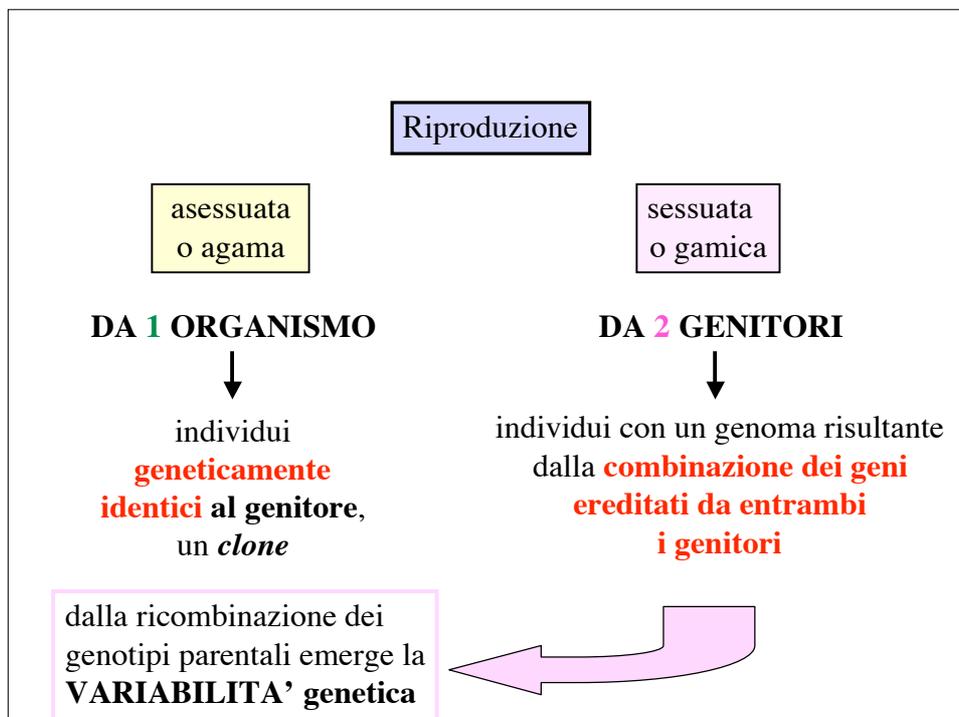


Dalla biologia molecolare e cellulare  
alla **biologia generale**:  
**la riproduzione come proprietà elettiva**

**RIPRODUZIONE  
GAMETOGENESI  
FECONDAZIONE**

Cdl Tecnici di Lab. Biomedico  
Aa. 2011-12 Prof.ssa Flavia Frabetti



**Il significato del termine “SESSUALITÀ” in biologia indica un processo di ricombinazione genica.**

**“Riproduzione sessuata o gamica”**

*quando*

**RIPRODUZIONE,**

cioè la formazione di un nuovo organismo  
è accompagnata da

**SESSUALITÀ,**

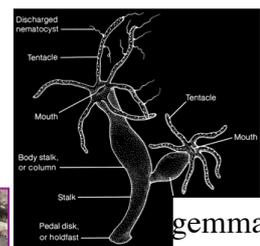
cioè l'organismo figlio ha una combinazione genica diversa da quella dagli organismi che lo hanno generato

Riproduzione asexuata

- Minor dispendio di energia per realizzarla
- NON CREA variabilità genetica
- Organismi invertebrati (ambienti stabili)
- Tempi brevi e prole numerosa
- Individui isolati

Modalità ed esempi:

1) gemmazione



2) scissione



3) frammentazione



4) rigenerazione



La RIPRODUZIONE SESSUATA,  
prevede negli organismi diploidi, i seguenti eventi:



formazione di gameti aploidi: GAMETOGENESI

unione dei gameti: FECONDAZIONE

differenziamento di organi specializzati a compiere questi processi  
e di particolari comportamenti finalizzati all'accoppiamento:  
DIFFERENZIAMENTO DEL SESSO sulla base della  
DETERMINAZIONE DEL SESSO



## SPERMATOGENESI

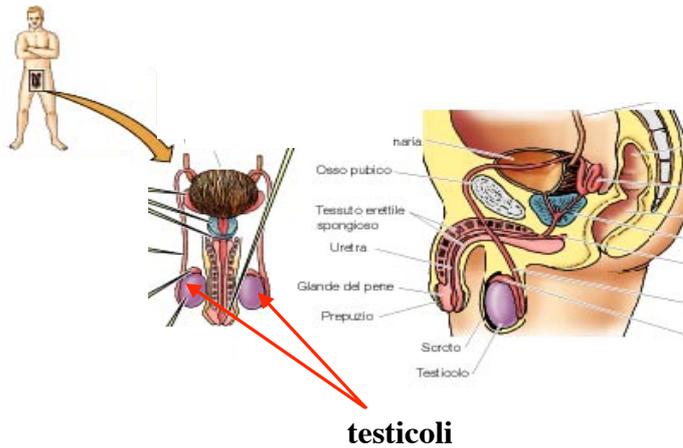
La **spermatogenesi** avviene in 3 fasi successive:

1. Fase proliferativa: proliferazione degli **spermatogoni diploidi** a dare altri spermatogoni ancora diploidi (**MITOSI**). Il significato è una espansione del numero dei gameti. La mitosi inizia in utero e poi riprende dalla pubertà in poi.
2. Fase meiotica (**MEIOSI**) dalla pubertà in a partire da **spermatociti primari** che si dividono in 2 spermatociti secondari i quali daranno complessivamente con la Meiosi II, **4 spermatidi aploidi**.
3. Fase differenziativa: **spermiogenesi o spermioistogenesi** ovvero il differenziamento degli spermatidi in spermatozoi cioè in gameti maturi

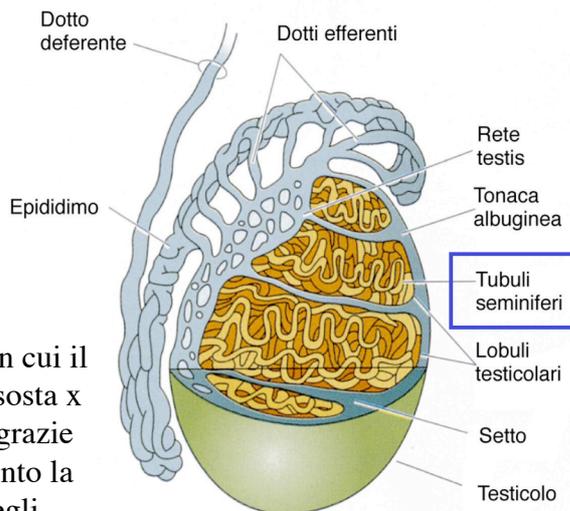
# SPERMATOGENESI

## produzione gameti maschili

### Apparato riproduttore maschile: anatomia

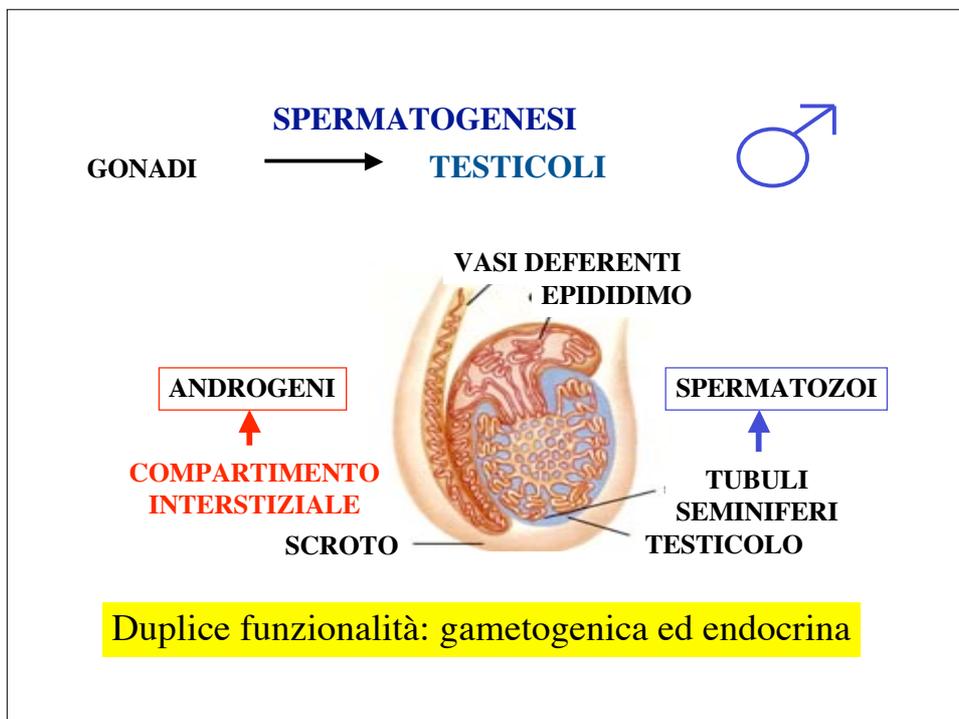
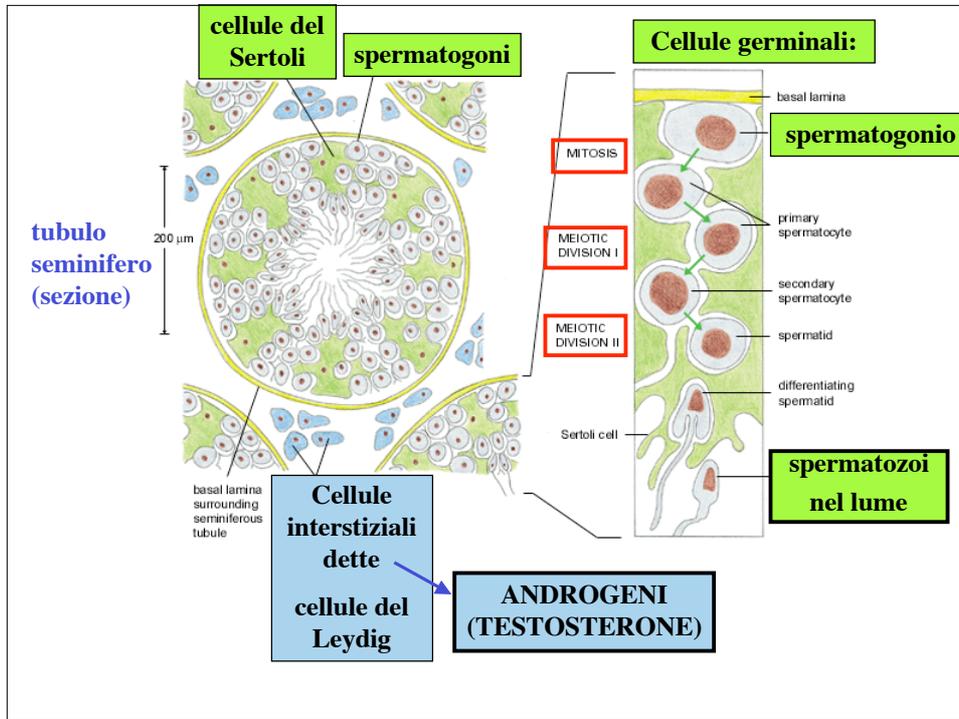


### Gonadi maschili: schema testicolo umano

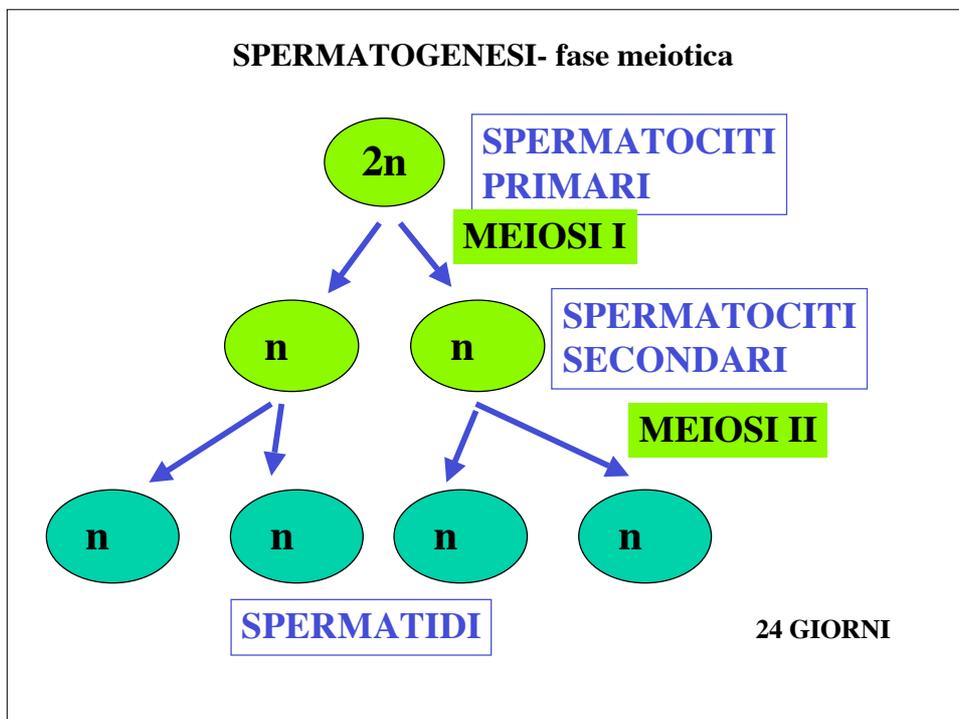
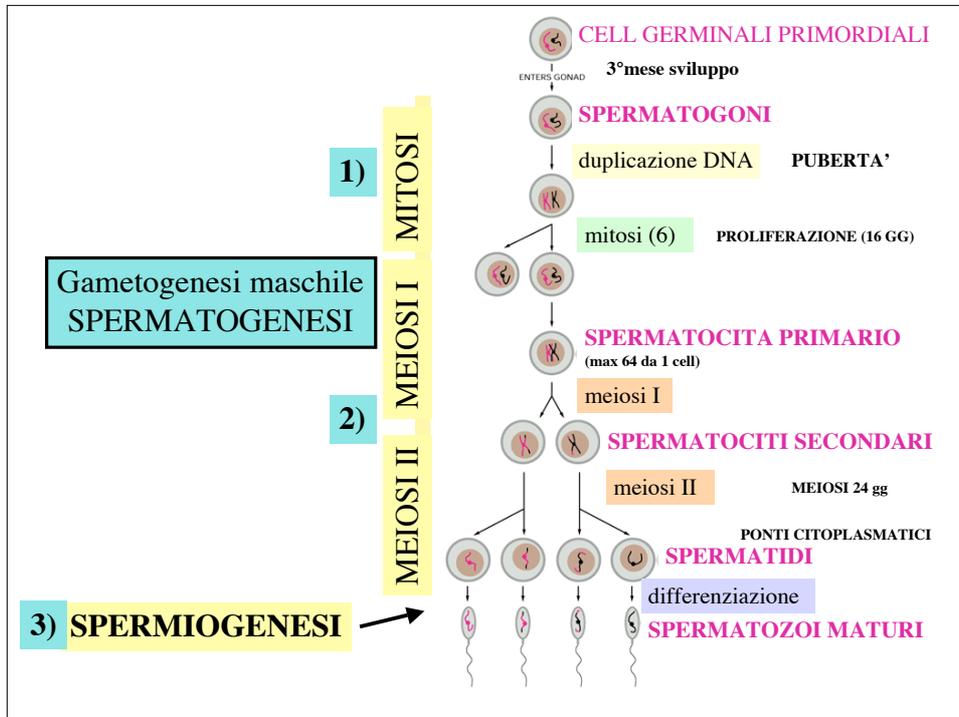


#### EPIDIDIMO

lungo tubo (7m) in cui il liquido seminale sosta x ca. 2 settimane e grazie ad un riassorbimento la concentrazione degli spermatozoi aumenta

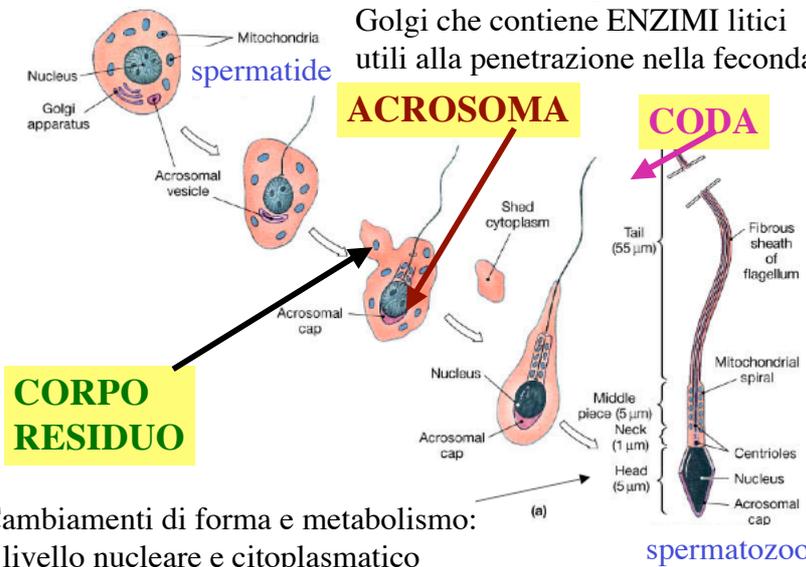






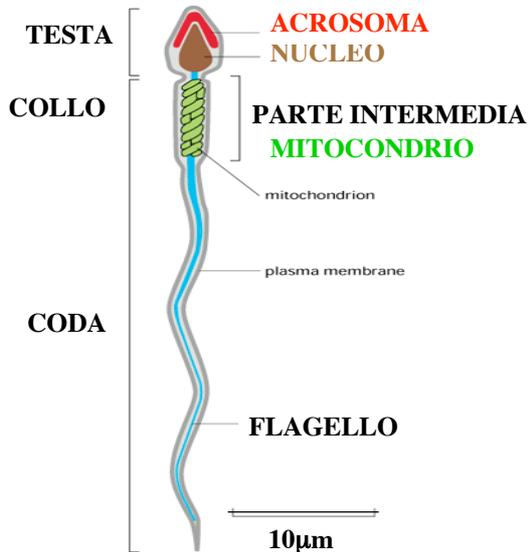
**SPERMATOGENESI- fase differenziativa**  
 da spermatide (cellula sferica a spermatozoo)

**ACROSOMA:** organulo derivato dal Golgi che contiene ENZIMI litici utili alla penetrazione nella fecondazione)



Cambiamenti di forma e metabolismo:  
 a livello nucleare e citoplasmatico

**SPERMIOGENESI: DA SPERMATIDI A SPERMATOZOI MATURI**  
 (24 GIORNI)



Gameti specializzati  
 nel  
 MOVIMENTO



## PERCORSO DEGLI SPERMATOZOI - vie maschili

**4 EIACULAZIONE  
RIASSORBIMENTO  
URINE**

**3 VASO DEFERENTE**  
Sostano fino alla eiaculazione.  
Eventuale vasectomia qui.

**VEVICCHETTA  
SEMINALE**

**PROSTATA**

**2 EPIDIDIMO (7m) 6-12 gg**  
**RIASSORBIMENTO FLUIDO**  
Spermatozoi:  $5 \cdot 10^9/ml$   
**MATURAZIONE**

**ANDROGENI**

**1 TUBULI SEMINIFERI (500 m in totale)**

**FLUIDO TUBULARE (SERTOLI)**

Spermatozoi:  $50 \cdot 10^6/ml$

**SEME (o SPERMA):**

**SPERMATOZOI +  
FLUIDO SEMINALE**

**2-4 ml;**

**$200-400 \times 10^6$**

**75% non anomali**

**FLUIDO SEMINALE**

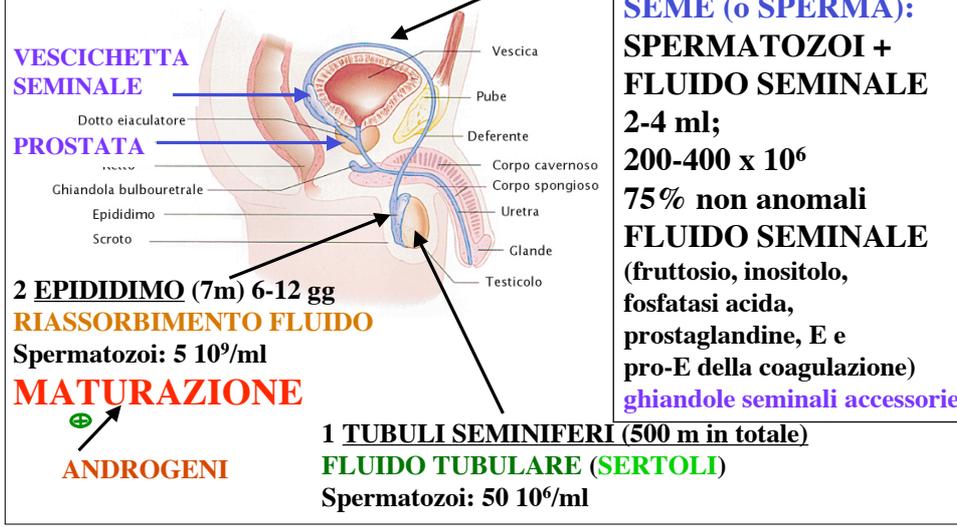
(fruttosio, inositolo,

fosfatasi acida,

prostaglandine, E e

pro-E della coagulazione)

**ghiandole seminali accessorie**

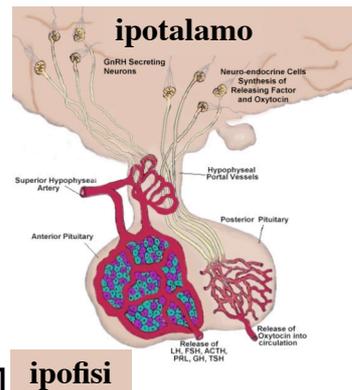


## Maturazione sessuale e controllo ormonale

*Pubertà*- inizio della maturità sessuale, processo graduale tra gli 8 e i 14 anni.

L'**ipotalamo** inizia a secernere il **fattore di rilascio delle gonadotropine (GnRH)** che determina un aumento dei livelli di **FSH e LH (gonadotropine)** prodotti dalla adenoipofisi. FSH ed LH agiscono sulle gonadi.

- maturazione apparato riproduttore
- sviluppo caratteristiche sessuali secondarie con avvio della produzione degli **ormoni sessuali** da parte delle gonadi



**ipofisi**

## RUOLO DEL TESTOSTERONE

Prima della nascita:

stimola lo sviluppo degli organi sessuali primari  
e la discesa dei testicoli nello scroto

Pubertà:

scatto di crescita  
sviluppo strutture riproduttive  
e caratteri secondari maschili\*

Adulto:

mantenimento dei caratteri secondari  
stimola la spermatogenesi

\* Caratteri associati agli ormoni sessuali, ma non direttamente interessati alla riproduzione

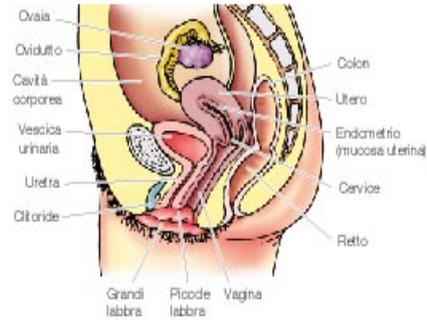
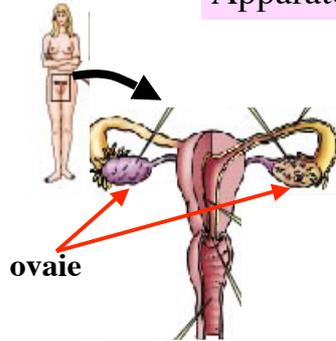
## OVOGENESI

La **ovogenesi** avviene in 3 tappe temporali successive:

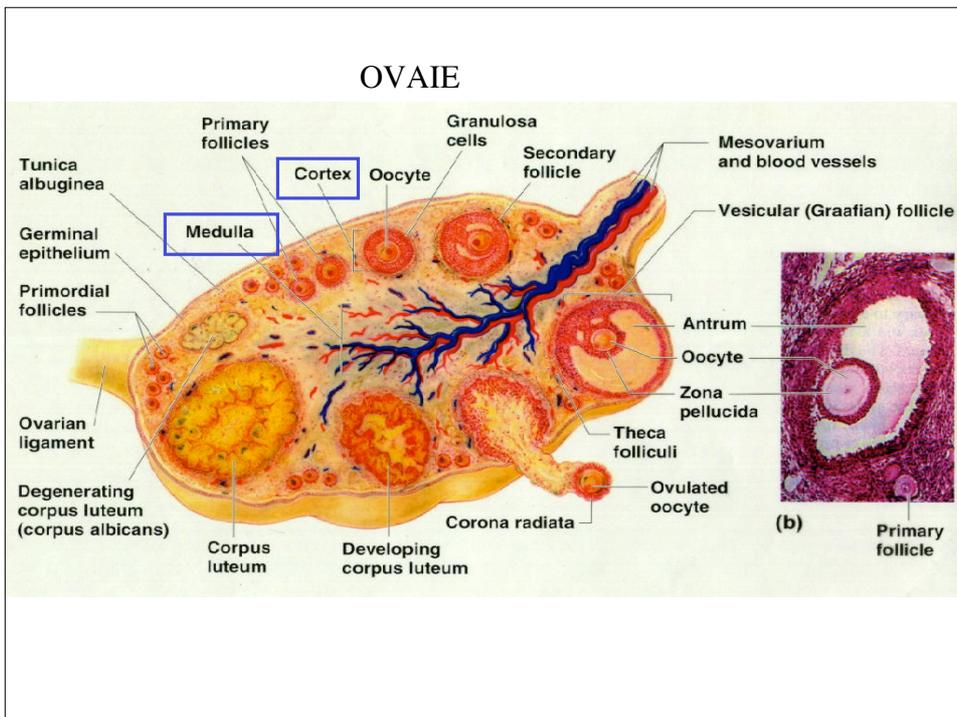
1. **Inizio** durante la vita fetale: fase proliferativa degli **ovogoni diploidi** (MITOSI). Al 5° mese di sviluppo **tutti** gli ovogoni o degenerano o si trasformano in **ovociti primari** ed entrano in meiosi I. Nella donna non c'è possibilità da questo momento in poi di avere altre cellule germinali, le risorse per la riproduzione sono limitate e non più rinnovabili per mitosi.
2. **Arresto** durante la vita fetale: fase meiotica (MEIOSI I) parte ma si arresta in tarda profase I meiotica (**diplotene**)
3. **Ripresa** dalla pubertà alla menopausa in un qualsiasi momento (follicologenesi) per completarsi ciclicamente con la produzione dei gameti femminili **immaturi (ovociti II che non hanno ancora completato la meiosi II e sono bloccati in metafase II)**. All'atto della fecondazione emetteranno il globulo polare e concluderanno la Meiosi II.

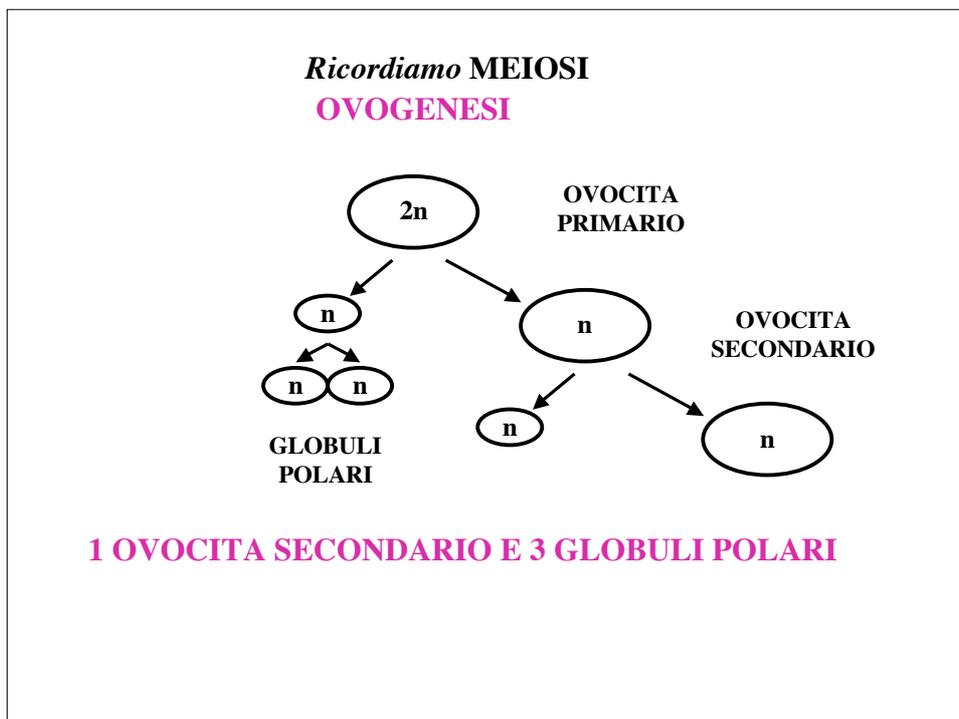
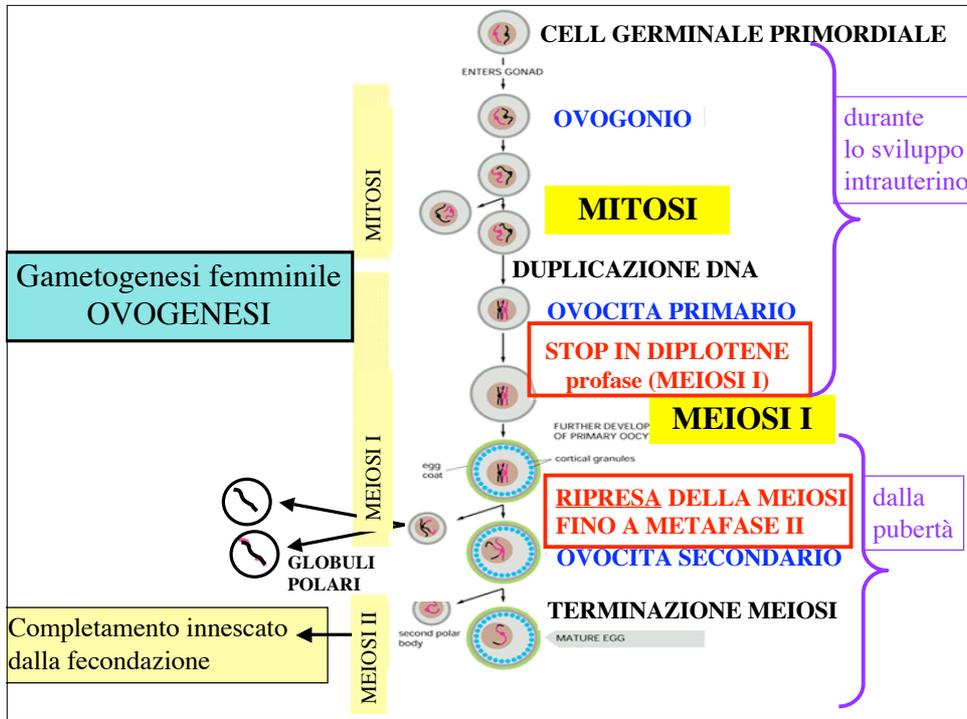
# OVOGENESI produzione gameti femminili

## Apparato riproduttore femminile: anatomia



Le **ovaie** sono le gonadi femminili dove si compie la meiosi e matura l'ovocita. Nelle tube avviene di norma la fecondazione. Nell'**utero** si annida il prodotto del concepimento e cresce l'embrione

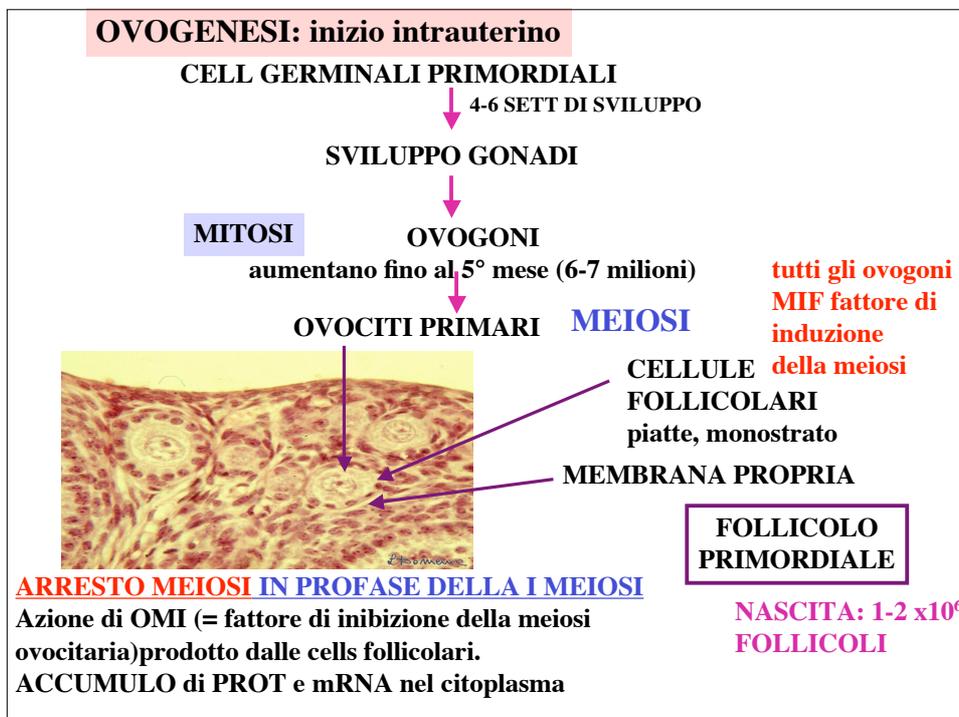


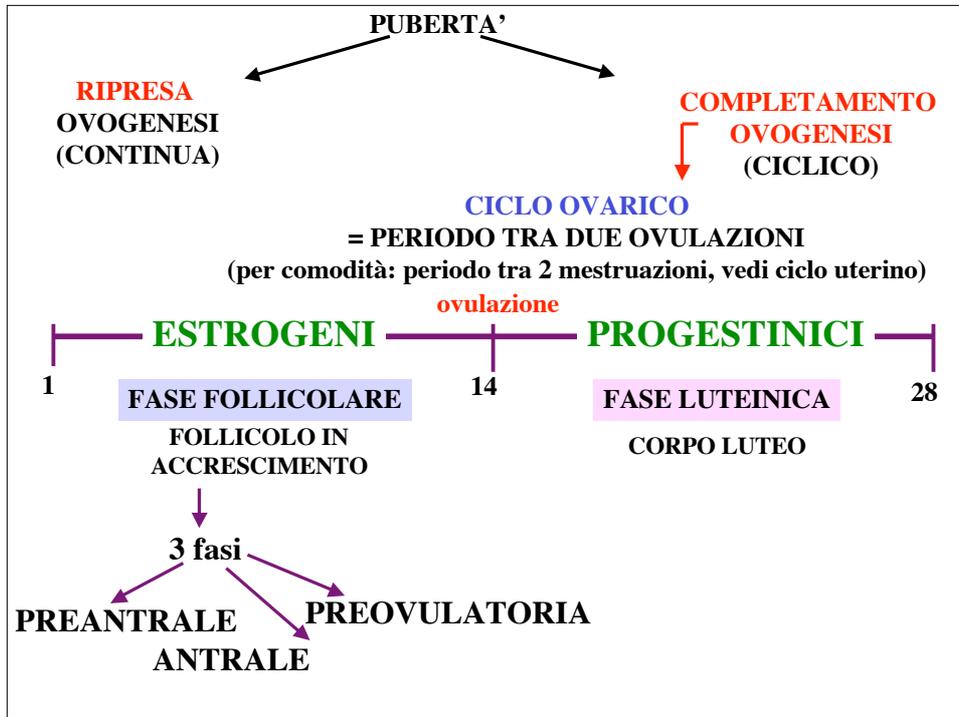




**Differenze spermatogenesi - ovogenesi:**

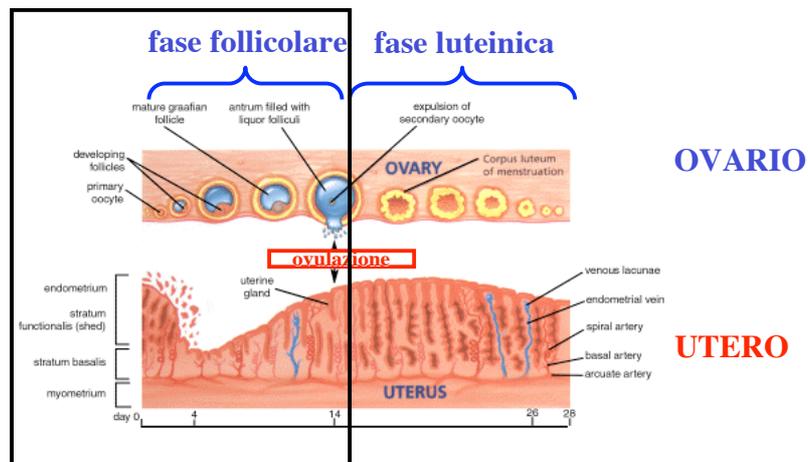
- a) **4** spermatozoi maturi contro **1** oocita II di notevoli dimensioni che completerà la meiosi solo all'atto della fecondazione
- b) Gli spermatogoni (precursori diploidi) continuano a dividersi per tutto il periodo fecondo dell'uomo, mentre la donna alla nascita ha già la sua riserva di cellule germinali sebbene immature (**risorsa non rinnovabile**)
- c) La spermatogenesi avviene in modo **ininterrotto**, mentre nella ovogenesi si assiste a un lunghi periodi di "riposo" con **ripresa ciclica nel tempo**



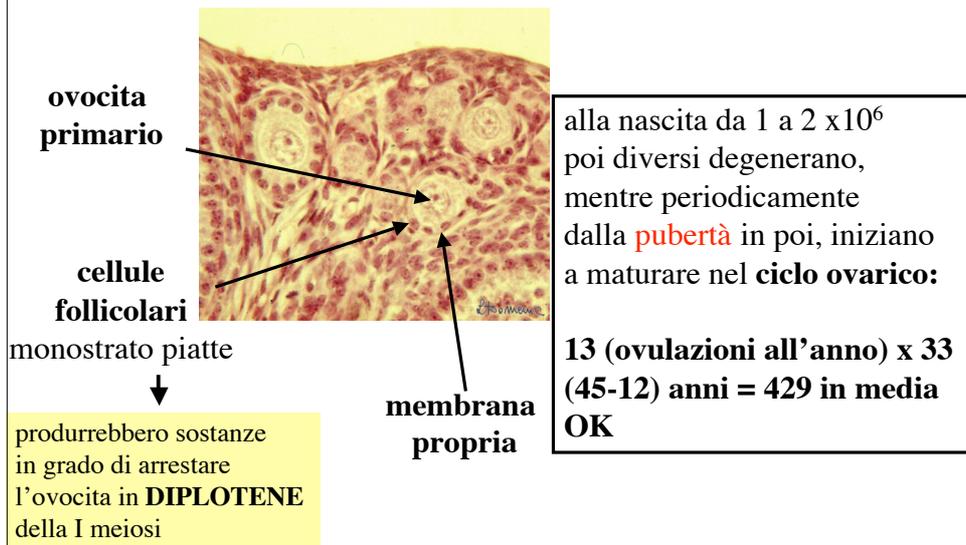


**CICLO OVARICO: completamento ciclico dell'ovogenesi che avviene periodicamente e consiste in modificazioni cicliche dell'ovario, sollecitato dalla attività della ipofisi**

teoricamente: periodo che intercorre tra due ovulazioni successive  
 in pratica: **periodo che intercorre tra due mestruazioni successive**



**FOLLICOLO PRIMORDIALE** nell'ovaio  
**unità funzionale dell'ovaio**



**FASE FOLLICOLARE**

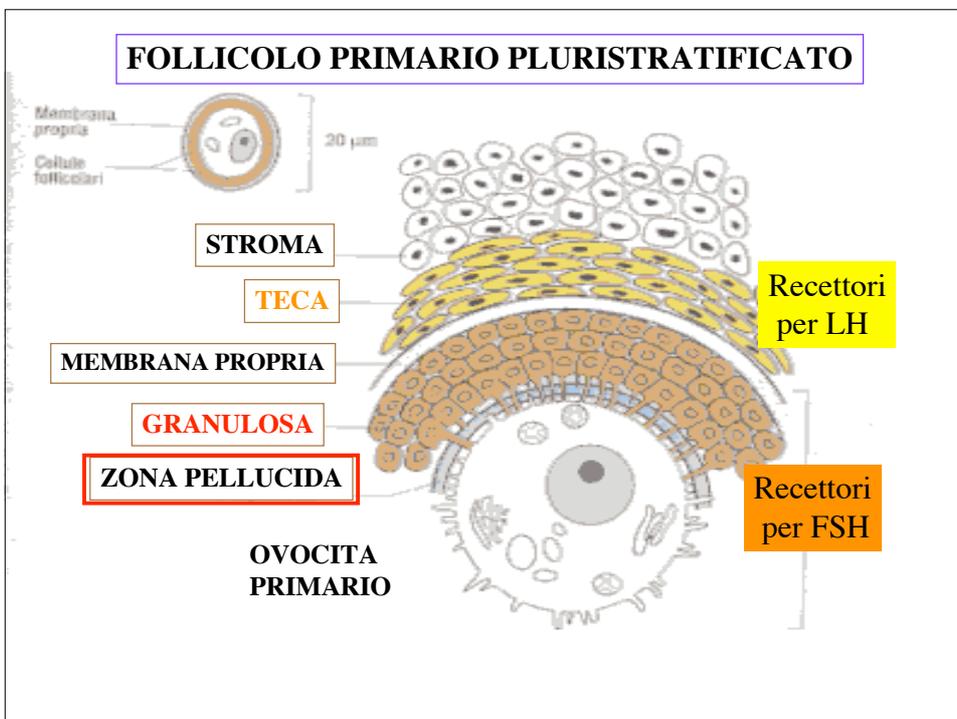
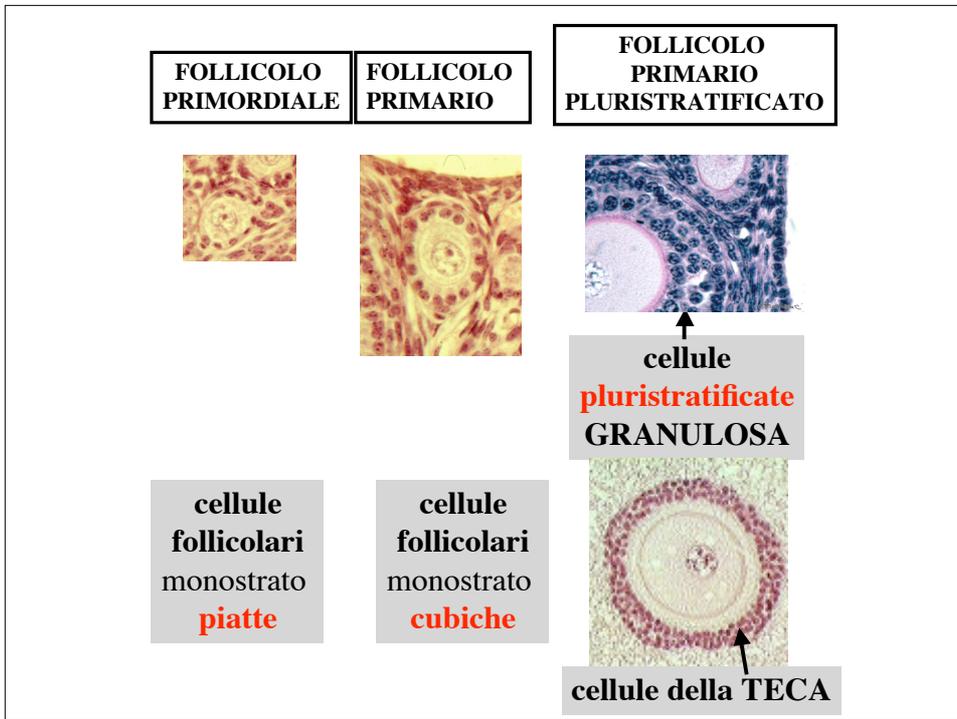
**FASE PREANTRALE -3-5 gg**

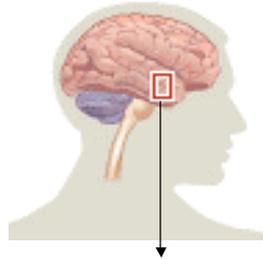
**L'ovocita primario aumenta di volume** da ca. 20 µm a 100 µm

**Il follicolo si accresce e cambia**

**Si forma la zona pellucida** attorno all'uovo

**COMPARSA RECETTORI PER GLI ORMONI "GONADOTROPINE" prodotti dalla ipofisi**

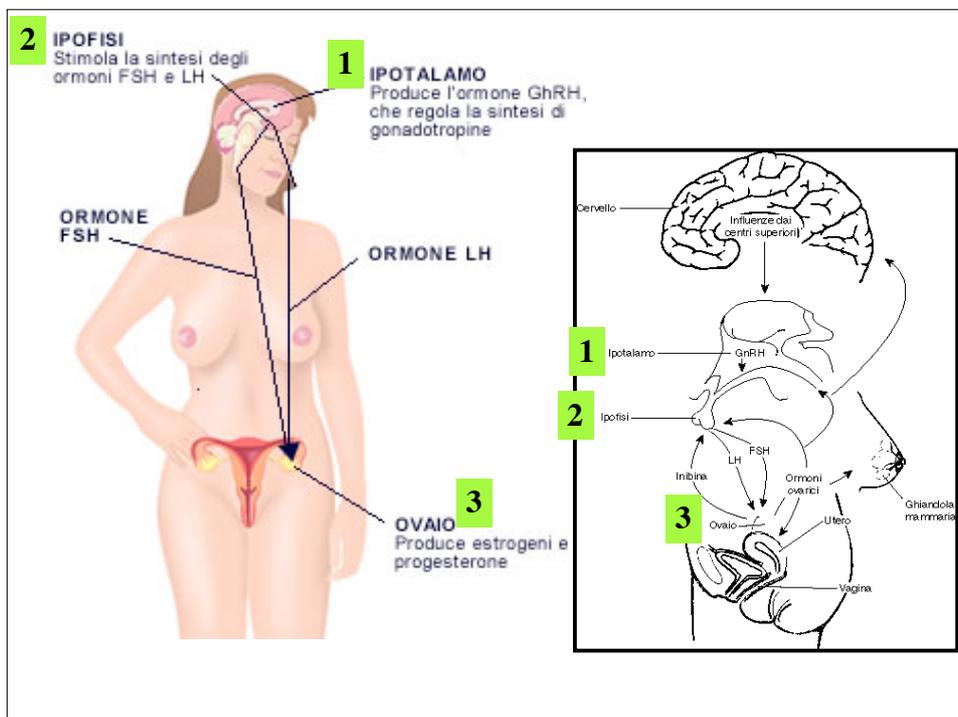




**IPOFISI**

**GONADOTROPINE:**  
**FSH (ORMONE FOLLICOLO STIMOLANTE)**  
**LH (ORMONE LUTEINIZZANTE)**

**Regolazione ormonale del ciclo riproduttivo femminile**

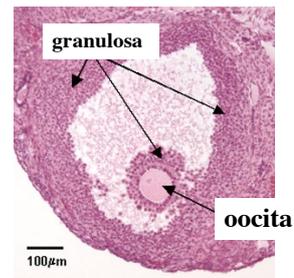


## FASE FOLLICOLARE

### FASE ANTRALE -8-12 gg

La > parte dei follicoli va in atresia.  
Il follicolo aumenta di molto le dimensioni:  
**attività proliferativa.**  
Si forma un antro: **attività secretiva.**  
L'ovocita rimane nel cumulo ooforo.

### FOLLICOLO SECONDARIO



antro

## FASE FOLLICOLARE

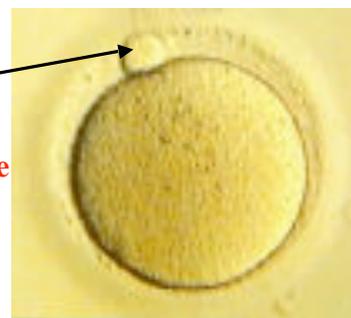
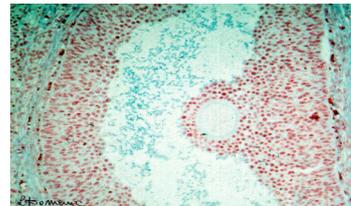
### FASE PRE-OVULATORIA

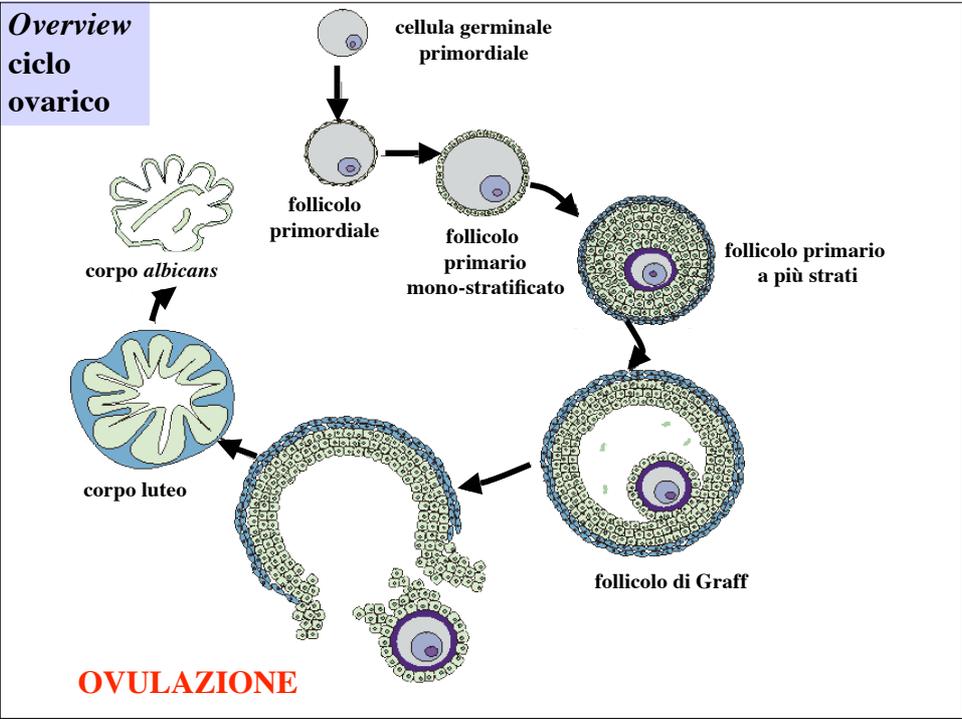
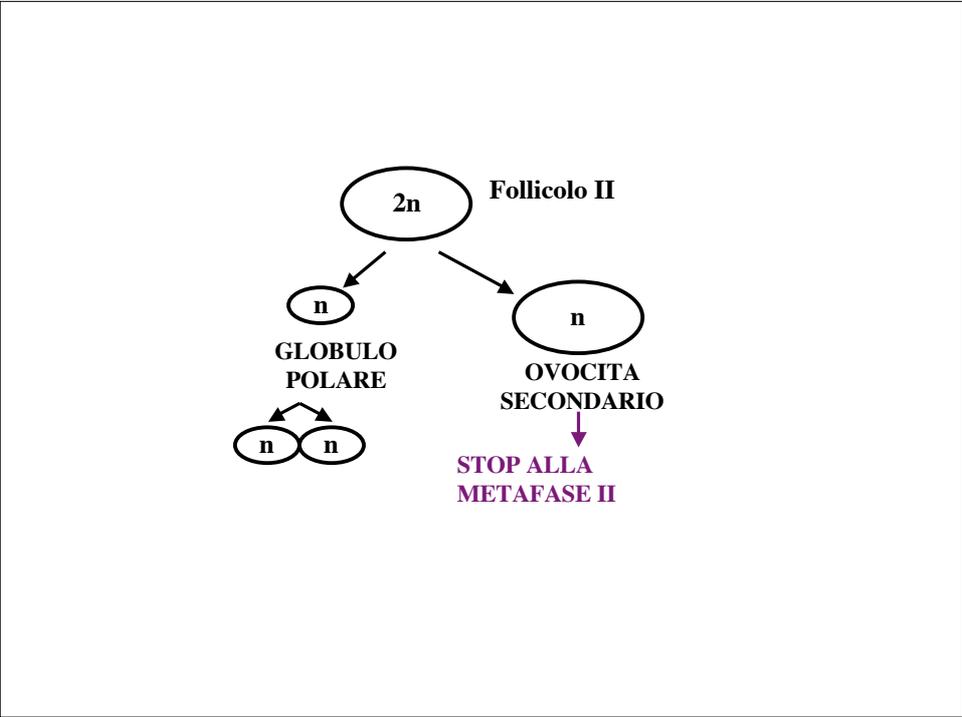
Il follicolo è aumentato dimensionalmente  
(da 6 a 20 mm di diametro): **follicolo  
terziario o di Graaf**

**Ripresa della meiosi:** completamento della  
meiosi I e formazione dell'ovocita II e  
globulo polare, **poi nuovo STOP in metafase  
II**

Formazione nell'ovocita delle vescicole  
corticali

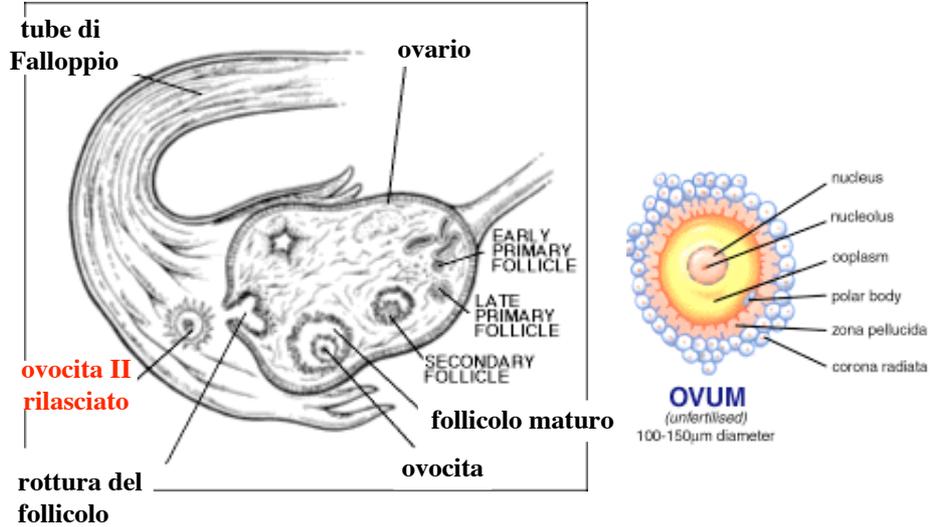
### FOLLICOLO TERZIARIO O DI GRAAF



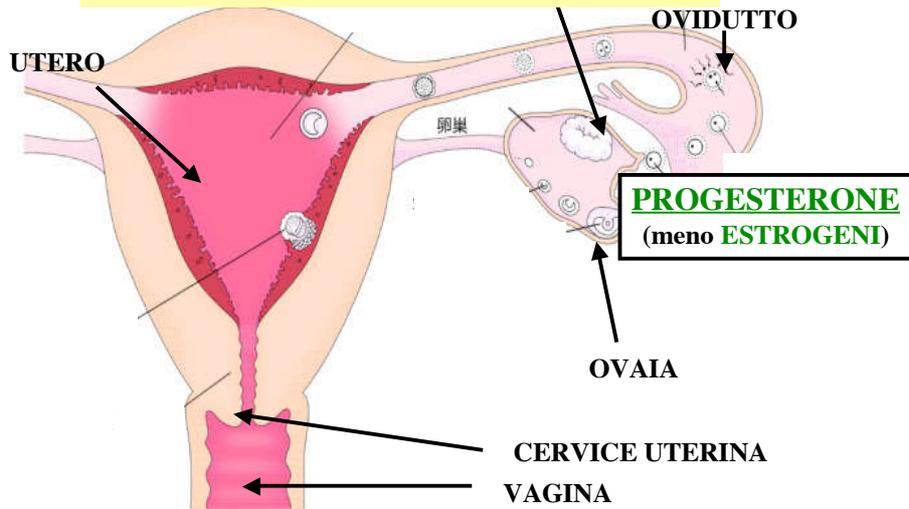


**OVULAZIONE**

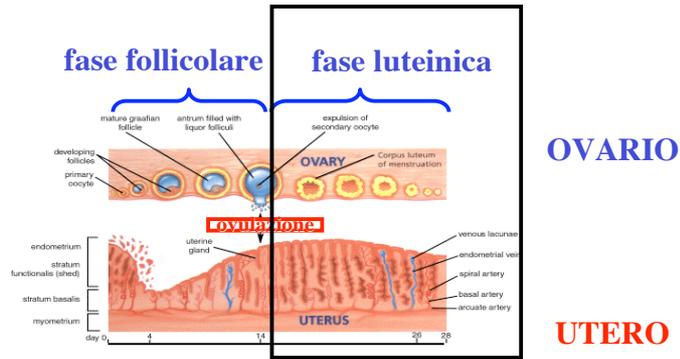
**ACCRESIMENTO FOLLICOLO  
ROTTURA FOLLICOLO  
USCITA OVOCITA II**



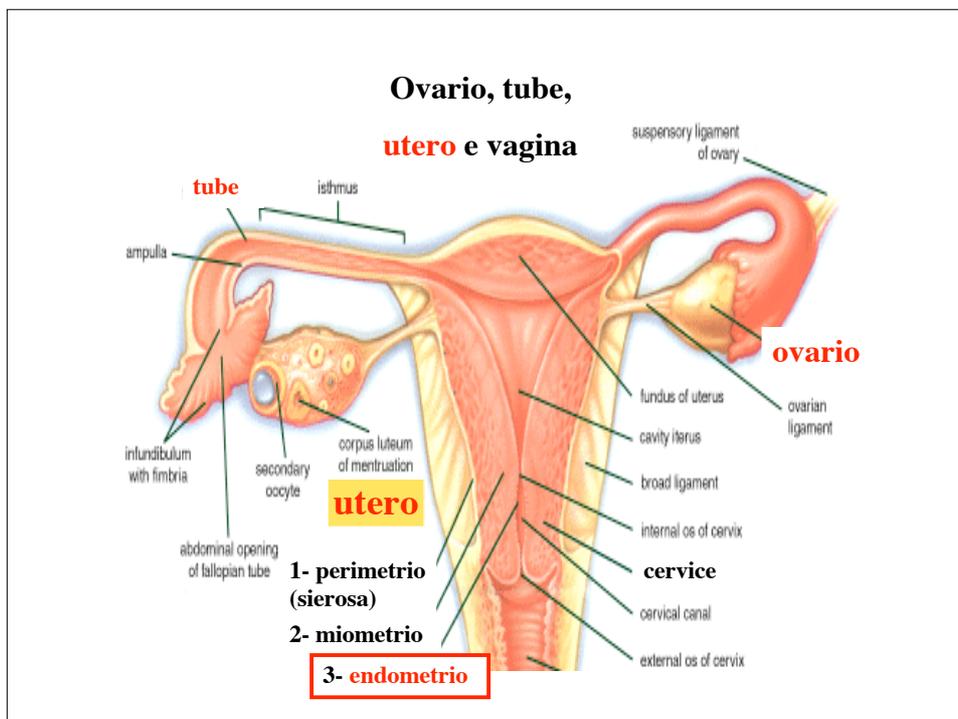
**DOPO L'OVULAZIONE  
metamorfosi di ciò che rimane in **CORPO LUTEO****



**CICLO OVARICO:** completamento ciclico dell'ovogenesi che consiste in modificazioni cicliche dell'ovario, sollecitato dalla attività della ipofisi



**CICLO DELL'ENDOMETRIO-CICLO UTERINO o MESTRUALE:** modificazioni cicliche sia morfologiche che funzionali che hanno lo scopo di preparare la mucosa uterina ad accogliere il prodotto del concepimento, indotte dagli ormoni ovarici estrogeni e progestinici



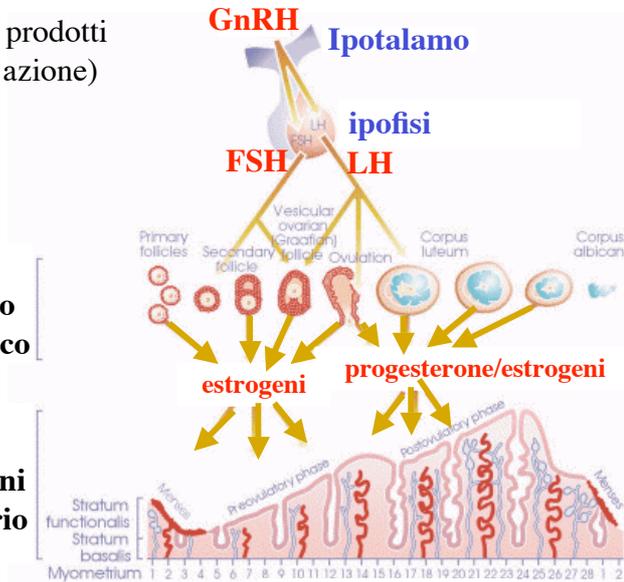
Rapporti **ormonali**  
 (in rosso gli ormoni prodotti  
 in giallo le frecce d'azione)  
**IPO TALAMO**  
**IPO FISI**  
**GONADI**

**OVAIO**

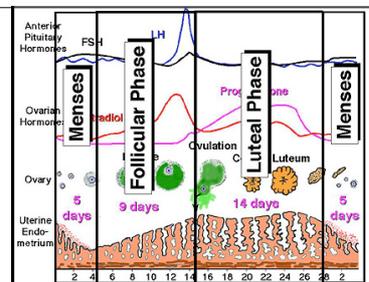
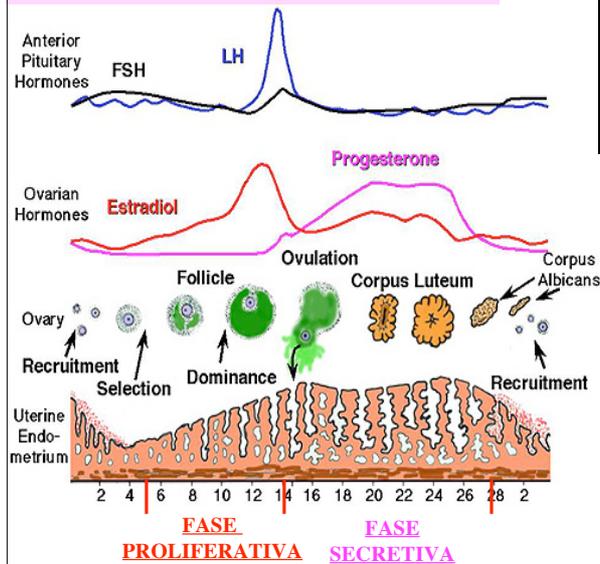
**Ciclo ovarico**

**UTERO**

**Trasformazioni dell'endometrio**



**CICLO DELL'ENDOMETRIO**  
 = CICLO MESTRUALE  
 DIPENDE DADLI ORMONI STEROIDI  
 PRODOTTI DALLE OVAIE



**ESTROGENI**

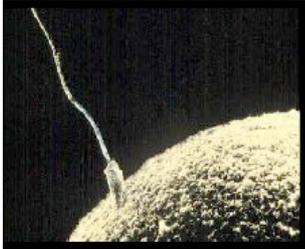
↓  
**FASE PROLIFERATIVA**  
 dopo la mestruazione  
 si ricostruisce  
 la mucosa uterina

**PROGESTERONE**

↓  
**FASE SECRETIVA**  
 la mucosa diventa trofica  
 per poter ospitare il prodotto  
 del concepimento

## Fecondazione

per **fecondazione** si intende il processo di **unione** di due cellule sessuali (gameti) a formare una sola cellula, la prima del nuovo organismo, lo **zigote**



Nella specie umana si tratta della **fusione dei 2 “pronuclei”** femminile e maschile, la **fusione** di 2 corredi cromosomici *aploidi* (23 cromosomi) a dare un set cromosomico *diploide* quello dello **zigote (2n= 46)**

che ha il potenziale di dare origine ad un nuovo individuo

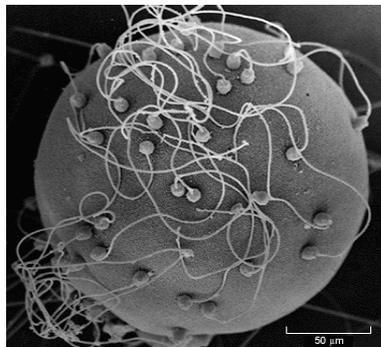


**la fecondazione unisce in un solo processo due fenomeni diversi  
sessualità e riproduzione**

## Fecondazione - tappe (in genere)

- 1) avvicinamento dei gameti
- 2) attivazione spermatozoi
- 3) penetrazione delle barriere che circondano l'uovo
- 4) reazioni dell'uovo
- 5) unione dei cromosomi (materiale genetico dei genitori) **sessualità**

**FECONDAZIONE INTERNA**  
**PERCORSO DEGLI SPERMATOZOI**  
 (si veda la numerazione da 1 a 5)



**RICONOSCIMENTO TRA I GAMETI** sulla ZONA PELLUCIDA che circonda l'ovocita ci sono **recettori specie-specifici**

**ATTIVAZIONE DEGLI SPERMATOZOI** cambia il battito del flagello e si ha la REAZIONE ACROSOMIALE che consente la penetrazione delle barriere dell'ovocita

**FUSIONE DELLE MEMBRANE E PENETRAZIONE** dello spermatozoo in 15-20 min. ENTRA NUCLEO SPERMATOZOO + CENTRIOLO

#### 4) REAZIONI DELL'UOVO FERTILIZZATO

##### 1. BLOCCO DELLA POLISPERMIA

1. **reazione corticale** dell'uovo  
e 2. **inattivazione** dei recettori  
nella m. pellucida (pochi minuti)

##### 2. COMPIMENTO MEIOSI II

riattivazione metafase II (2-3h)  
L'ovocita era bloccato in metafase II e completa la Meiosi II emettendo il globulo polare.

##### 3. ATTIVAZIONE UOVO

aumento **METABOLISMO**  
(scatenato dal  $Ca^{2+}$ )  
**INIZIO 1° MITOSI**  
2 cell dopo 24-30h

##### 4. UNIONE CROMOSOMI

fusione dei 2 PRONUCLEI  
**DUPLICAZIONE DNA**  
Disposizione dei 46 cromosomi  
(23+23) in metafase e prima  
divisine dello zigote

