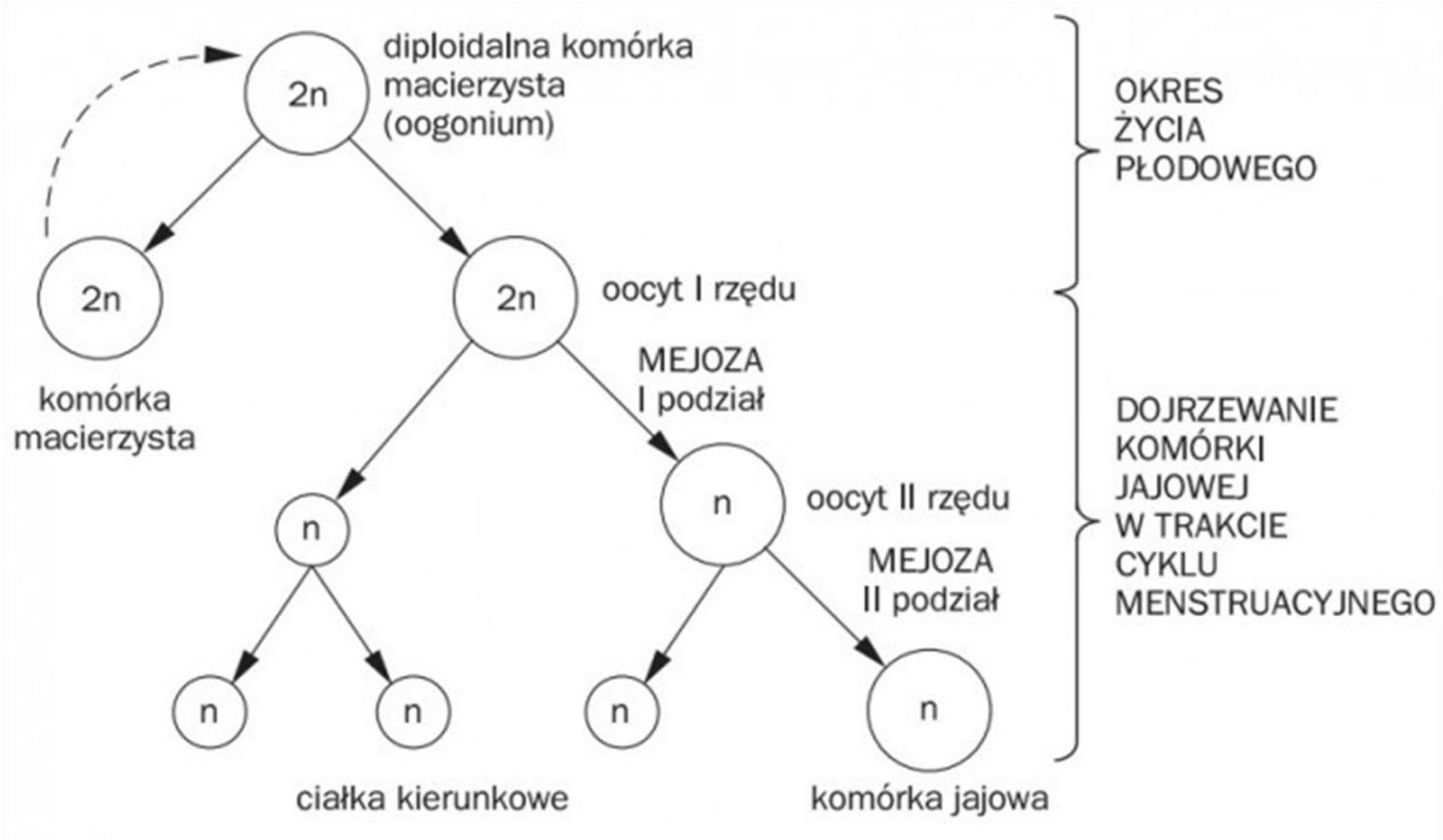
# OOGENEZA

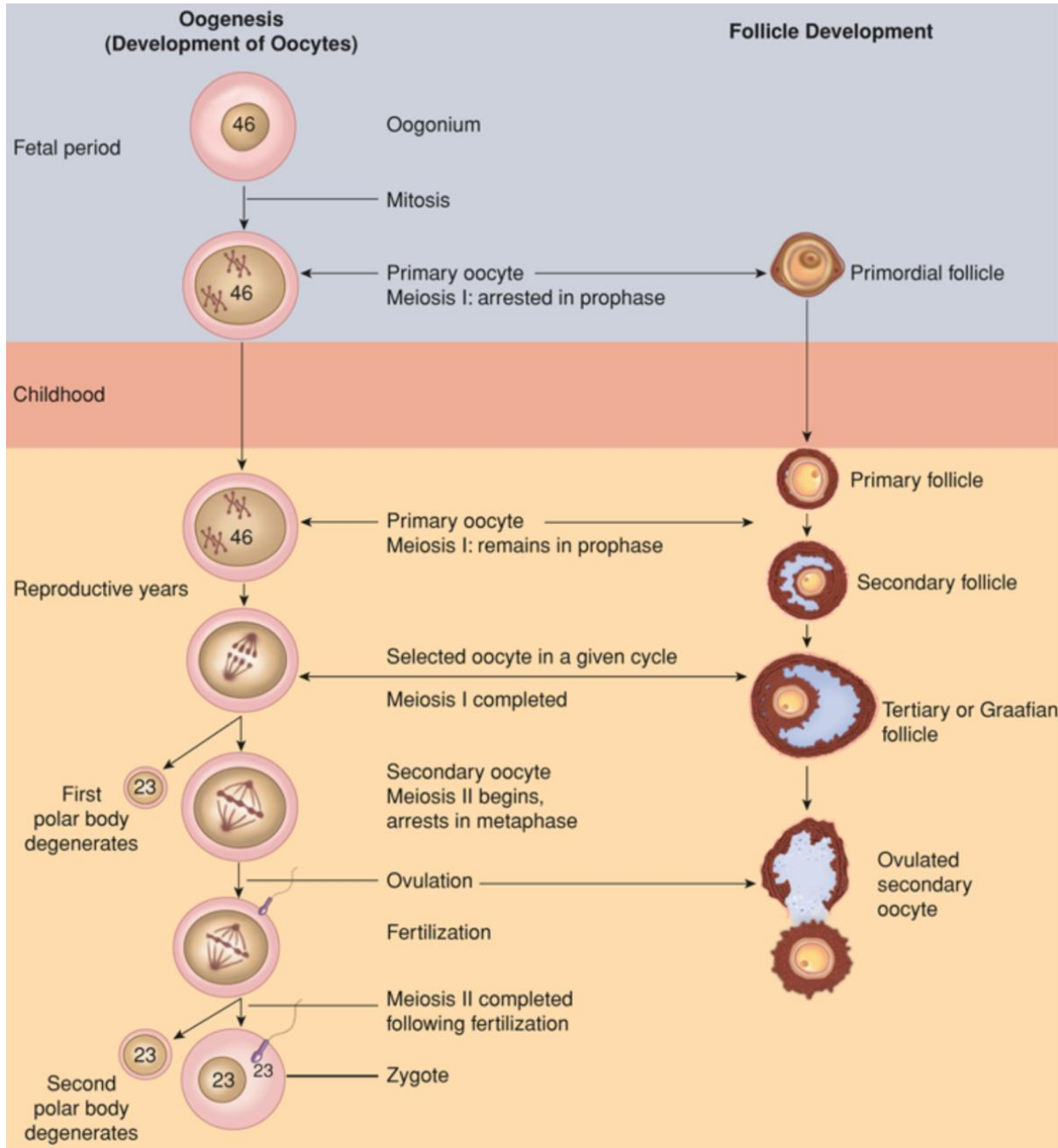
Proces dojrzewania pierwotnej komórki płciowej i wytwarzania dojrzałej gamety u kobiety.





# OOGENEZA





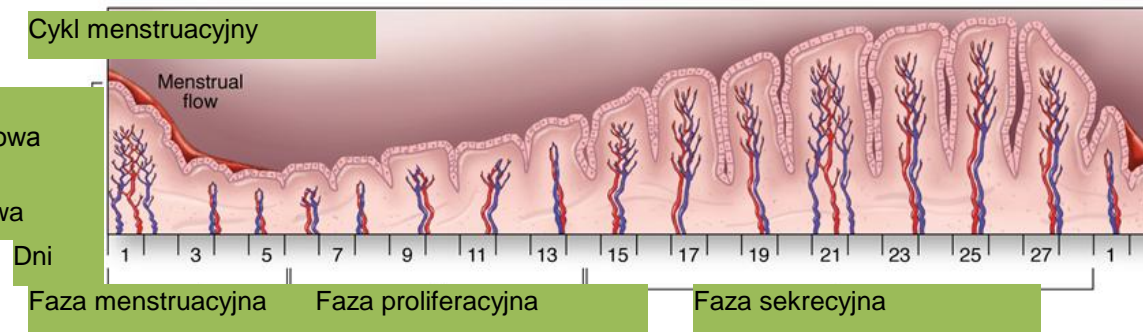
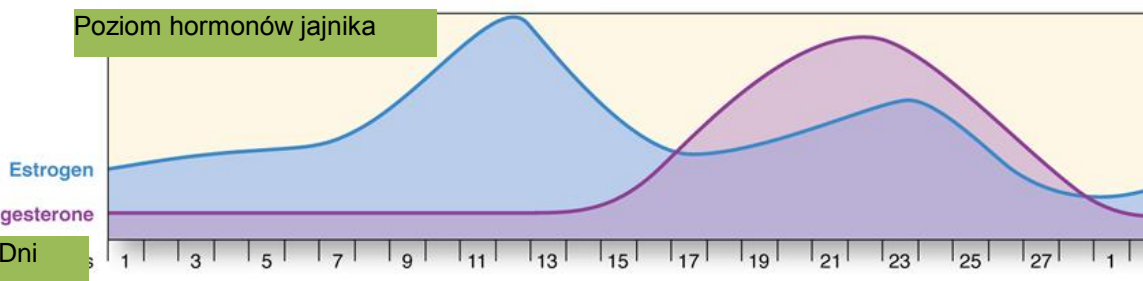
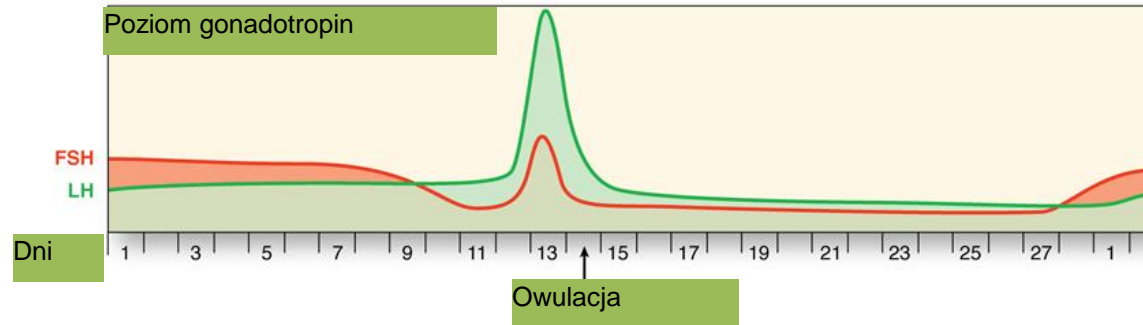
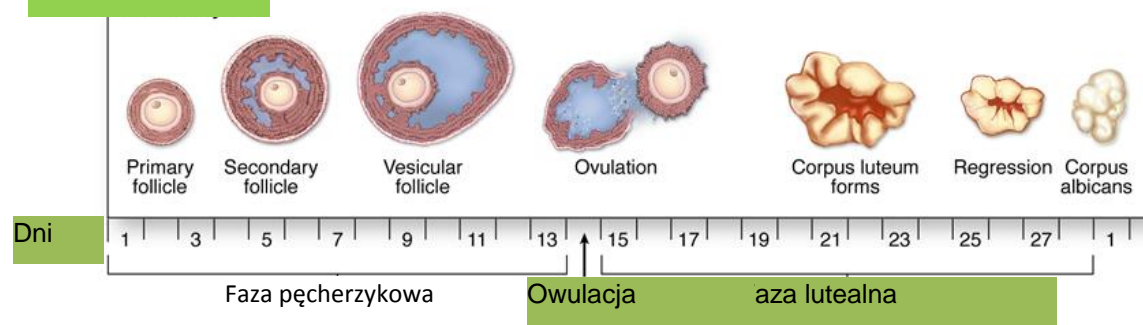
Pęcherzyk pierwotny

Pęcherzyk wtórny  
jednowarstwowy, potem  
wielowarstwowy

Pęcherzyk Graafa  
(dojrzały)

From: Chapter 15. Reproductive  
Endocrinology  
Williams Gynecology, 2e, 2012

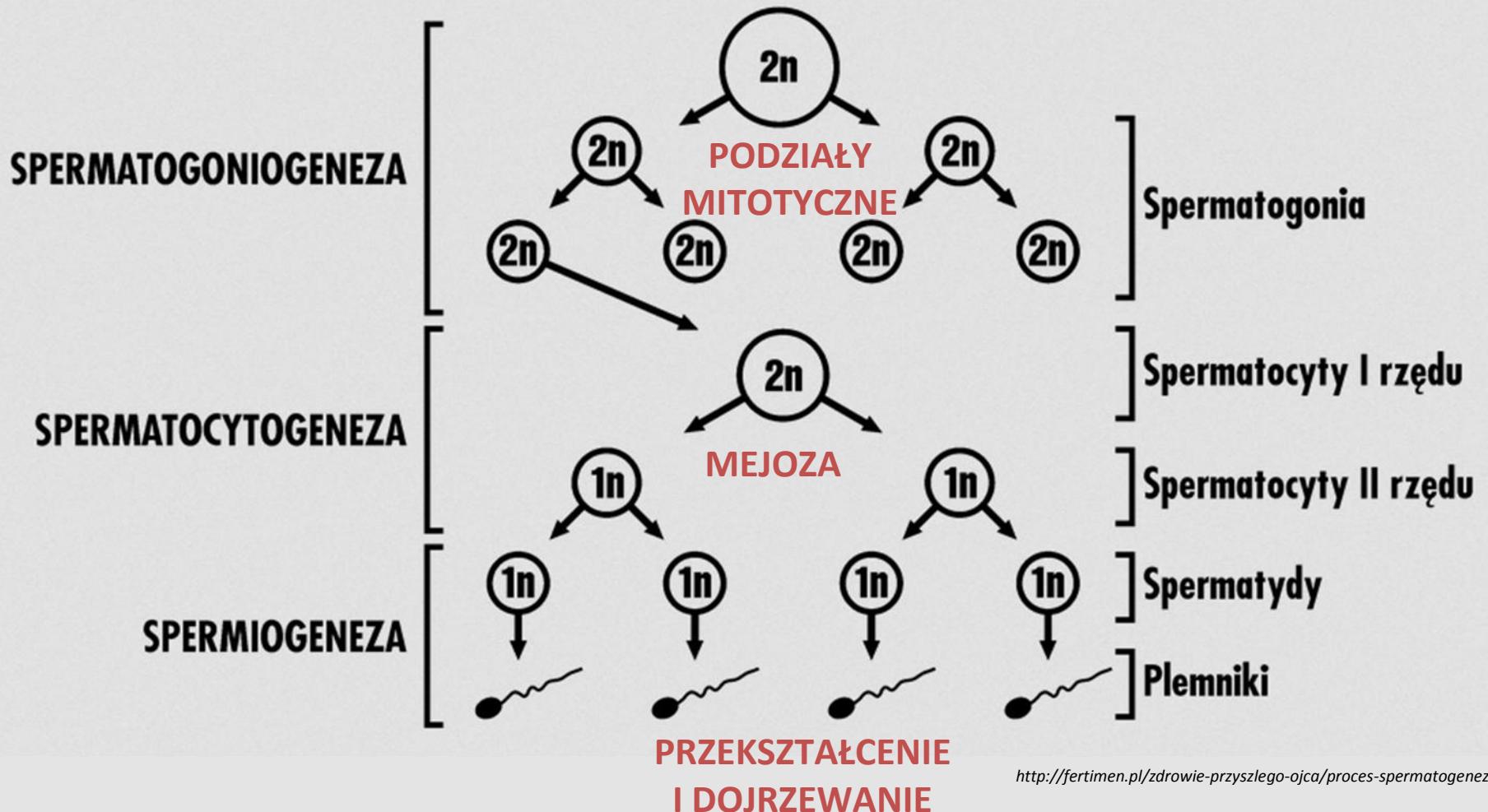
### Cykl jajnikowy



**Korelacja pomiędzy cyklem jajnikowym i menstruacyjnym oraz poziomem hormonów kontrolujących te procesy**

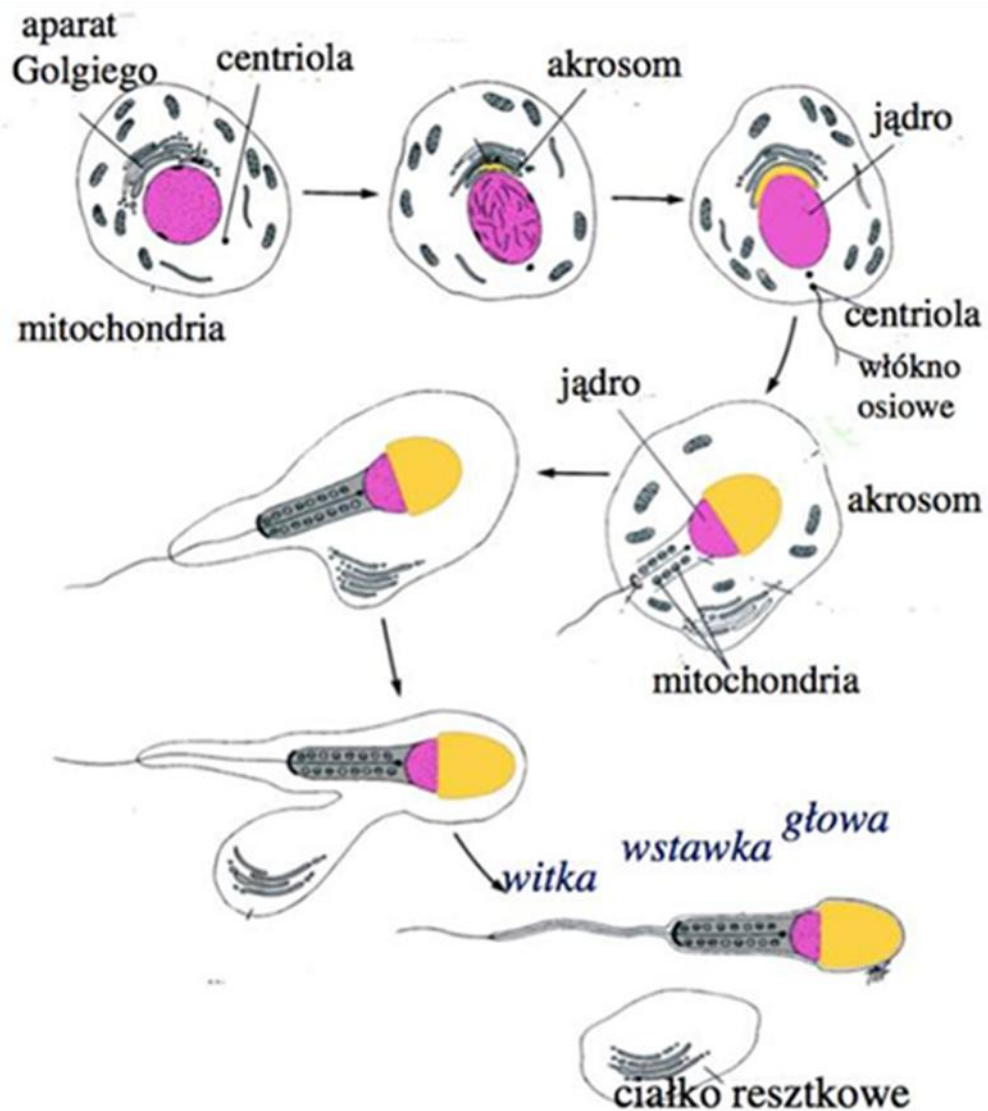
# SPERMATOGENEZA

## PROCES POWSTAWANIA MĘSKICH KOMÓREK ROZRODCZYCH

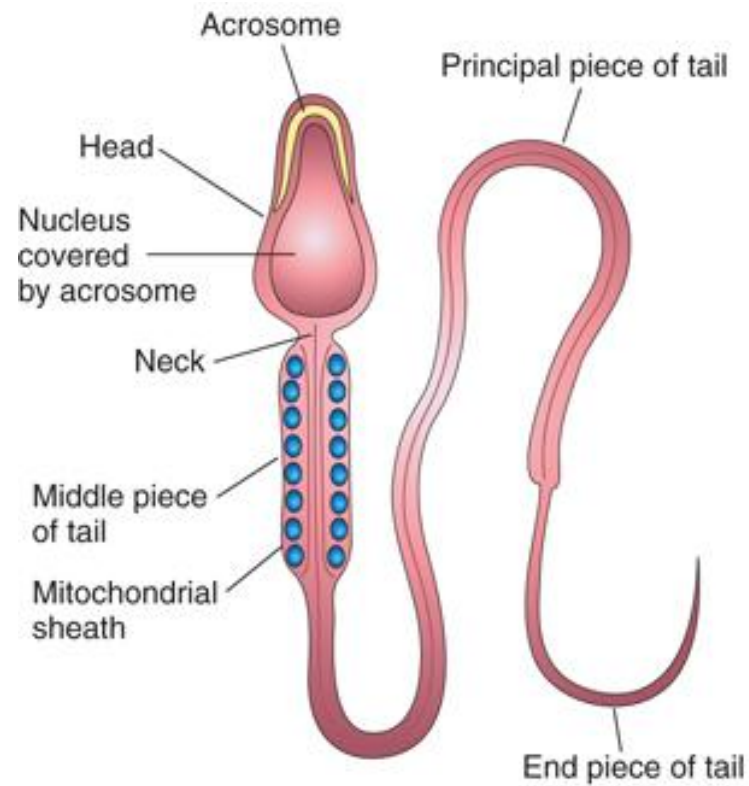
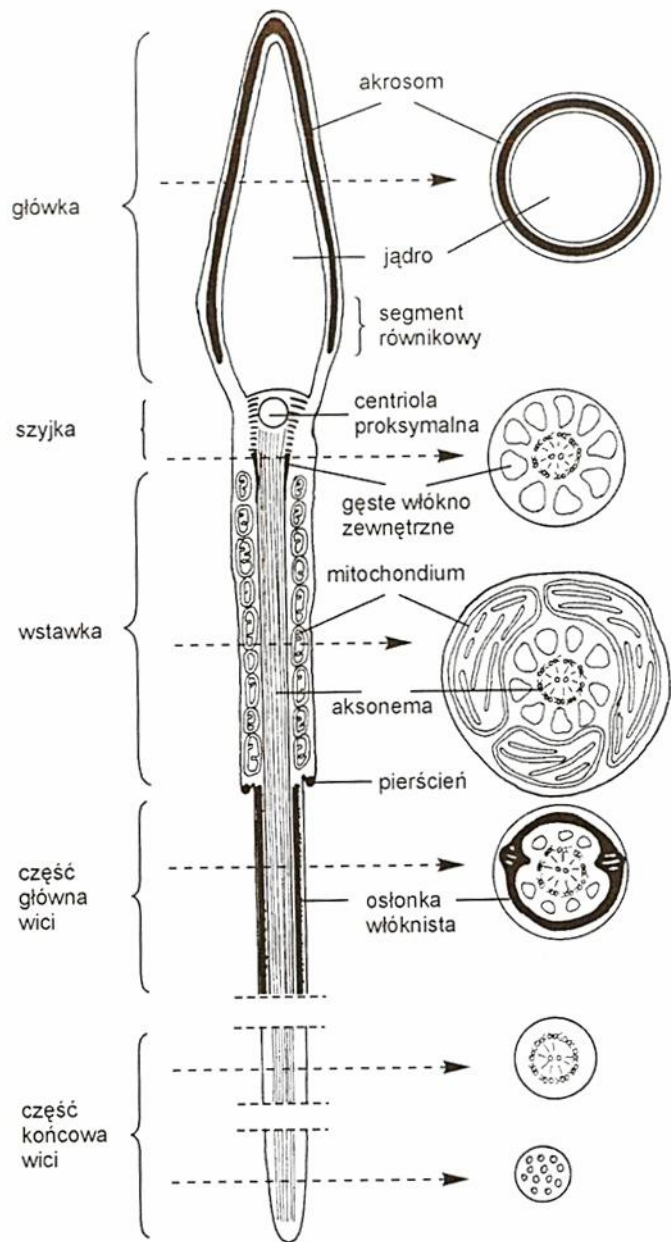




# SPERMIOGENEZA



# BUDOWA PLEMNIKI



# AKROSOM

Zbliżone do lizosomu organelum komórkowe, związane z retikulum śródplazmatycznym umiejscowione w przedniej części plemnika na szczycie jego główki.

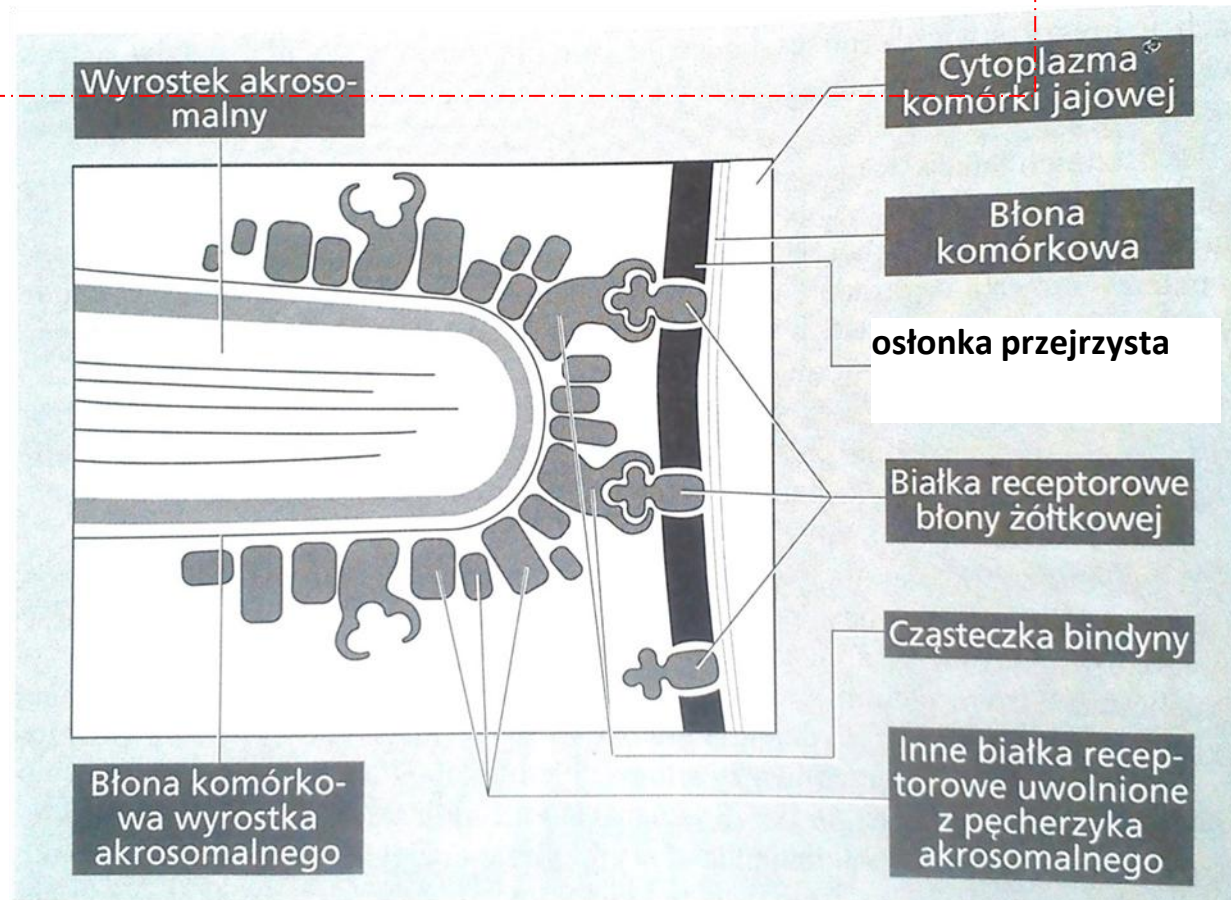
Zawiera proteiny, glikozydazy, fosfatazy, fosfolipazy.

**Najważniejszym enzymem jest AKROZYNA( proteaza serynowa).**

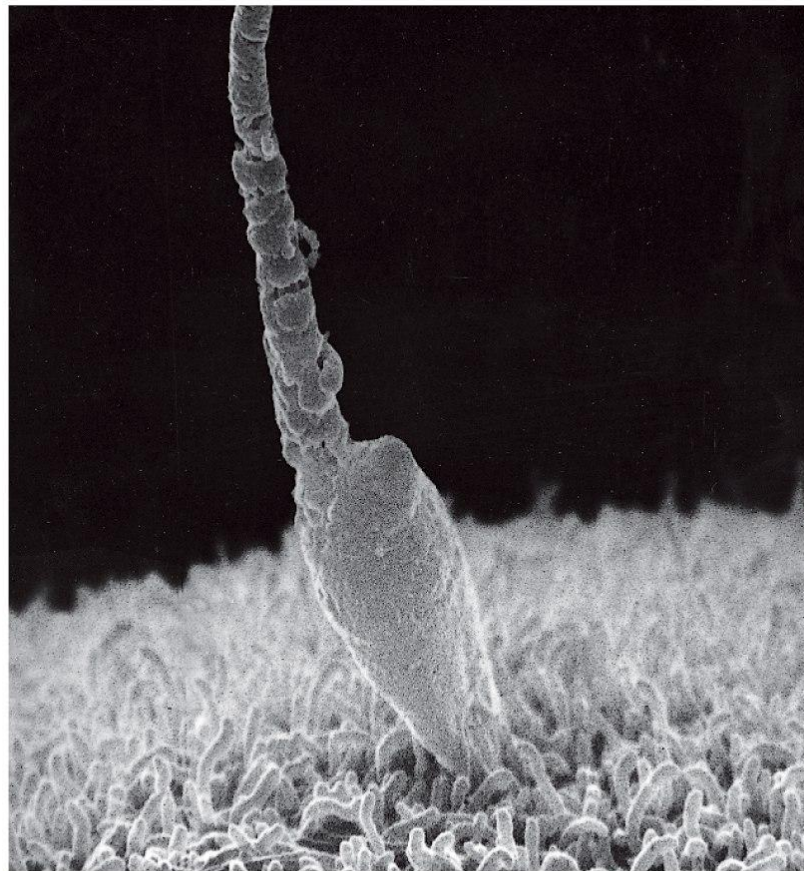


✓ Uczestniczy w penetracji przez osłonkę przejrzystą

✓ Jest prawdopodobnie ligandem drugorzędowym pozwalającym na **zatrzymanie na powierzchni komórki jajowej plemników, w których zaszła reakcja akrosomalna.**



# Zapłodnienie. Blastulacja. Implantacja.

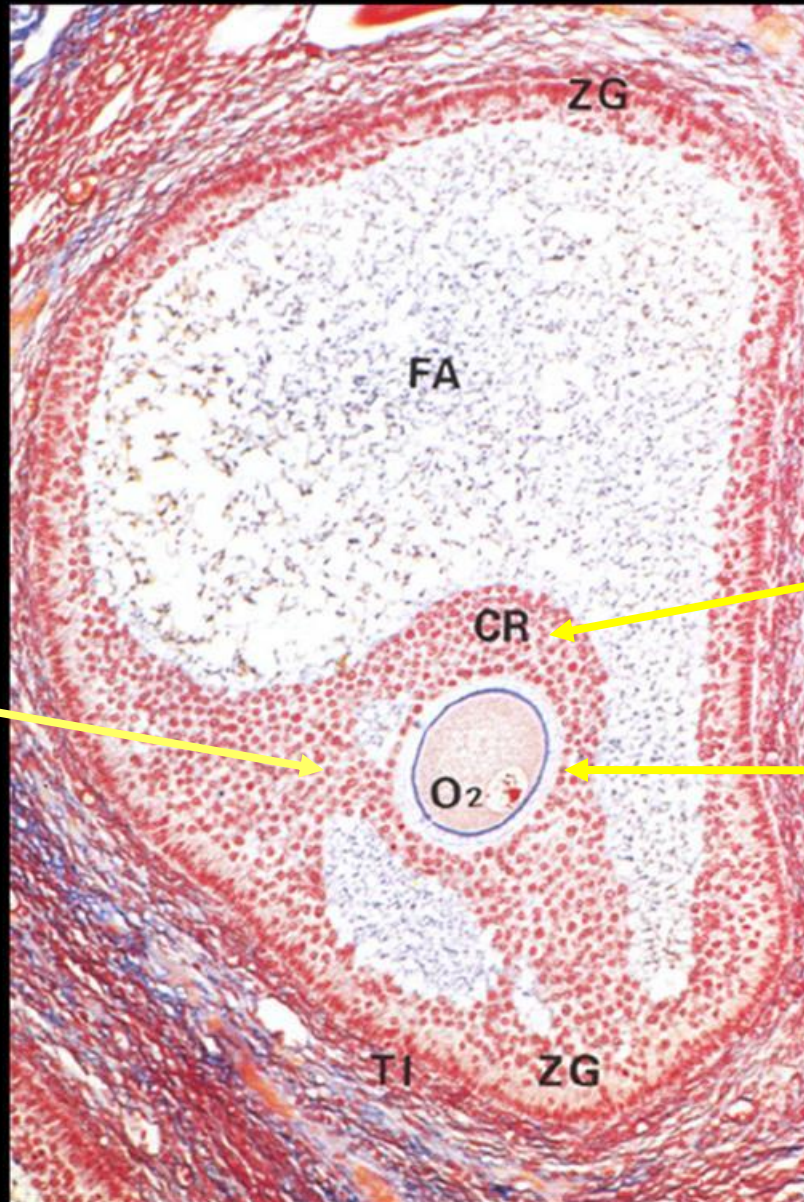


*Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

5  $\mu$ m



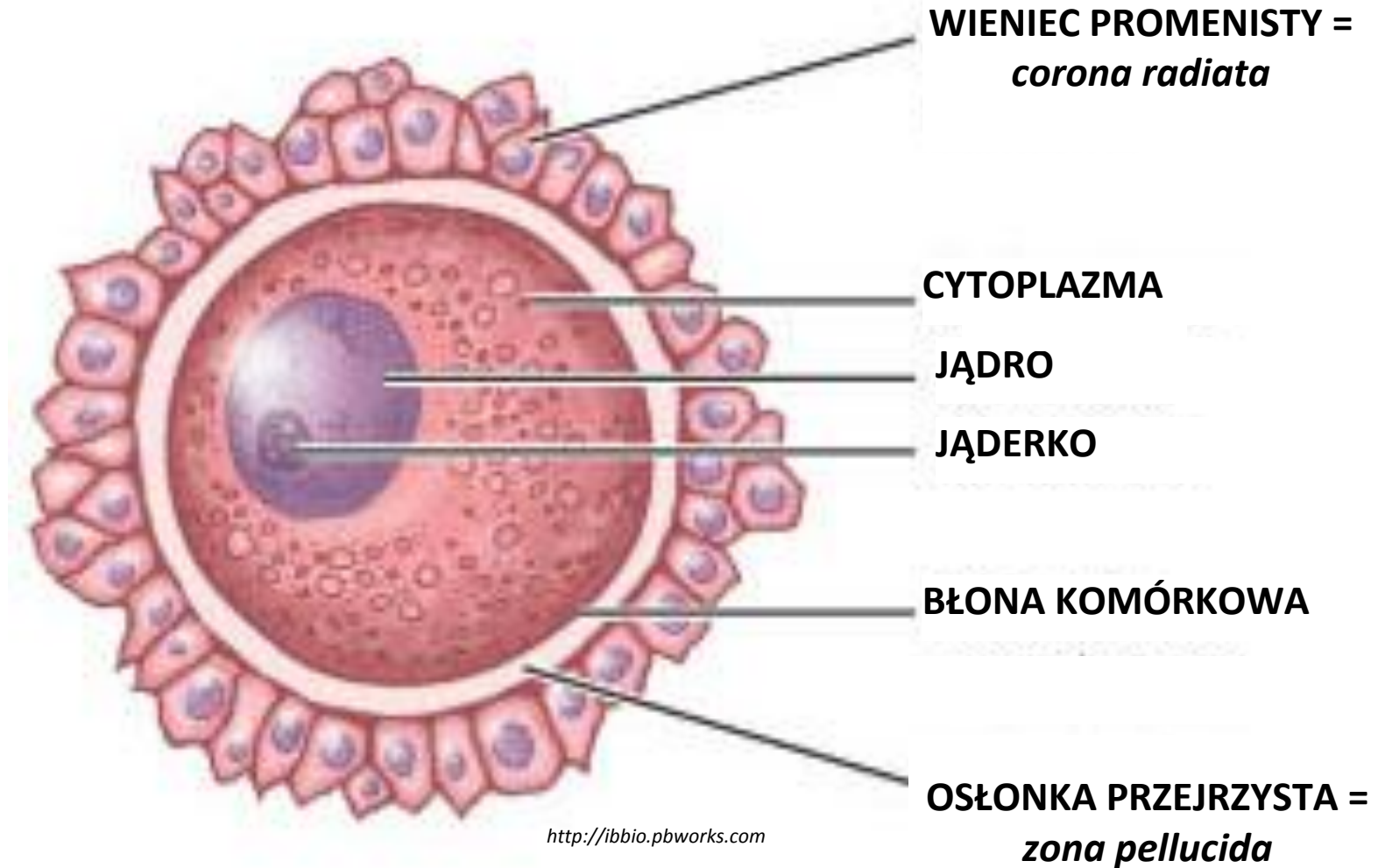
**DRONA RADIATA: 1-3 warstwy komórek ziarnistych przyłączone do zona  
ellucida,  
okrywają oocyt**



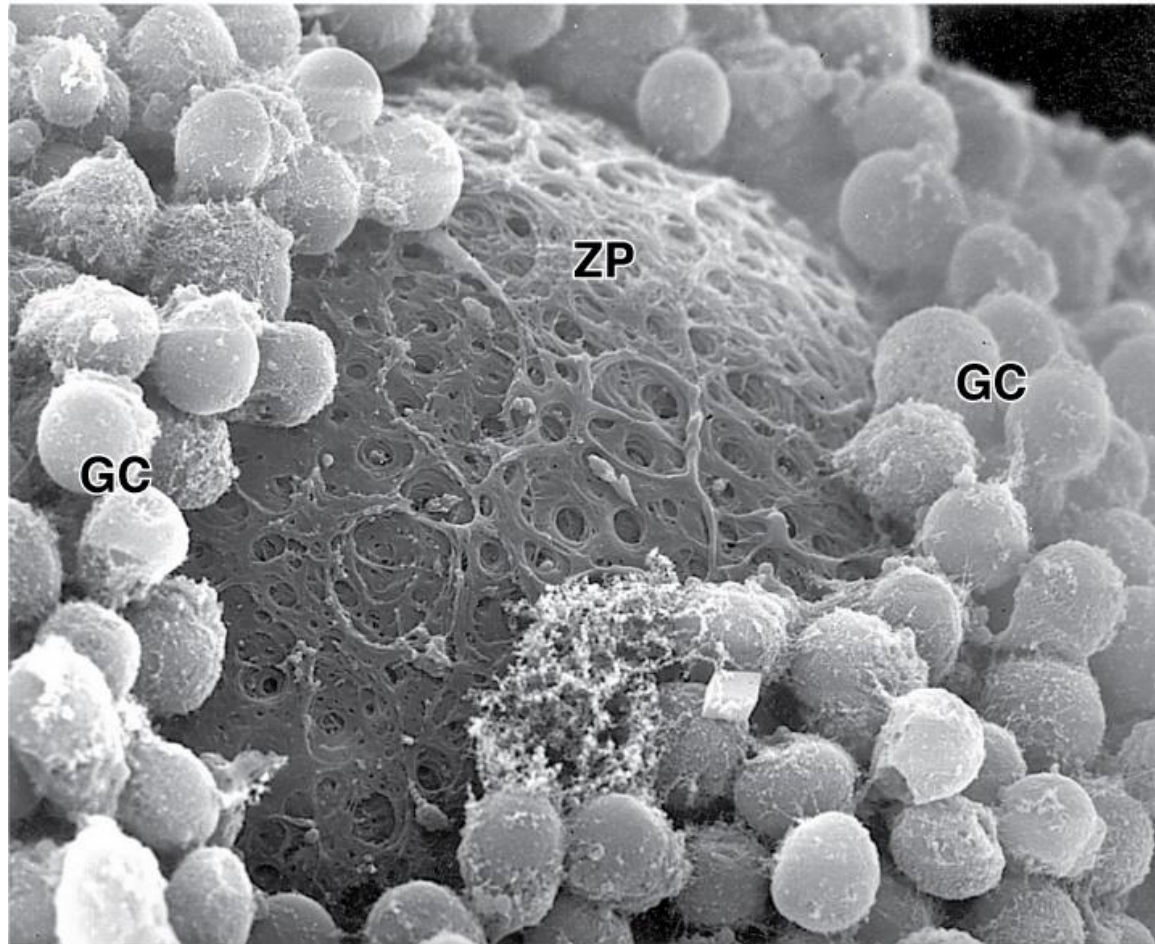
**cumulus oophorus  
= wznórek  
jajonośny**

**Komórki ziarniste  
wznórka jajonośnego  
tworzą tzw.  
membrana granulosa  
= błonę ziarnistą**

# BUDOWA KOMÓRKI JAJOWEJ



ZP, osłonka przejrzysta; GC, komórki ziarniste

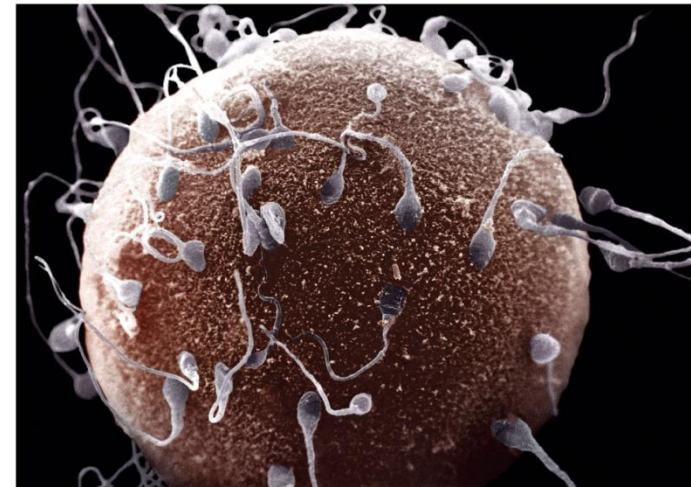




# ZAPŁODNIENIE

- zapłodnienie to połączenie się komórki płciowej żeńskiej - oocytu II rzędu i komórki płciowej męskiej - plemnika
- miejscem zapłodnienia jest najczęściej najszersza część jajowodu – jego bańka
- kończy się wymieszaniem chromosomów, matczynych oraz ojcowskich w płytce metafazalnej pierwszego podziału mitotycznego zygoty

*Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)



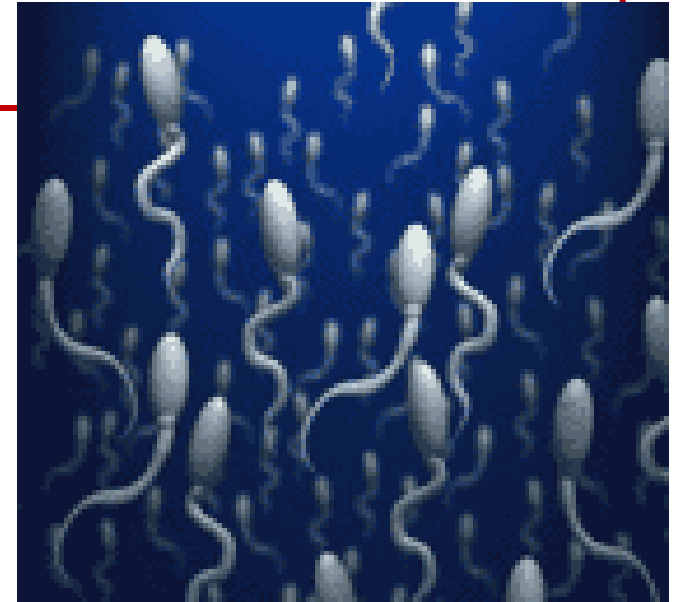
# Etapy zapłodnienia:

- 1) kapacytacja,
- 2) przenikanie plemników przez komórki wieńca promienistego,
- 3) przyleganie plemników do osłonki przejrzystej
- 4) reakcja akrosomalna oraz penetracja przez osłonkę,
- 5) fuzja błon komórkowych obu gamet,
- 6) aktywacja oocytu,
- 7) reakcja korowa oraz blok przeciwko polispermii,
- 8) zakończenie podziału mejozytycznego i tworzenie przedjądrzy,
- 9) fuzja genomów oraz powstanie zygoty.



# KAPACYTACJA

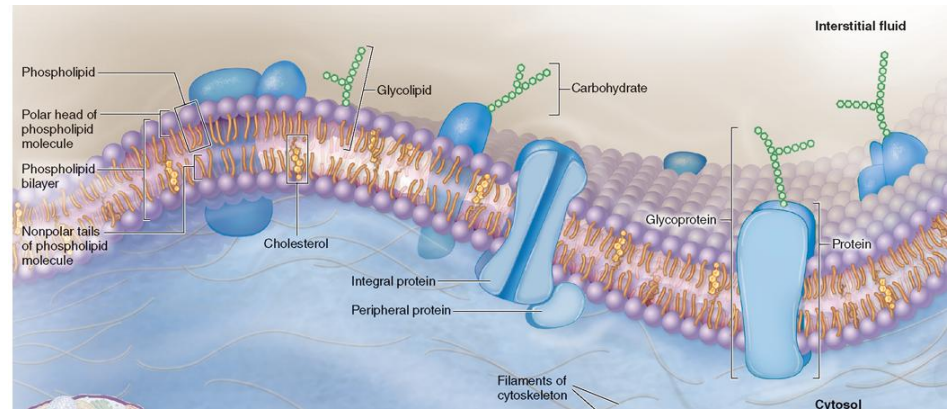
- ✓ Zachodzi w żeńskich drogach rodnych
- ✓ Powoduje odwracalne zmiany w błonach komórkowych plemnika
- ✓ Przygotowuje plemnik do zapłodnienia
- ✓ Trwa od 3 do 6 godzin



**W wyniku kapacytacji następuje:**

- ✓ Zmiana toru i ruchu gamety
- ✓ Zwiększenie kąta uderzania witki
- ✓ Zwiększenie siły pchania

**HIPERAKTYWACJA**

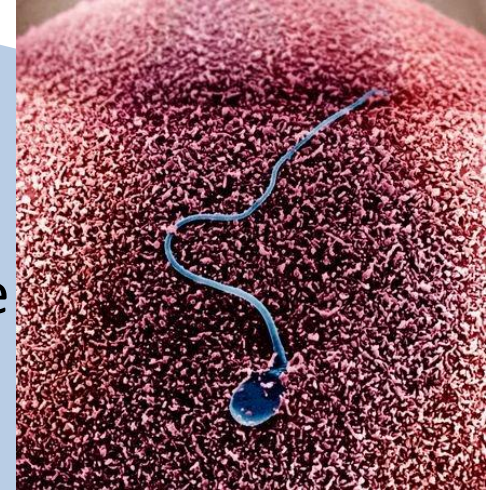


## W błonie komórkowej plemnika dochodzi do:

- ✓ Zwiększenia płynności, na skutek usunięcia cholesterolu
- ✓ Zwiększenia stosunku nienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych
- ✓ Zmiany struktury i topografii białek w obrębie główki i wstki
- ✓ Powstania obszarów pozbawionych białek, które w dalszych etapach zapłodnienia biorą udział w fuzji z błoną zewnętrzną akrosomu
- ✓ Zwiększenie ekspresji lektyn (pewnych cukrowców), receptorów progesteronu oraz cząsteczek adhezyjnych

# W PROCESIE KAPACYTACJI DUŻĄ ROLĘ ODGRYWAJĄ

- cAMP-zależna fosforylacja tyrozyny
- Zmiana pH cytoplazmy na bardziej zasadowe
- Zmiana stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$ 
  - ✓  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPaza wydalająca  $\text{Ca}^{2+}$  na zewnątrz
  - ✓ Pompa  $\text{Na}^{+}$ - $\text{Ca}^{2+}$  powodująca napływ  $\text{Ca}^{2+}$  i wypływanie  $\text{Na}^{+}$
  - ✓ Kanały  $\text{Ca}^{2+}$  umożliwiające gwałtowny napływ  $\text{Ca}^{2+}$  do komórki



WEWNĄTRZKOMÓRKOWA ZMIANA pH **AKTYWUJE BIAŁKO CATSPER1**, A TO Z KOLEI  
POWODUJE **WZROST STĘŻENIA  $\text{Ca}^{2+}$  W WITCE PLEMNIKA I JEGO HIPERAKTYWACJĘ**

## 2. Rozpoznanie i wiązanie się gamet

### a) Receptory komórki jajowej

Obecne są w osłonce przejrzystej i działają specyficznie gatunkowo.

| Nazwa białka | Masa cząsteczkowa (kDa) | Udział procentowy w osłonce przejrzystej | Charakterystyka                              |
|--------------|-------------------------|--|--|
| ZP1          | Dimer, ~200             | 36 %                                     | Wygląd „gąbczasty”                           |
| ZP2          | ~120                    | 46 %                                     | Długie filamenty                             |
| ZP3          | ~83                     | 17 %                                     | <b>Najważniejsze białko, połączone z ZP2</b> |

Podział na:

1. Oddziałujące z ligandami pierwszorzędowymi obecnymi w błonie komórkowej plemnika – ZP3
2. Oddziałujące z drugorzędowymi ligandami plemnika eksponowanymi po zakończeniu reakcji akrosomalnej – ZP2

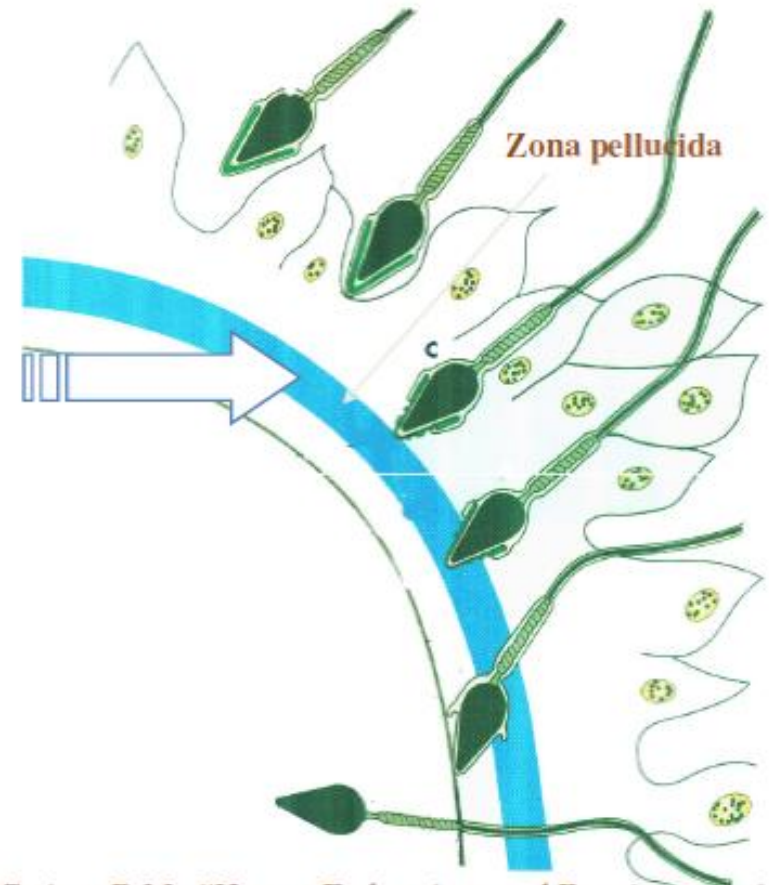
## b) Receptory plemnika

**EBP** (ang. **Egg Binding Protein on sperm**) komplementarne do receptorów osłonki przejrzystej, uczestniczą w rozpoznaniu plemnika i wiązaniu z komórką jajową.

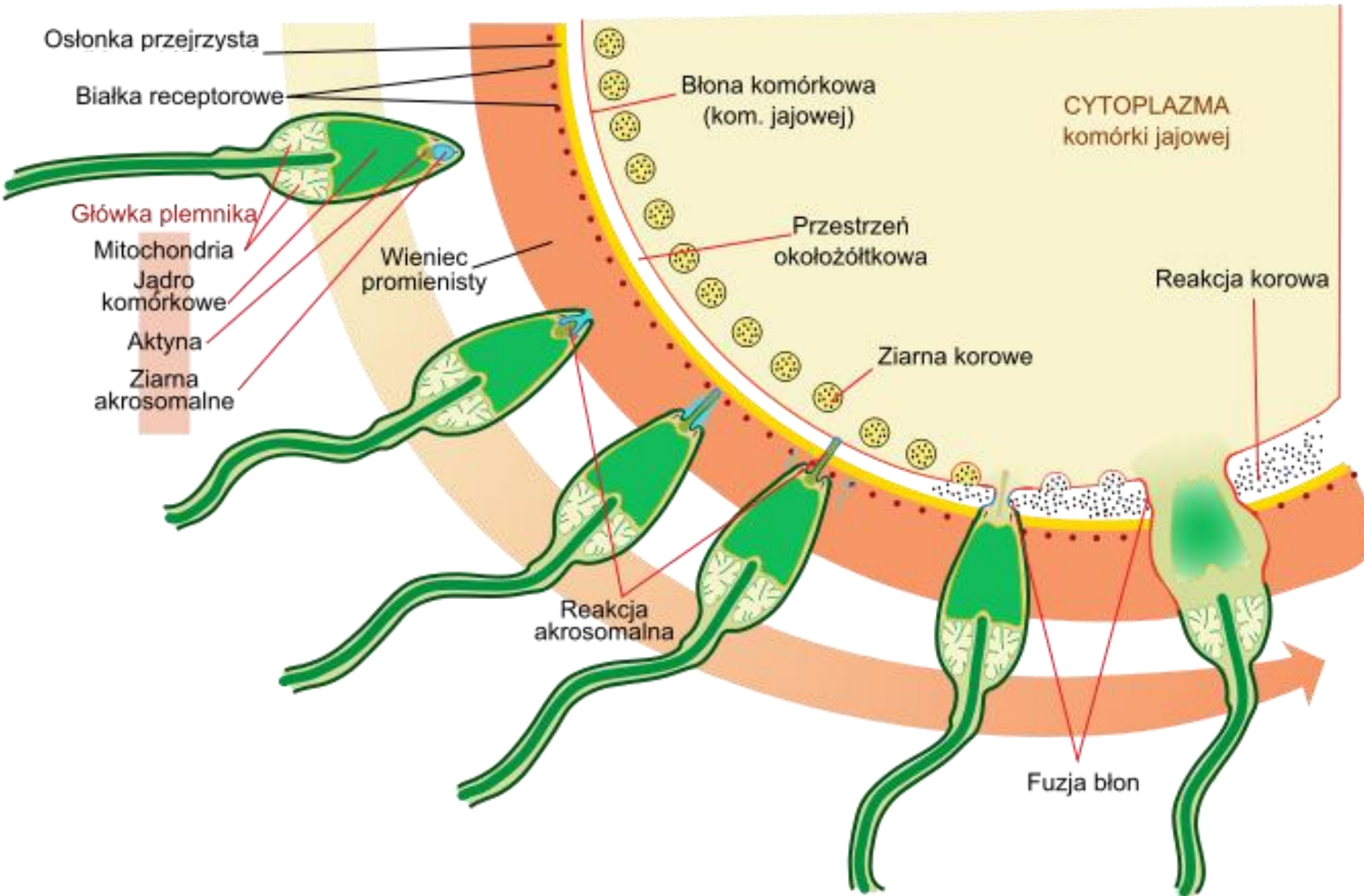
Pomimo licznych prób i rozpoznania takich białek jak **spermadhezyna** i **zonadhezyna**

**NIE ZIDENTYFIKOWANO CZYNNIKA**

bez którego rozpoznanie i związanie plemnika z komórką jajową nie miałyby miejsca.



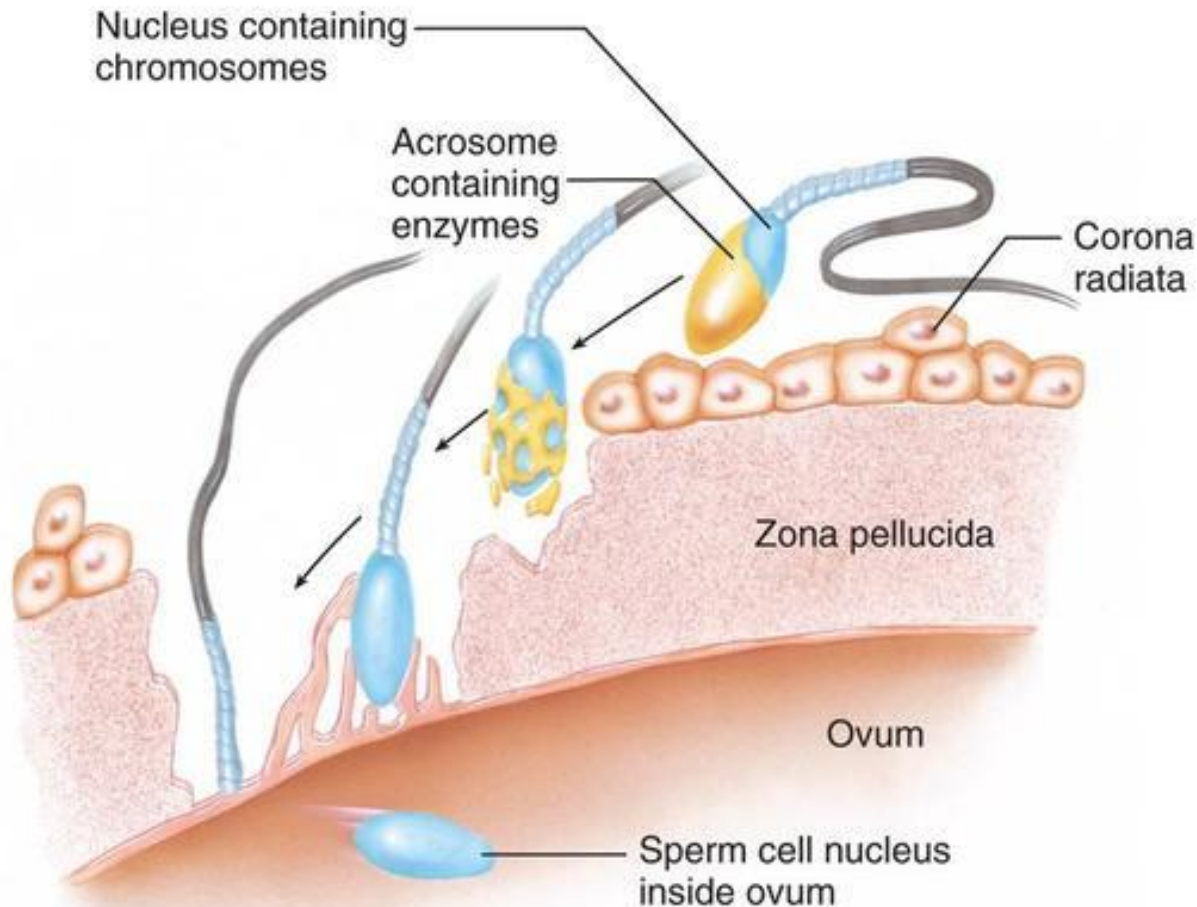
Carlson B.M.: "Human Embryology and Developmental Biology" (Mosby, Inc., 2004)





## PRZENIKANIE PLEMNIKÓW PRZEZ WIENIEC PROMIENISTY UMOŻLIWIA HIALURONIDAZA PLEMNIKÓW

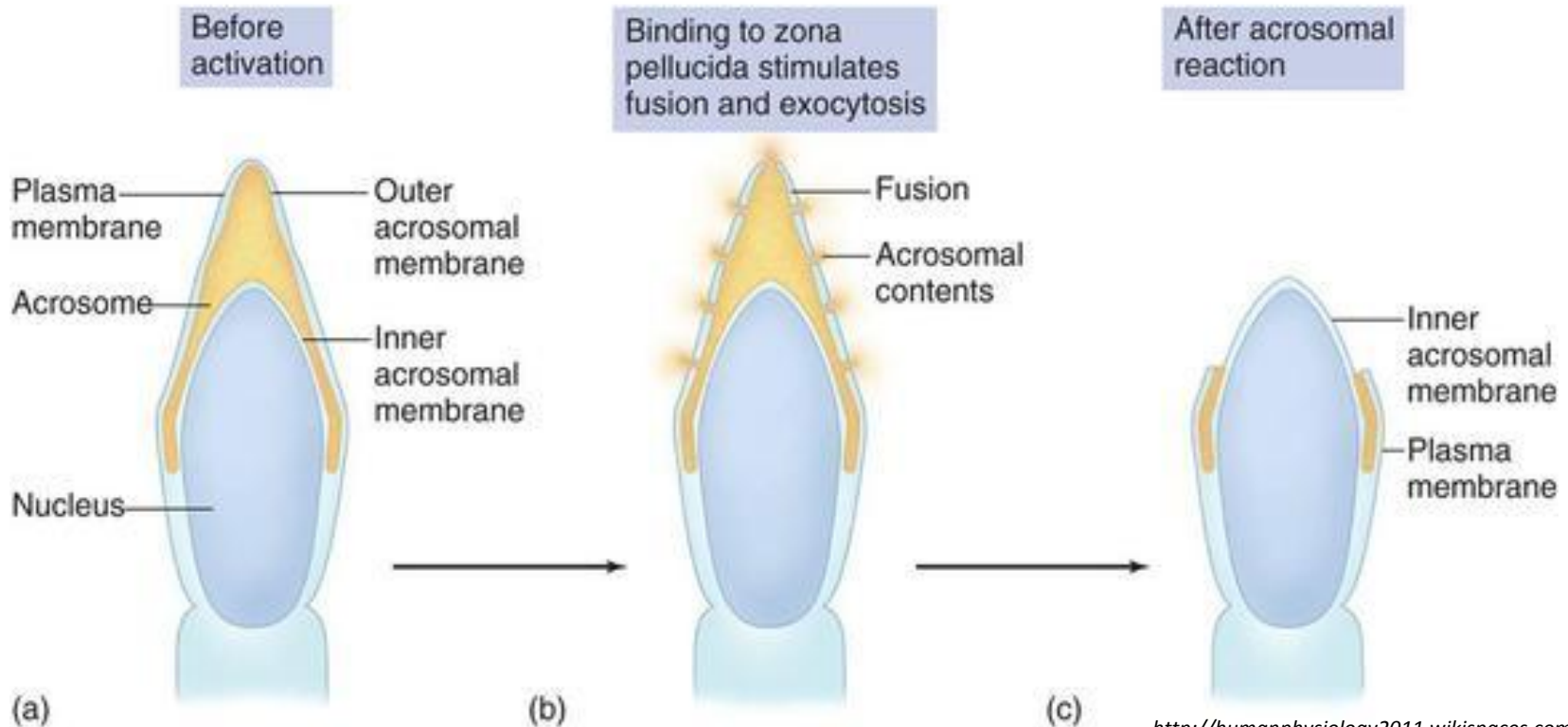
- następuje łączenie się białek receptorowych błony komórkowej plemnika z glikoproteinami osłonki przejrzystej



## ETAPY REAKCJI AKROSOMALNEJ

1. Fuzja pomiędzy zewnętrzną błoną akrosomalną a błoną komórkową przedniej części główki plemnika
2. Formowanie pęcherzyków akrosomalnych
3. Uwolnienie i rozproszenie enzymatycznej zawartości akrosomu
4. Ekspozycja wewnętrznej błony akrosomalnej ze związanym na niej enzymami

**Induktorem** reakcji akrosomalnej może być progesteron, jednak najważniejszym białkiem jest **ZP3**



# AKROSOM

Zbliżone do lizosomu organelum komórkowe, związane z retikulum śródplazmatycznym umiejscowione w przedniej części plemnika na szczycie jego główki.

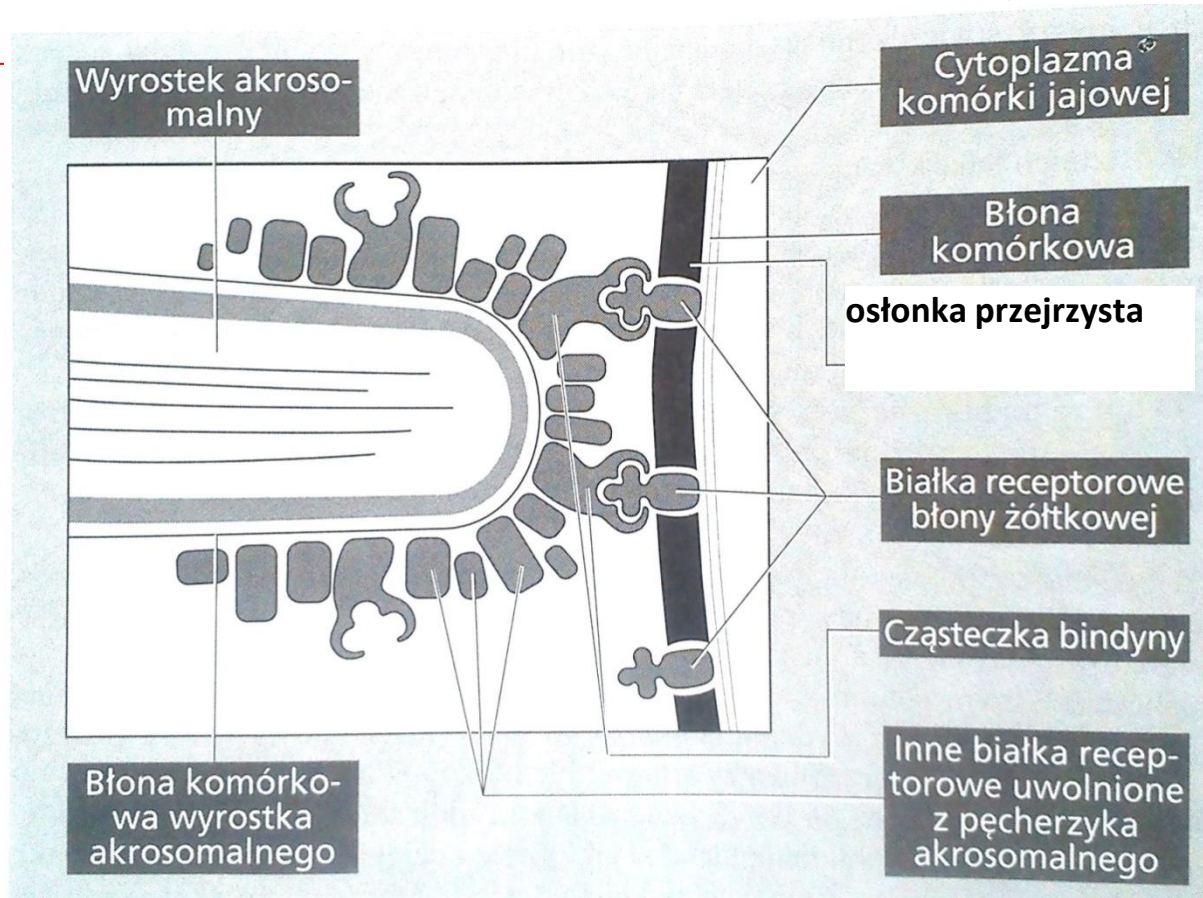
Zawiera proteiny, glikozydazy, fosfatazy, fosfolipazy.

**Najważniejszym enzymem jest AKROZYNA( proteaza serynowa).**



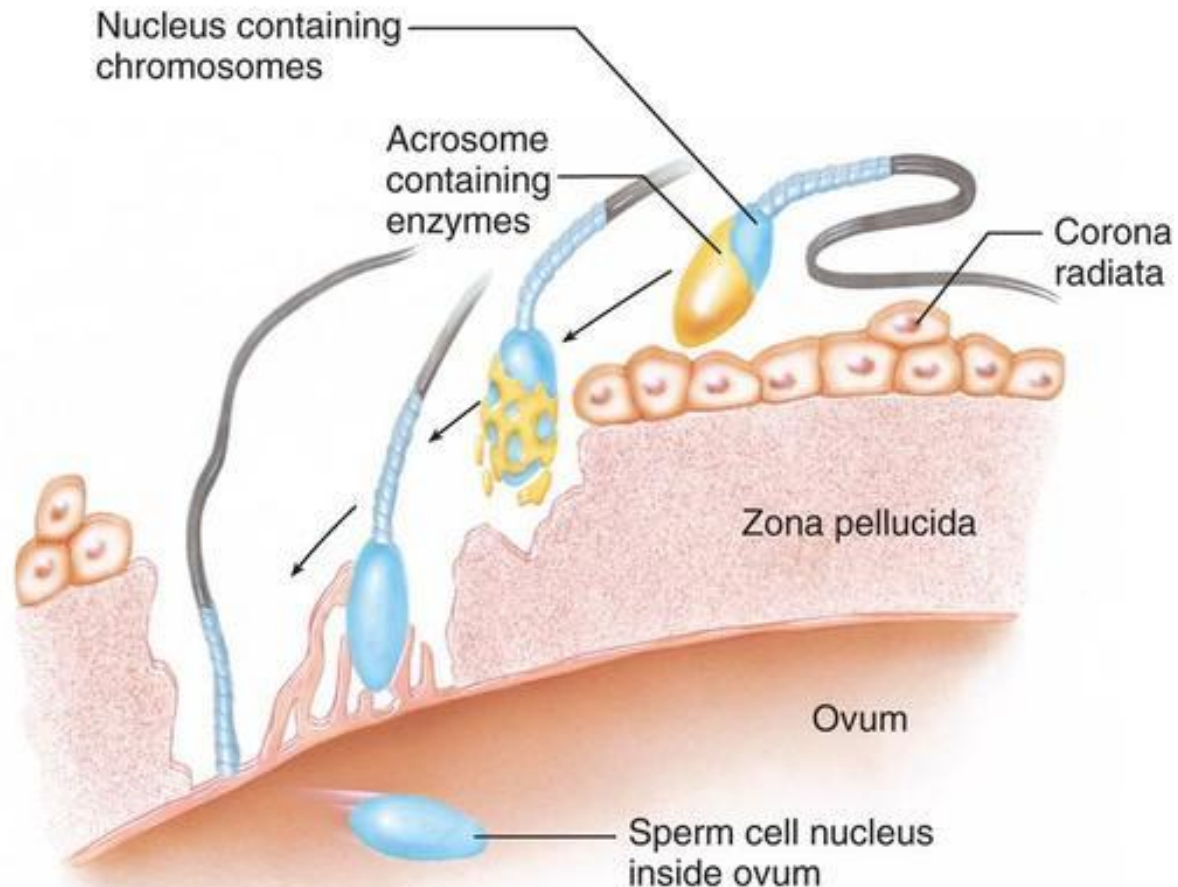
✓ Uczestniczy w penetracji przez osłonkę przejrzystą

✓ Jest prawdopodobnie ligandem drugorzędowym pozwalającym na **zatrzymanie na powierzchni komórki jajowej plemników, w których zaszła reakcja akrosomalna.**



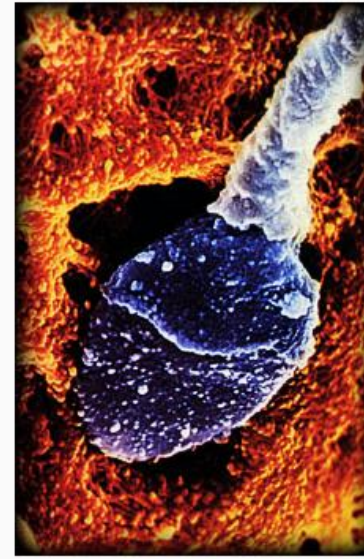
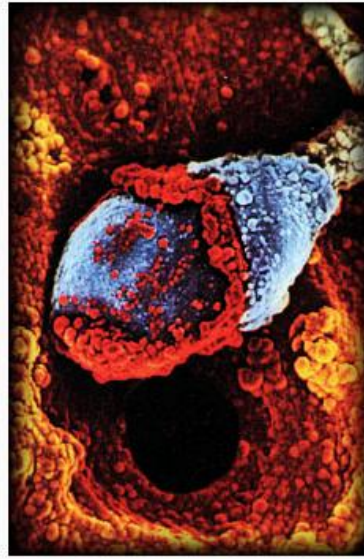
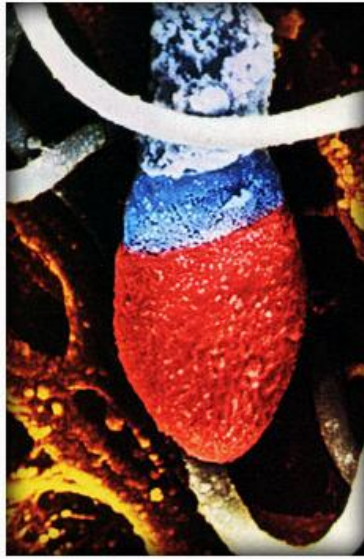
# PRZENIKANIE PLEMNIKA PRZEZ OSŁONKĘ PRZEJRZYSTĄ UMOŻLIWIA AKROZYNA

- Ponadto sugeruje się istnienie niespecyficznych sił napędowych plemnika aktywowanych podczas penetracji.





# FUZJA PLEMNIKA Z KOMÓRKĄ JAJOWĄ

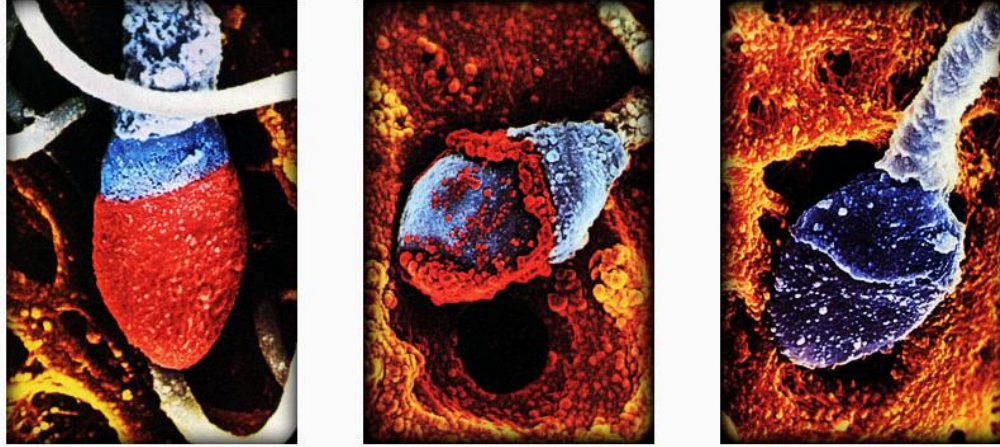


<http://www.dropsahl.com>

- W miejscu zbliżenia główki plemnika do błony komórkowej oocytu tworzy się **wzgórek przyjęcia**
- Fuzja błon zaczyna się w okolicy, w której doszło do opróżnienia akrosomu z enzymów, następnie obejmuje okolicę poza akrosomalną i pozostałe części plemnika
- Mikrokosmki BŁONY OOCYTA (oolemmy) wydłużają się ponad przednią część główki plemnika, wchodząc w kontakt z wewnętrzną błoną akrosomalną.



# FUZJA PLEMNIKA Z KOMÓRKĄ JAJOWĄ



<http://www.dropsahl.com>

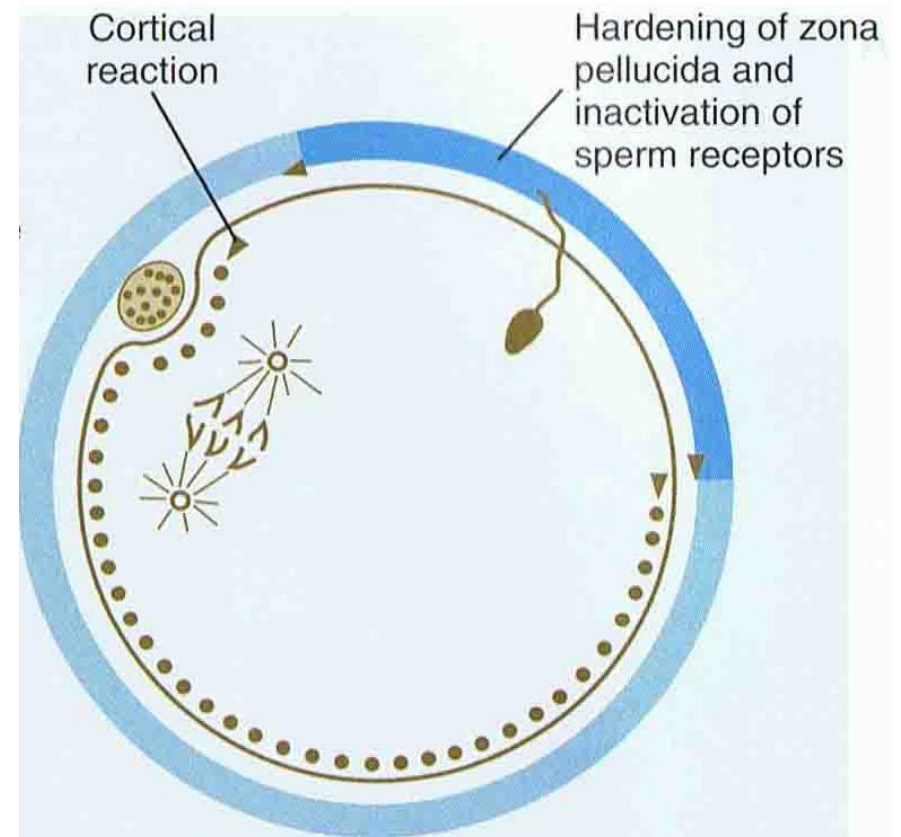
- ✓ Mikrokosmki obejmują segment równikowy główki i plemnik zagłębia się w cytoplazmę jaja.
- ✓ **Ruchliwość plemnika ustaje** w momencie fuzji.
- ✓ **Siły wchłaniające** pochodzą prawdopodobnie z zewnętrznej warstwy cytoplazmy oocyta, tzw. kory jaja, zawierającej białka kurczliwe, takie jak aktyna i miozyna
- ✓ Ich skurcz powoduje wciągnięcie mikrokosmków wraz z przyłączonym plemnikiem do cytoplazmy komórki jajowej.
- ✓ Odwodnienie w miejscu kontaktu między błonami i pobudzenie oddziaływań hydrofobowych jest przypuszczalnie krytycznym momentem fuzji błon plemnika i komórki jajowej

# AKTYWACJA OOCYTU

## CYTOPLAZMATYCZNE I MOLEKULARNE ZMIANY WYZWALANE W JAJU W CZASIE ZAPŁODNIENIA.

Za aktywację oocyty odpowiedzialne są zmiany stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$ .

Wzrost stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$  zachodzi dzięki uwalnianiu jonów przez kanały wapniowe obecne w błonie zbiorników siateczki gładkiej (SER) oocyty.



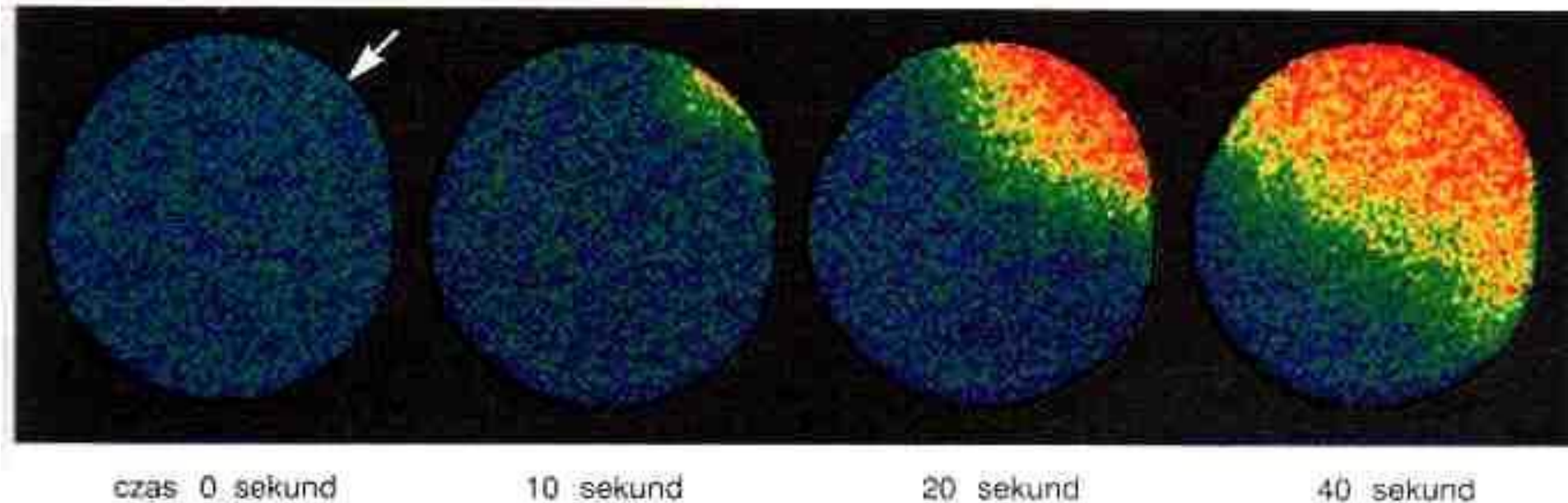
*B.M. Carlson „ Human embryology and developmental biology”, 2009*

Nie stwierdzono czynnika pochodzącego od plemnika odpowiedzialnego za aktywację oocyty.

# ETAPY AKTYWACJI OOCYTU

1. uwolnienie jonów  $\text{Ca}^{2+}$
2. zmiana potencjału elektrycznego błony komórkowej oocytu
3. uwalnianie przez ziarna korowe enzymów hydrolitycznych do przestrzeni okołożółtkowej (na zewnątrz od osłonki przejrzystej) na drodze egzocytozy
4. reakcja osłonki przejrzystej

źródło: B. Alberts i in. Podstawy biologii komórki. 2007



Zmiany  $[\text{Ca}^{2+}]$  podczas zapłodnienia komórki jajowej przez plemnik

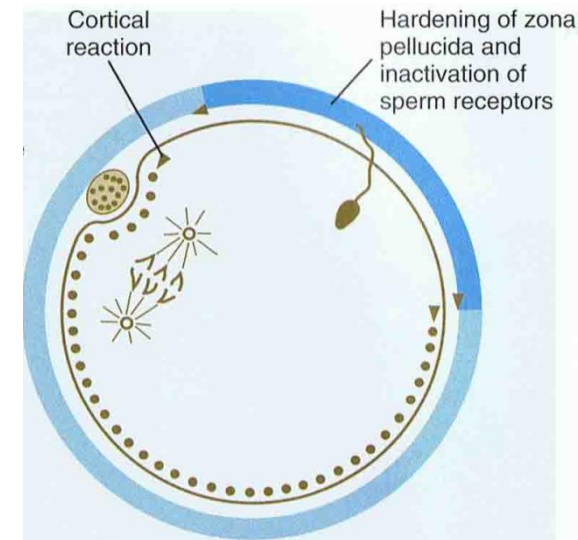
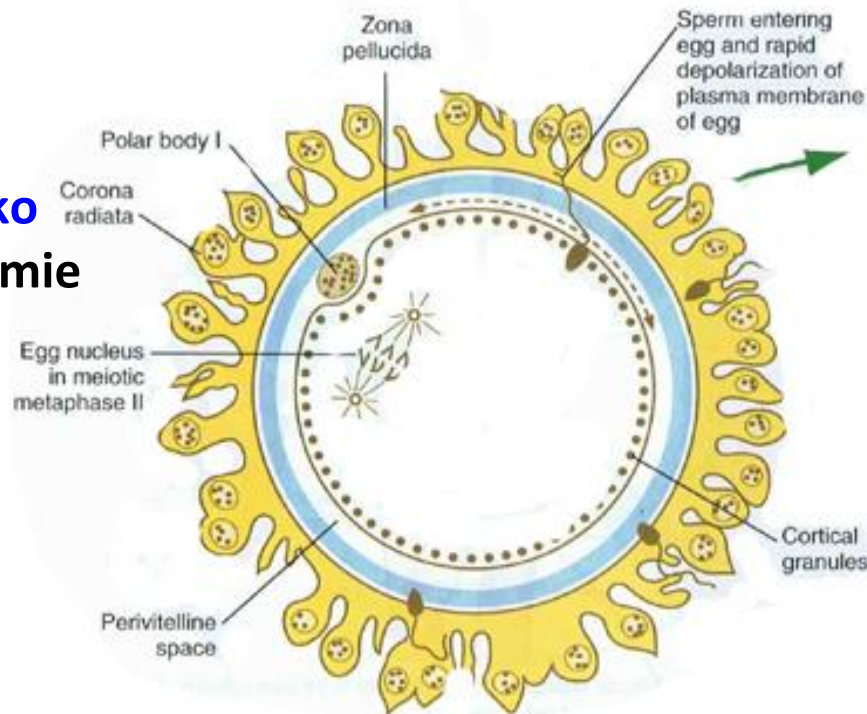
## REAKCJA KOROWA

Na drodze egzocytozy uwalniane są glikozaminoglikany (GAG), enzymy proteolityczne, peroksydaza, kwasna fosfataza. Egzocytoza ziaren korowych ma miejsce już po pierwszej fali podwyższonego poziomu jonów  $Ca^{2+}$

**REAKCJA OSŁONKI PRZEJRZYTEJ = blok przeciwko polispermii**

...to przebudowa osłonki przejrzystej pod wpływem enzymów uwolnionych z ziaren korowych **uniemożliwiająca wniknięcie INNYCH plemników**. Spolimeryzowana osłonka nie może być trawiona przez akrozyne INNEGO plemnika .

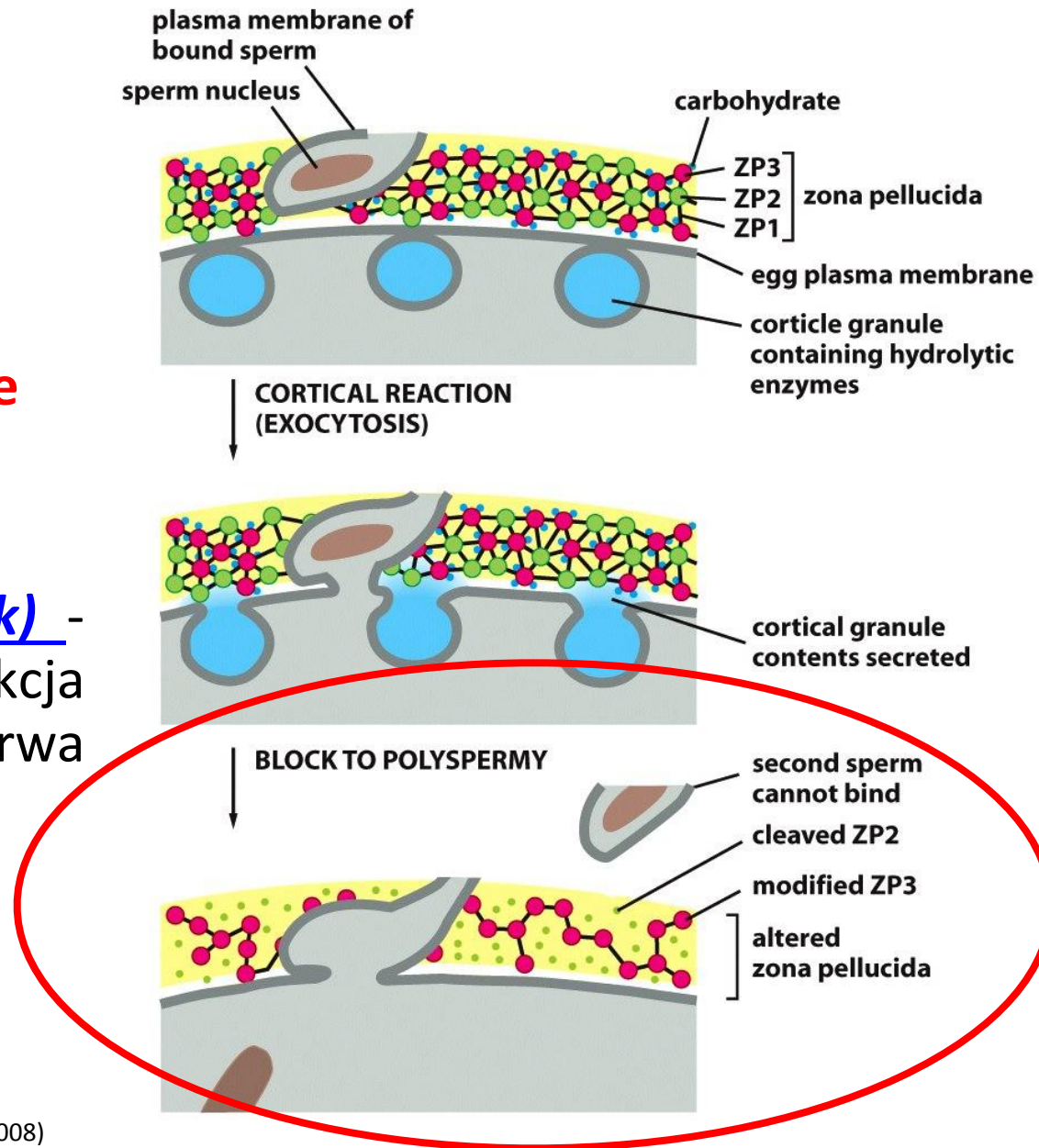
Jest to **blok przeciwko polispermii** na poziomie błony komórkowej oocytu.





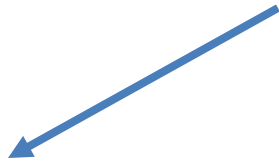
# BLOK PRZECIWKO POLISPERMII

- Szybki blok - depolaryzacja błony komórkowej oocytu (uruchamiany 1-3 s po fuzji komórek). U jeźowców i u żab!!! **Prawdopodobnie nie występuje u ssaków!!!**
- Wolny blok (=trwały blok) - reakcja korowa i reakcja osłonki (jego aktywacja trwa ok. 1 minutę)



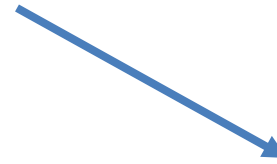


W efekcie zapłodnienia **dwa haploidalne komplety chromosomów** przystępują do tworzenia **PRZEDJĄDRZY**



### **PRZEDJĄDRZE ŻEŃSKIE**

powstaje w wyniku drugiego podziału mejozy

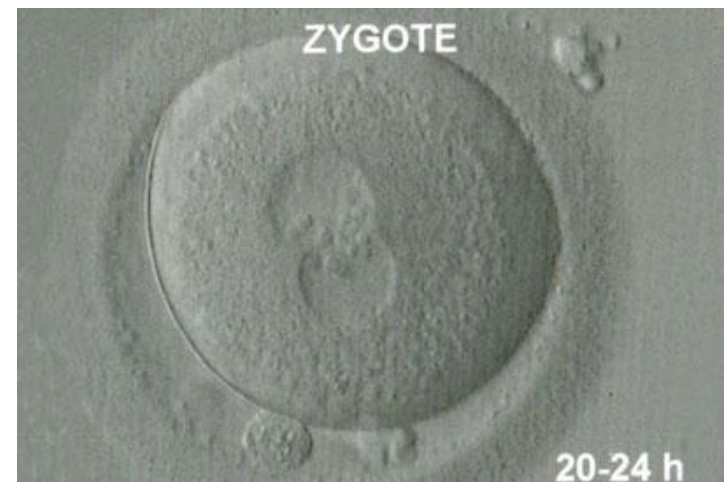


### **PRZEDJĄDRZE MĘSKIE**

kondensacja chromatyny główki plemnika odbywa się przy udziale czynników **uwalnianych przez komórkę jajową** np. czynnik wzrostu przedjadrza męskiego

# POWSTANIE ZYGOTY

- zarówno przedjądrze męskie jak i żeńskie **rozpoczynają syntezę DNA** i po jego replikacji przemieszczają się do środka komórki
- przedjądrza tracą osłonkę, łączą się, powstaje jądro zygotyczne
- dochodzi do **wymieszania się chromosomów w metafazie** pierwszego podziału mitotycznego zygoty





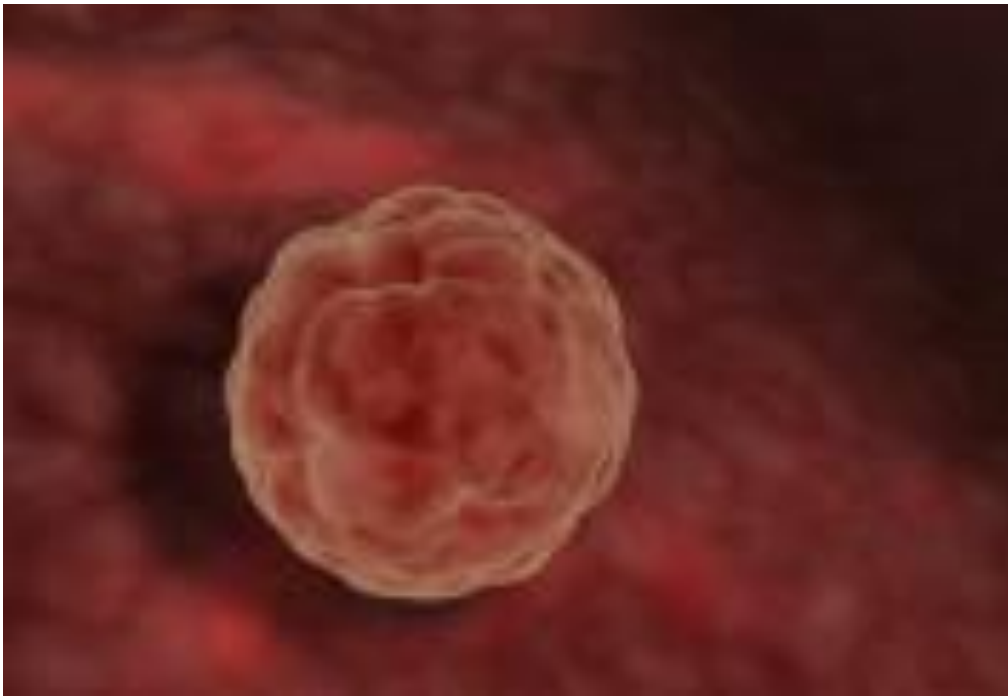
A



B

Bruzdowanie.

Zagnieżdżanie zarodka.



# BRUZDKOWANIE

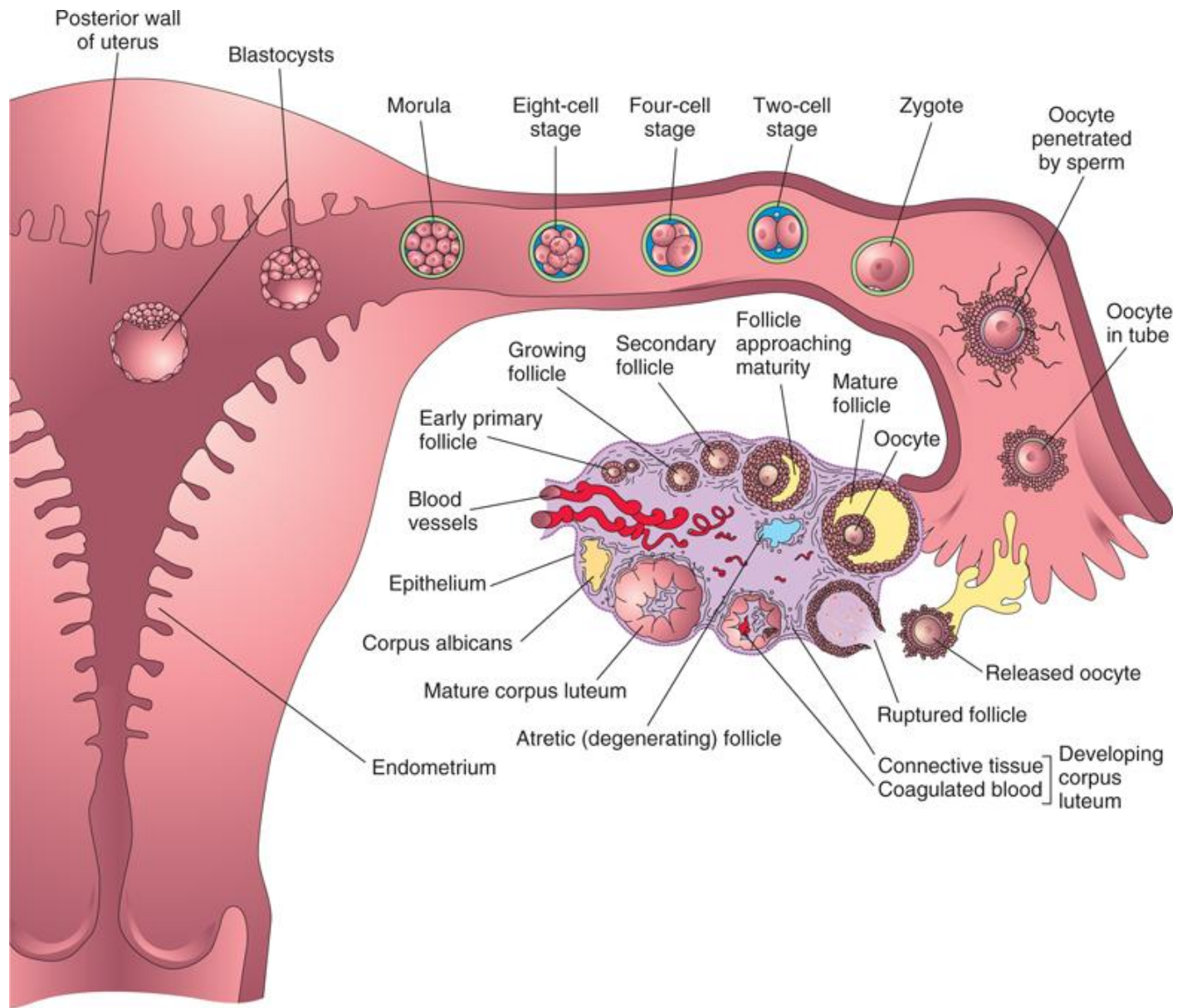
Jest to wielokrotny podział **MITOTYCZNY** zygoty, zapoczątkowujący procesy różnicowania.

- ✓ Rozpoczyna się po :
  - 30 godzinach od zapłodnienia.
  - kariogamii przedjądra męskiego i żeńskiego.

W czasie bruzdkowania **zarodek nie rośnie, ani nie przybiera na wadze**, a komórki powstałe w tym procesie nazywają się **BLASTOMERAMI**.

- ✓ Dzieląca się zygota otoczona jest osłonką przejrzystą.
- ✓ Proces ten trwa aż do powstania blastocysty.





Moore et al: The Developing Human, 9e.  
 Copyright © 2013 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

**Najwcześniejsze etapy bruzdkowania mają miejsce podczas transportu zarodka z miejsca zapłodnienia do miejsca zagnieżdżenia (implantacji) zarodka w macicy.**

Podziały zygoty prowadzą do powstania MORULI = **grudki utworzonej z komórek, które się dzielą ale nie rosną!**

Dwa blastomery



Cztery blastomery

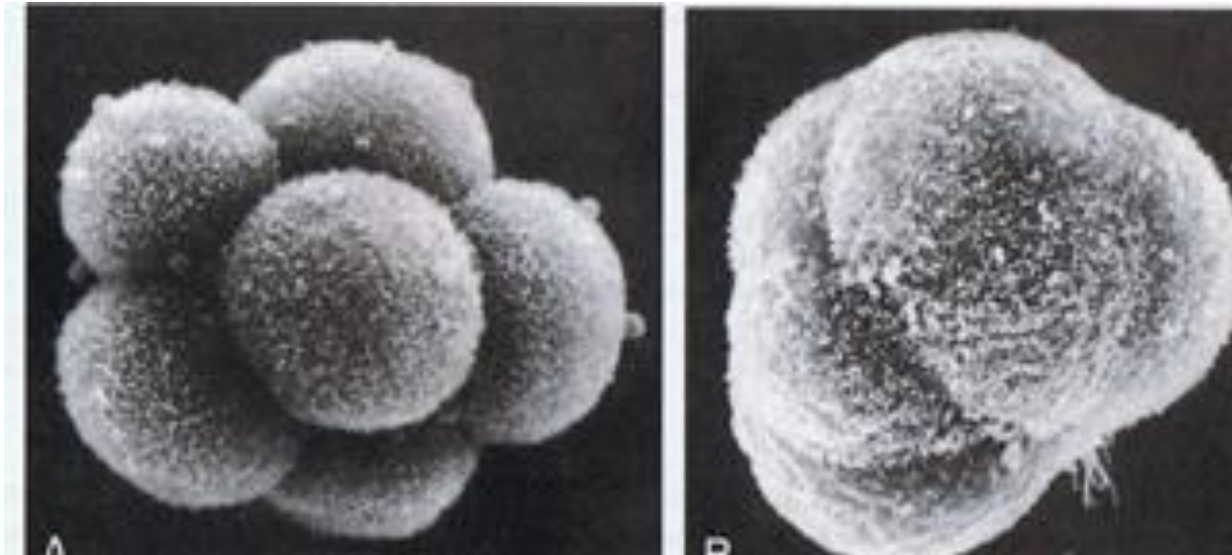


Dwanaście blastomerów



Morula w późnym stadium kompaksji (5 dzień)  
- Nierozróżnialne są granice pomiędzy komórkami

# KOMPAKSJA=KOMPAKCJA = silne przeleganie



T.W. Sadler „Medical embryology”, 2010

Zarodek przed kompaksją  
(wyraźne granice pomiędzy  
blastomerami)

-komórkowy zarodek po kompaksji  
(zatarte granice pomiędzy  
blastomerami)

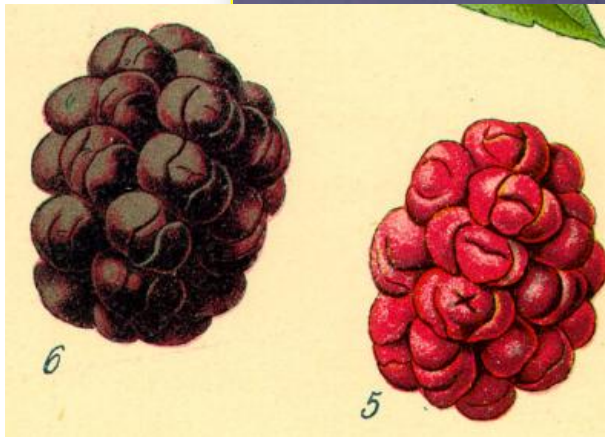
✓ **Rozpoczyna się** po osiągnięciu stadium **8 komórek** i **zaniku mikrokosmków** na powierzchniach dośrodkowych **blastomerów** położonych **zewnątrznie**.

✓ **Polega na ścisłym przyleganiu do siebie** blastomerów dzięki wytworzeniu połączeń dezmosomalnych.

✓ **Prowadzi do podziału blastomerów** na zewnętrzne i wewnętrzne.

# MORULA

Zygota do macicy dostaje się w formie MORULI (3-4 dzień po zapłodnieniu).



Zbita grudka identycznych z wyglądu komórek (~12-16), różnicujących się w:

➤ Warstwę **zewnętrzną** zarodka, która utworzy **TROFOBLAST**.

➤ Warstwę **wewnętrzną** zarodka, która utworzy **EMBRIOBLAST**.



**Blastula ssaków łożyskowych ([blastocysta](#))** ma kształt pęcherzyka, którego ścianę tworzy jedna warstwa komórek ([trofoblast](#)).

Do światła blastocysty zwiesza się **węzeł zarodkowy**, z którego tworzy się właściwy zarodek.

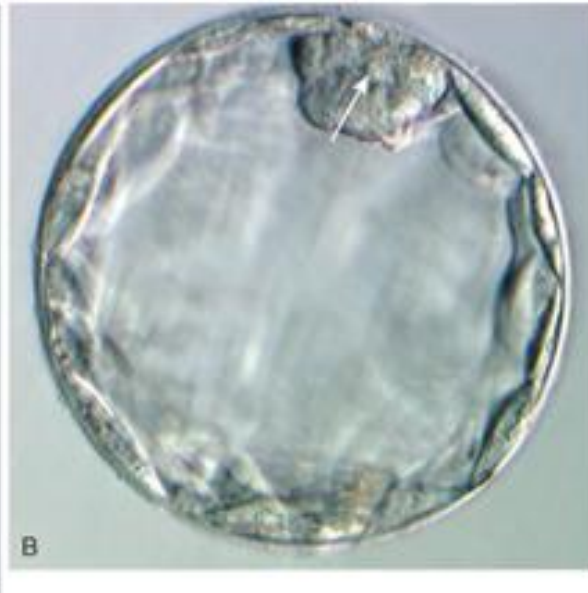
**Podczas procesu przekształcania moruli w blastocystę ma miejsce:**

✓ **KAWITACJA** – czyli powstanie jamy blastocysty wypełnionej płynem z przesączu jamy macicy.

✓ „uwolnienie” blastuli z **OSŁONKI PRZEJRZYSTEJ**



**A – morula, początek procesu kawitacji**



**B - blastula z blastocelem i węzłem zarodkowym**

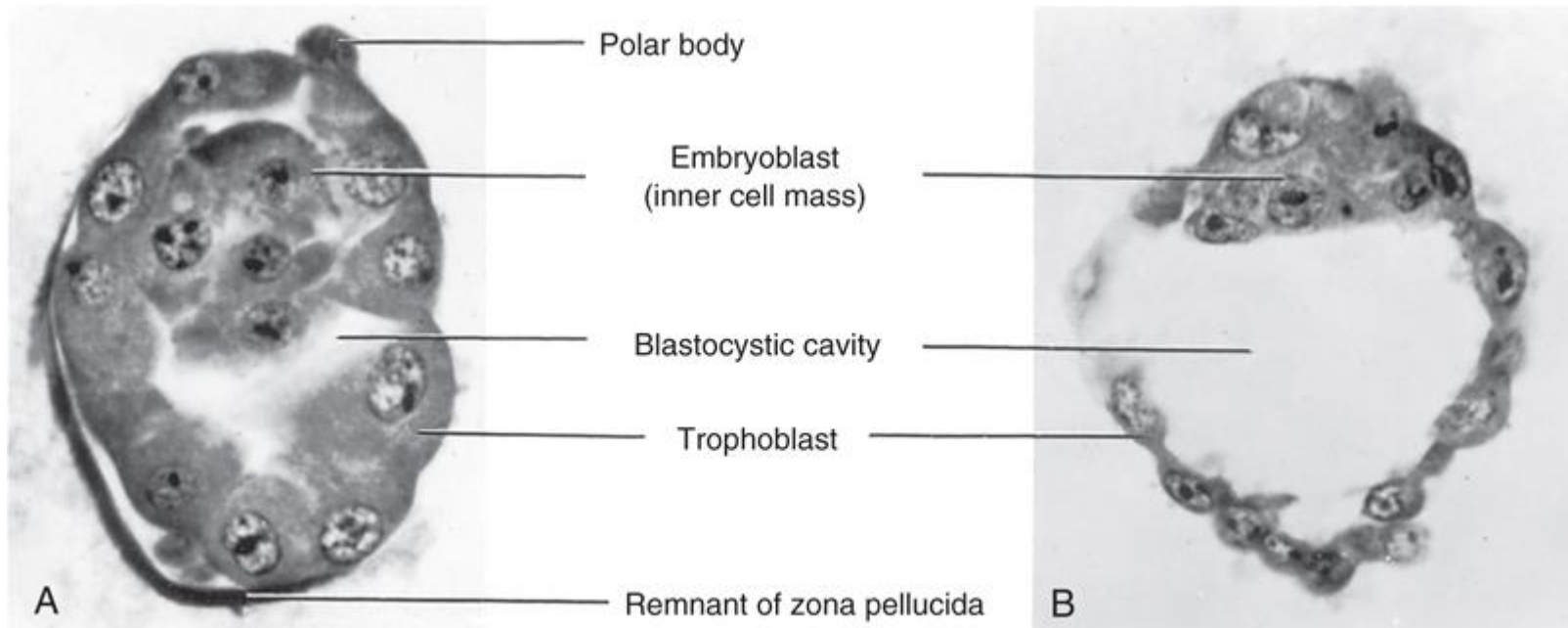


**C – blastula opuszcza osłonkę przejrzystą**



# FUNKCJE OSŁONKI PRZEJRZYTEJ - PODSUMOWANIE

1. Uniemożliwia dostęp do komórki jajowej plemnikom innego gatunku
2. Inicjuje reakcje akrosomalną
3. Modyfikacja osłonki przejrzystej po zapłodnieniu zapobiega polispermii
4. Zapobiega przedwczesnej implantacji
5. Stanowi barierę immunologiczną pomiędzy matką a immunologicznie „obcym” zarodkiem.

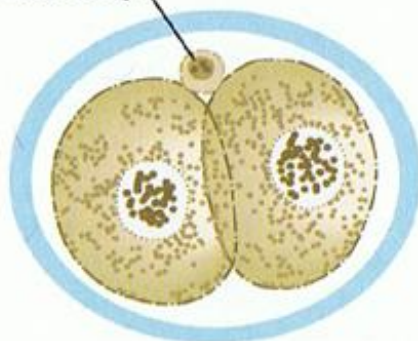


Moore et al: The Developing Human, 9e.  
Copyright © 2013 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

**Ludzka blastocysta pozyskana z macicy (×600).**

# Wczesne stadia podziału zarodka ludzkiego

Ciałko kierunkowe



2 komórki  
(1 dzień)

Blastomer



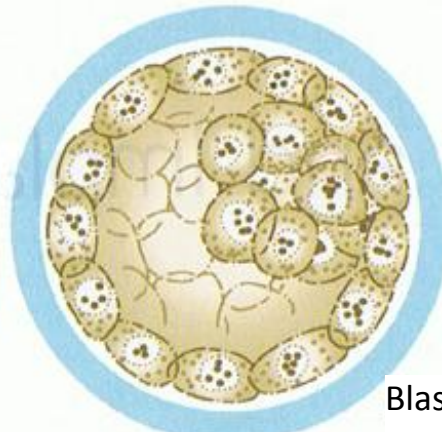
4 komórki  
(2 dzień)



9 komórek  
(2 1/2 dnia)

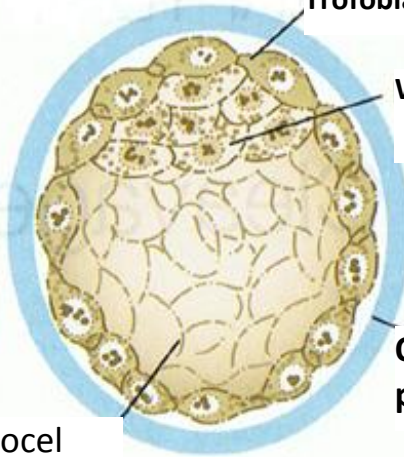


16 komórek  
(morula)  
(3 dzień)



58 komórek  
(blastocysta)  
(4 dzień)

Blastocel



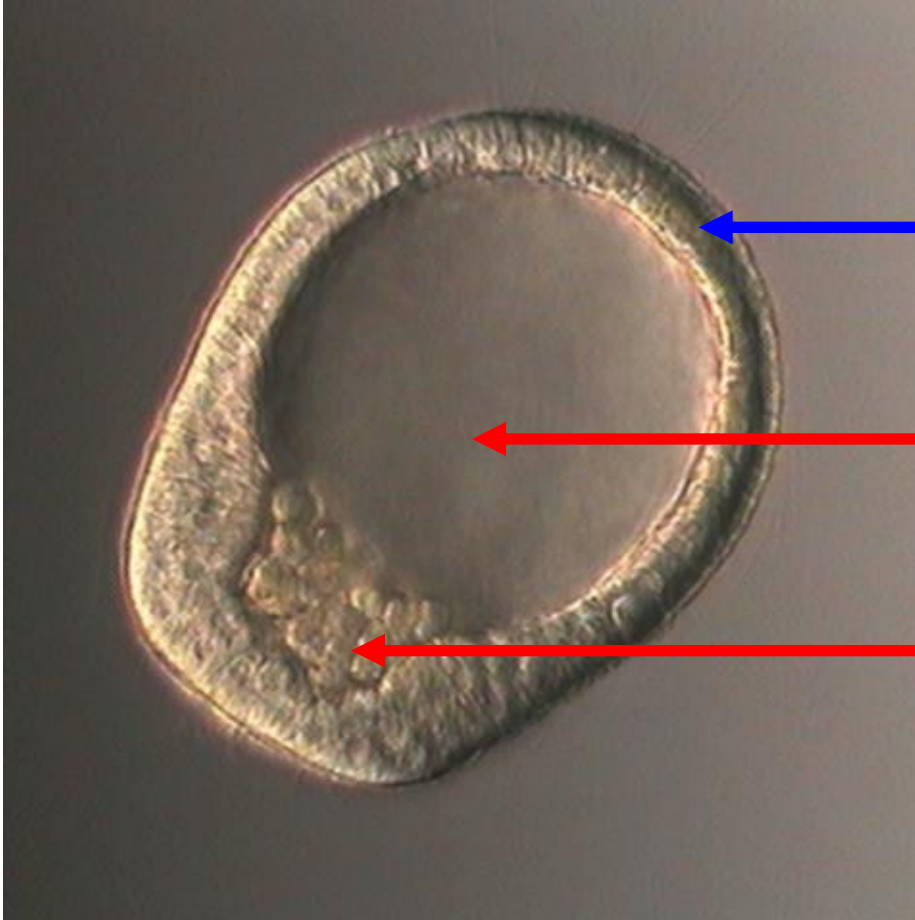
107 komórek  
(blastocysta)  
(5 dzień)

Trofoblast

Węzeł zarodkowy

Osłonka przejrzysta

# BLASTOCYSTA



**TROFOBLAST** – komórki ułożone na obwodzie, w późniejszym etapie rozwoju przekształcające się w kosmówkę.

**BLASTOCEL** – pierwotna jama ciała

**EMBRIOBLAST (węzeł zarodkowy)** – wyraźna grupa blastomerów, dająca początek właściwemu zarodkowi, utworzy owodnię i pęcherzyk żółtkowy.

Przez około 2 dni blastocysta przemieszcza się swobodnie i jest odżywiana przez wydzielinę gruczołów macicznych.

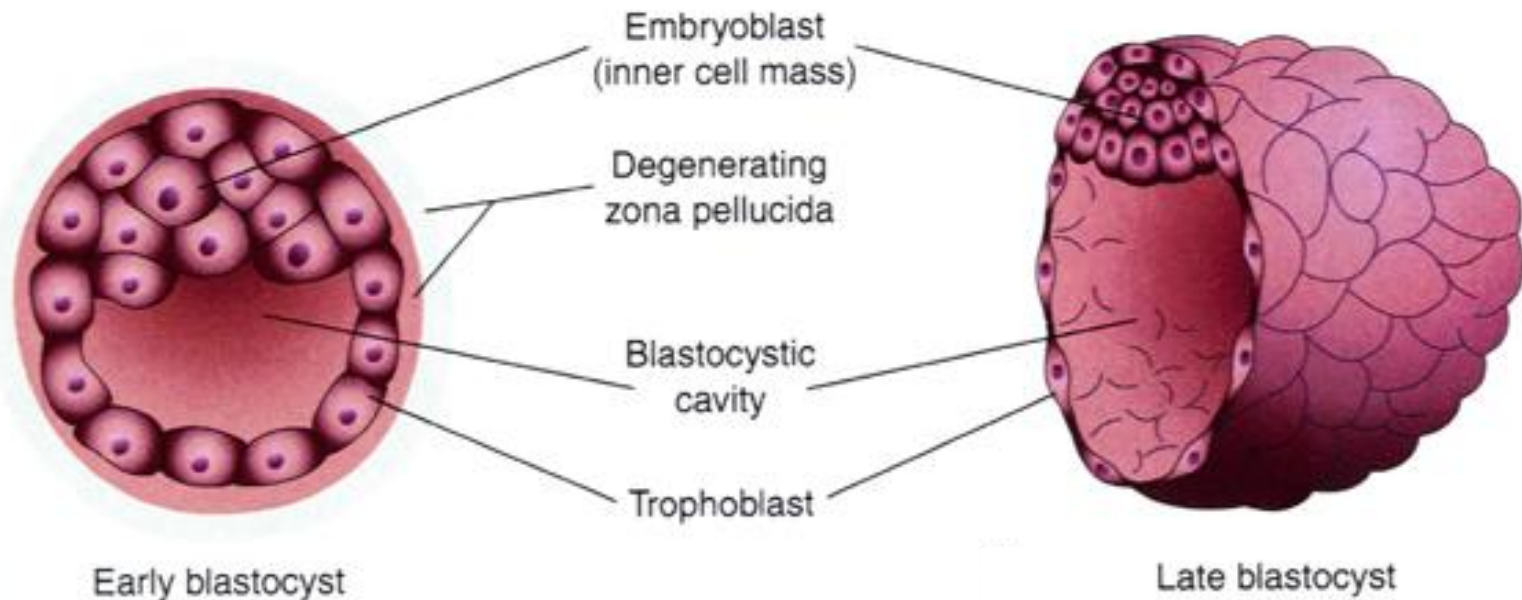
# BLASTOCYSTA

## BLASTOCYSTA WCZESNA

- ✓ zawieszona swobodnie w wydzielinie znajdującej się w świetle macicy
- ✓ nazwana także blastocystą wolną

## BLASTOCYSTA PÓŹNA

- ✓ nazwana od momentu zbliżenia się blastocysty do nabłonka błony śluzowej macicy
- ✓ nazwana także blastocystą zagnieżdżającą się





# IMPLANTACJA

Na sukces implantacji wpływa przygotowanie błony śluzowej macicy (endometrium) czyli jej receptywność i właściwa synchronizacja rozwoju zarodka.)

**PROGESTERON** wydzielany przez **ciałko żółte** (JAJNIKA) przygotowuje endometrium do zagnieżdżenia zarodka.

W momencie implantacji endometrium jest w **fazie sekrecyjnej**.

## **Zmiany w endometrium przed zagnieżdżeniem zarodka:**

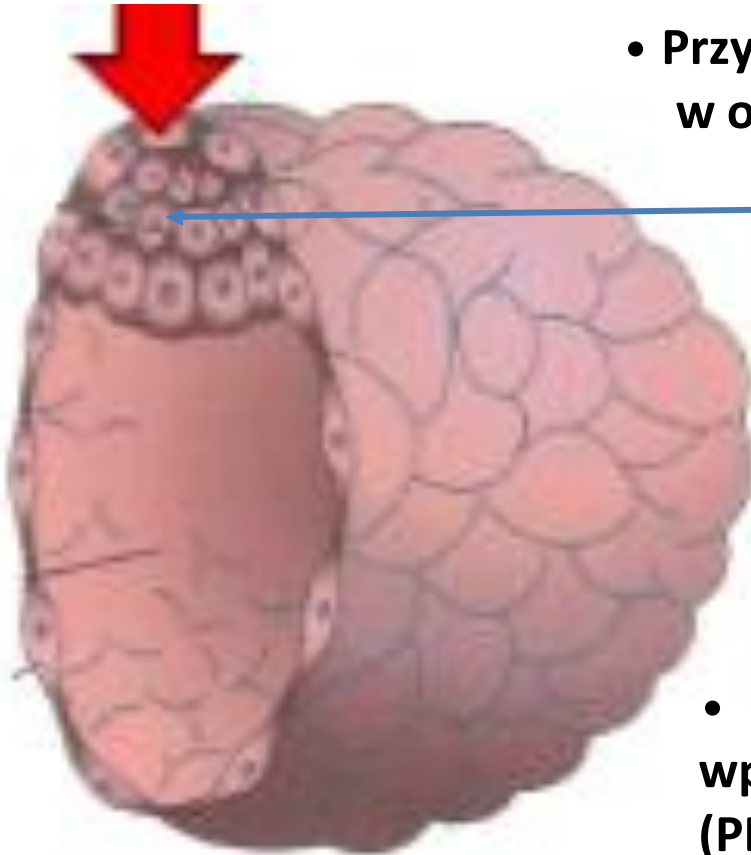
- ❖ gruczoły macicy powiększają się, skręcają i zwiększają wydzielanie śluzu i glikogenu
- ❖ powiększają się tętnice spiralne
- ❖ zwiększa się liczba leukocytów
- ❖ zwiększa się ekspresja integryn na powierzchni zarodka

## Etapy zagnieżdżenia wg Bövinga

1. przyleganie
2. przeniknięcie
3. rozprzestrzenianie
4. zatrzymanie



# PRZYLEGANIE BLASTOCYSTY



- Przyleganie zarodka do endometrium odbywa się w obrębie bieguna zarodkowego blastocysty – obszar nad WĘZŁEM ZARODKOWYM

- Następnym etapem jest penetracja nabłonka macicy przez trofoblast.

- Blastocysta wydziela substancje , które wpływają na endometrium np. czynniki wzrostu (PDGF, TGF, EGF), cytokiny (IL-1,IL-6, TNF) oraz prostaglandyny

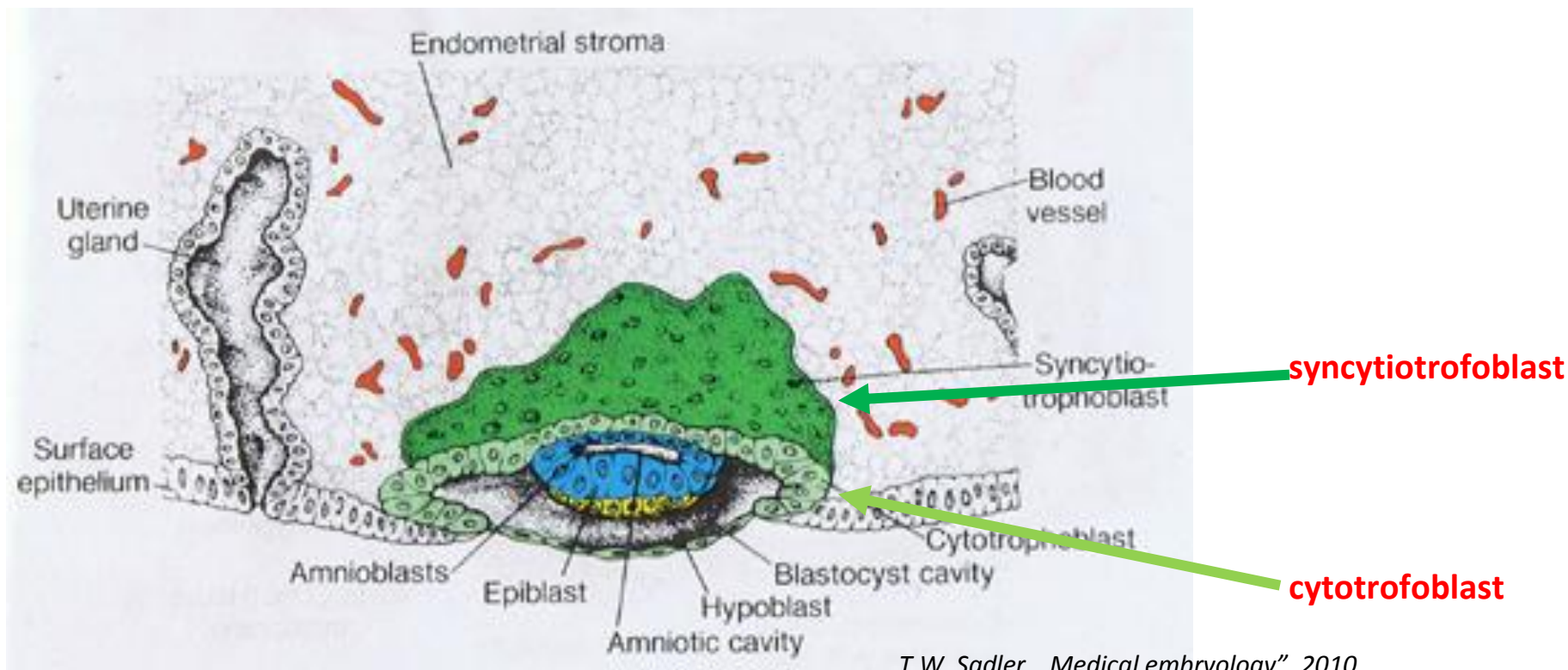
# IMPLANTACJA

Dotarcie blastocysty do jamy macicy i ścisłe przywarcie do nabłonka endometrium na stosunkowo dużej powierzchni (6-7 dzień po zapłodnieniu).

Następuje w górnej tylnej ścianie macicy między ujściami dwóch gruczołów lub w ich ujściu.

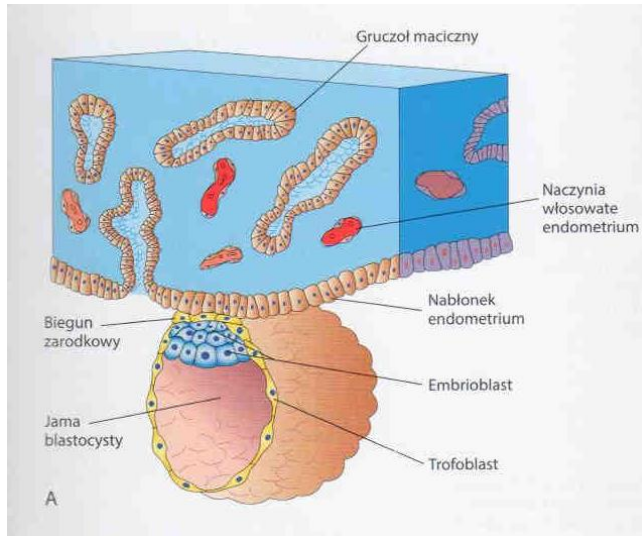
Komórki trofoblastu zawierają enzymy lizosomalne, które niszczą nabłonek pokrywający endometrium – następuje wniknięcie blastuli w warstwę zbitą (głębsza) endometrium i pobieranie produktów odżywczych przez zarodek.

Trofoblast różnicuje się na dwie warstwy: **syncytio-** i **cytotrofoblast**.





DZIEŃ 6



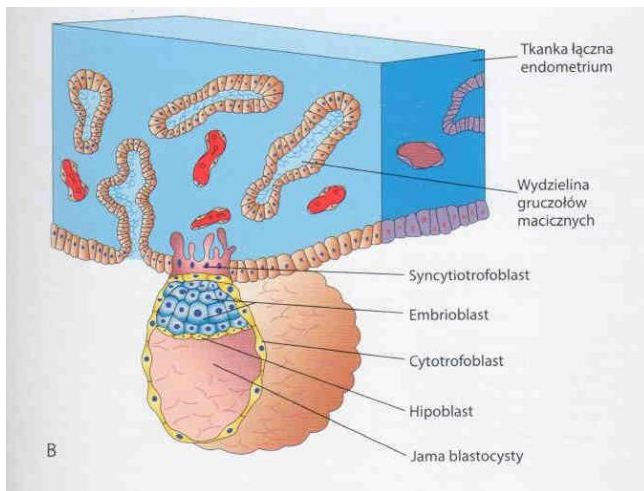
## PRZYLEGANIE BLASTOCYSTY DO NABŁONKA PODCZAS WCZESNYCH ETAPÓW PRZYTWIERDZANIA ZARODKA

**EMBRIOBLAST** (tarczka zarodkowa, z której powstają listki zarodkowe) różnicuje się na dwie warstwy:

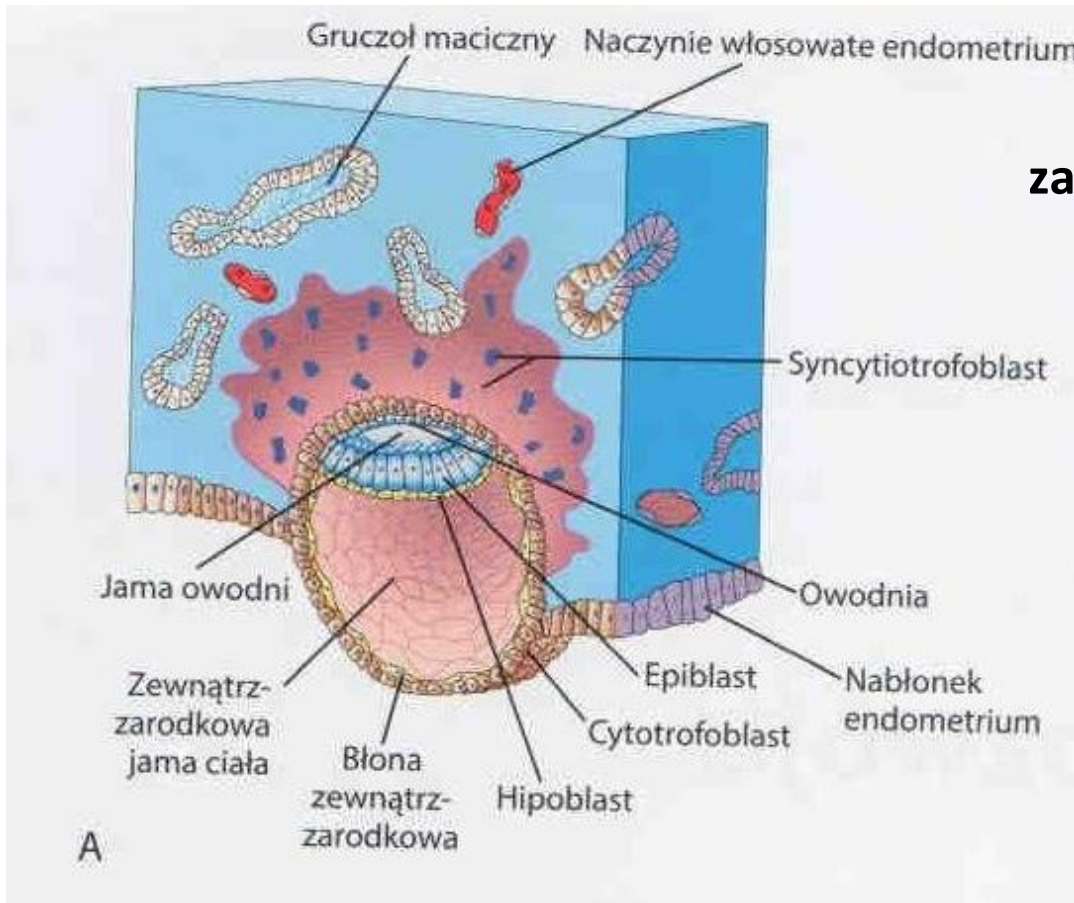
✓ **HIPOBLAST** – warstwa sześciennych komórek, przylegających do zewnątrz zarodkowej jamy ciała

✓ **EPIBLAST** – grubsza warstwa składająca się z walcowatych komórek, która różnicuje się w 3 listki zarodkowe

DZIEŃ 7



DZIEŃ 8



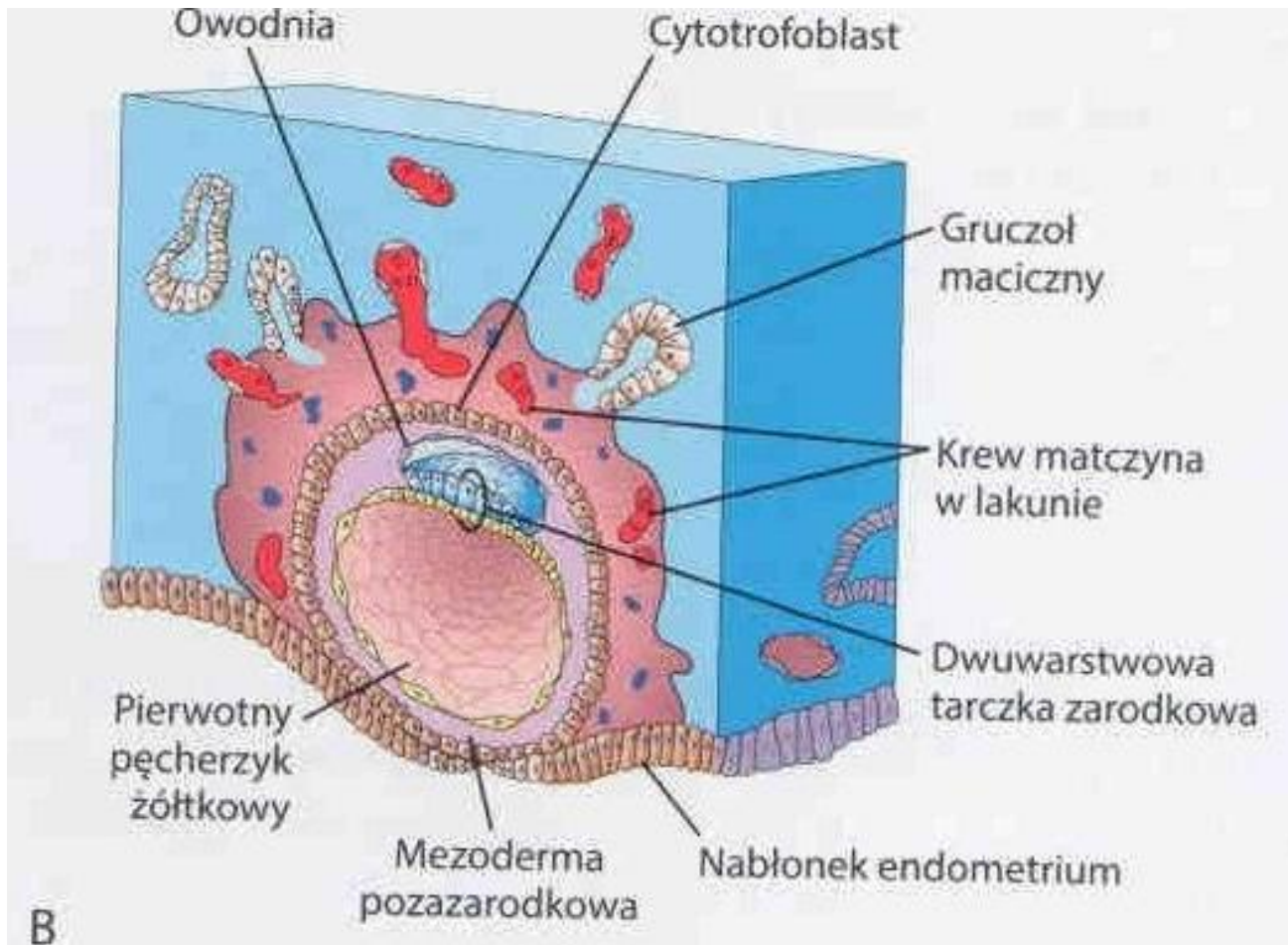
K.L. Moore et al. "Embriologia i wady wrodzone. Od zapłodnienia do urodzenia, 2013

Przekrój przez częściowo zagnieżdżony zarodek (~około 8 dzień po zapłodnieniu).

W embrioblaście pojawia się niewielka jamka, będąca zawiązkiem jamy owodni. Wkrótce komórki owodniotwórcze (**AMNIOBLASTY**) oddzielają się od epiblastu i tworzą ciekłą błonę, **OWODNIĘ**.

DZIEŃ 9

Przekrój przez  
blastocystę ok.  
9 dnia

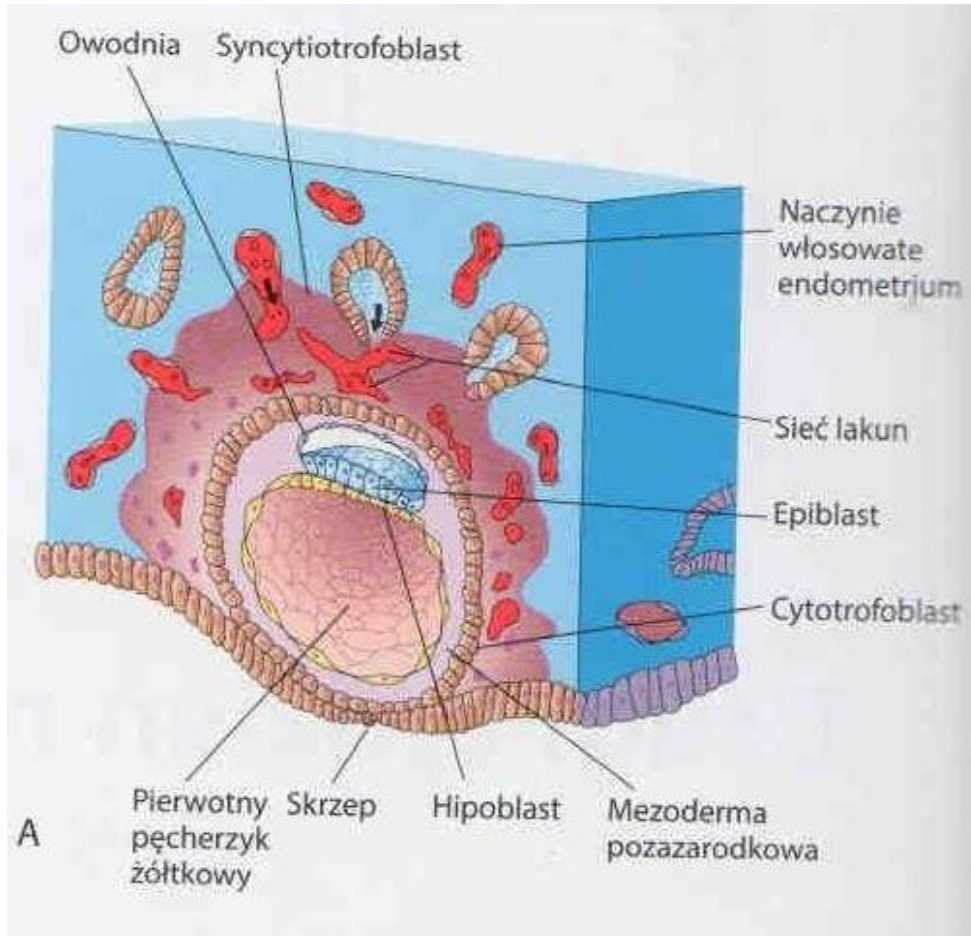


K.L. Moore et al. "Embriologia i wady wrodzone. Od zapłodnienia do urodzenia, 2013

**W syncytiotrofoblaście (SCTB) powstają jamki zwanych LAKUNAMI.** „Inwazja” SCTB w tkance macicy przebiega z destrukcją macierzy pozakomórkowej oraz ściany **tętnic i żył** endometrium. W efekcie krwi matczyna pochodząca z **pękniętych naczyń endometrium** wypełnia lakuny, które zawierają też pozostałości komórkowych z uszkodzonych gruczołów macicznych.

## Dzień 10

DZIEŃ 10



K.L. Moore et al. "Embriologia i wady wrodzone. Od zapłodnienia do urodzenia, 2013

Kiedy krew z krążenia matczynego wpływa do lakun, tlen i substancje odżywcze zaczynają być dostępne dla pozazarodkowych tkanek **dużej powierzchni syncytiotrofoblastu**.

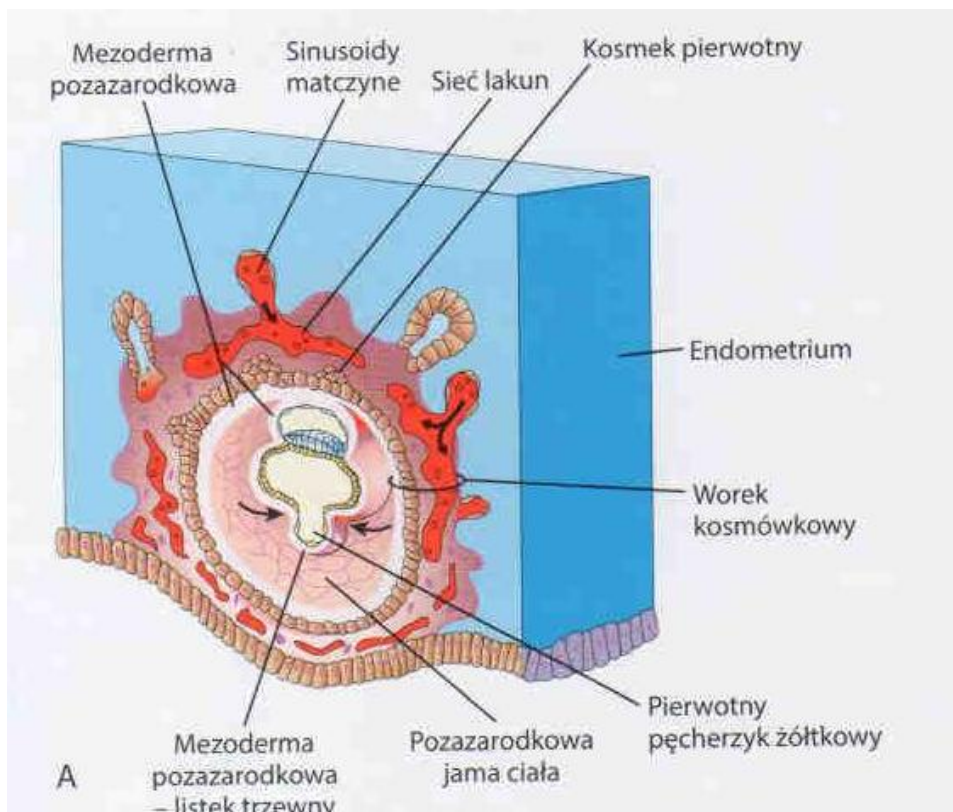
**Utlenowana krew z tętnic** spiralnych endometrium wpływa do lakun. **Odtlenowana krew** jest usuwana z lakun poprzez żyły endometrium.



## Dzień 11 i 12

Blastocysta jest całkowicie zatopiona w ścianie macicy.

Lakuny SCTB łączą się ze sobą tworząc **sieć lakunarną**, stanowiącą zawiązki przestrzeni międzykosmkowych łożyska.



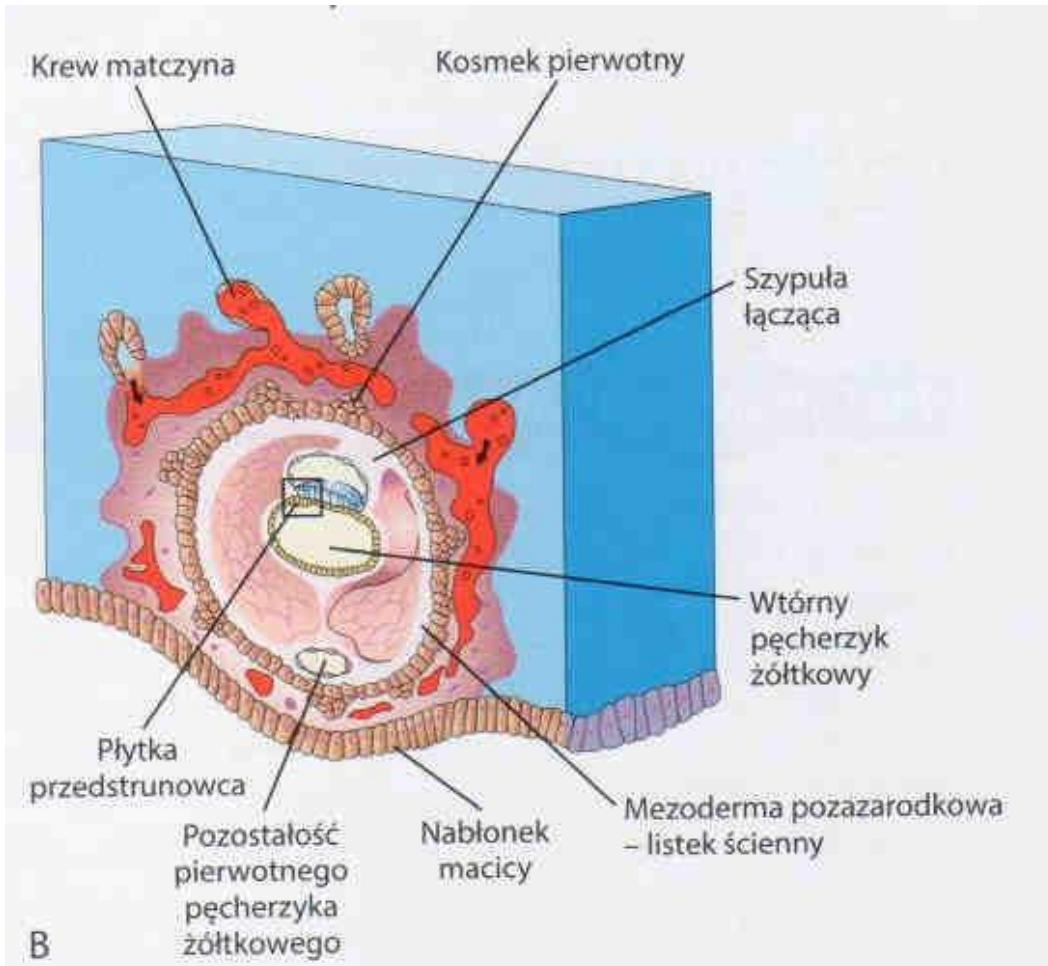
**MEZODERMA POZAZARODKOWA** rozdzielona jest na dwie warstwy:

- ✓ **Mezoderme pozazarodkową ścienną** (listek ścienny) – wyściela (cyto)trofoblast i pokrywa owodnię
- ✓ **Mezoderme pozazarodkową trzewną** (listek trzewny) otacza **pierwotny pęcherzyk żółtkowy**.

Podczas zmian w trofoblaście i w endometrium **powiększa się mezoderma pozazarodkowa** i pojawiają się w niej szybko łączące się ze sobą przestrzenie, tworzące dużą **pozazarodkową jamę ciała**.

Wypełniona jest ona płynem i otacza jamę owodni oraz pierwotny pęcherzyk żółtkowy.





K.L. Moore et al. "Embriologia i wady wrodzone. Od zapłodnienia do urodzenia, 2013

Komórki cytotrofoblastu szybko proliferują, wydłużają się, wrastając w syncytiotrofoblast tworząc **KOSMKI PIERWOTNE**.

Zarodek, worek owodniowy oraz pęcherzyk żółtkowy są zawieszony w **jamie**

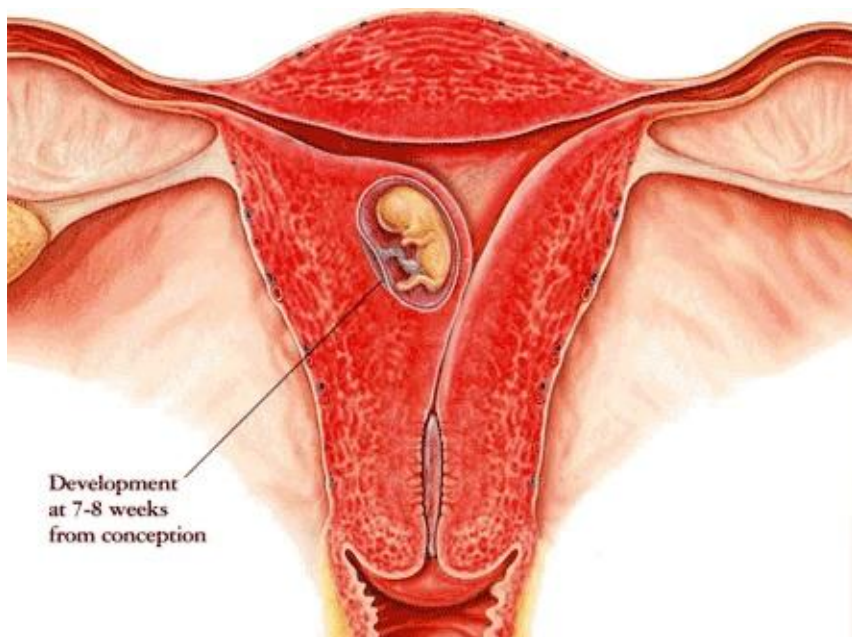
**kosmówkowej** za pomocą **szypuły łączącej**.

# Nieprawidłowe miejsca zagnieżdżenia:

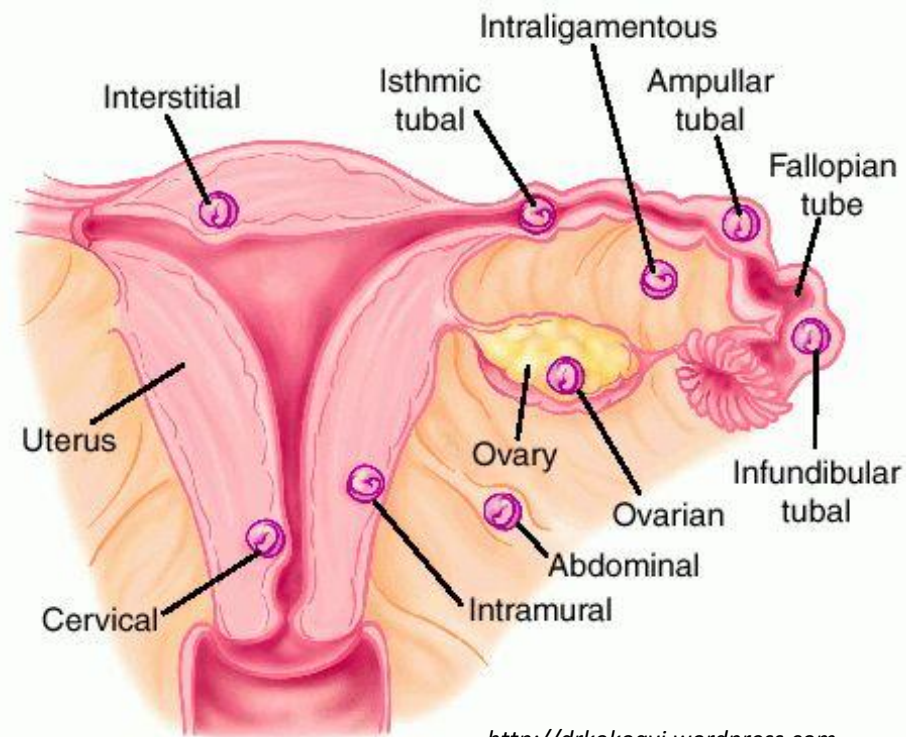
- ✓ Okolice ujścia wewnętrznego szyjki macicy;
- ✓ Bańka jajowodu;
- ✓ Cieśń macicy;
- ✓ Róg macicy;

- ✓ Lejek jajowodu;
- ✓ Jajnik
- ✓ Ujście maciczne jajowodu;
- ✓ Ściana jelita;

## PRAWIDŁOWE



## NIEPRAWIDŁOWE



<http://misjaciaza.blogspot.com>

<http://drkokogyi.wordpress.com>

**Ciąża pozamaciczna**- zarodek najczęściej zagnieżdża się **w jajowodzie** (98% przypadków), z reguły dochodzi do poronienia. Może dojść do zwapnienia zarodka/płodu (starszego niż 12 tygodni- młodszy najczęściej zostaje wchłonięty).