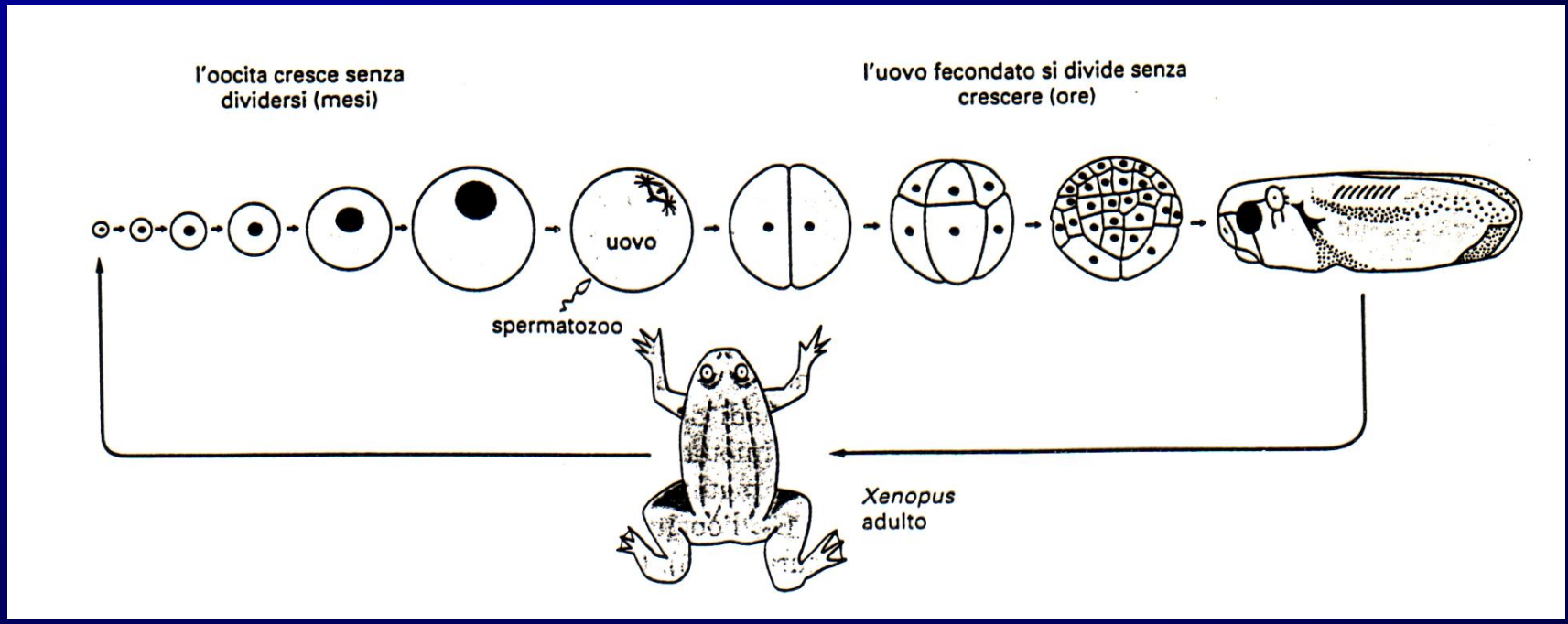
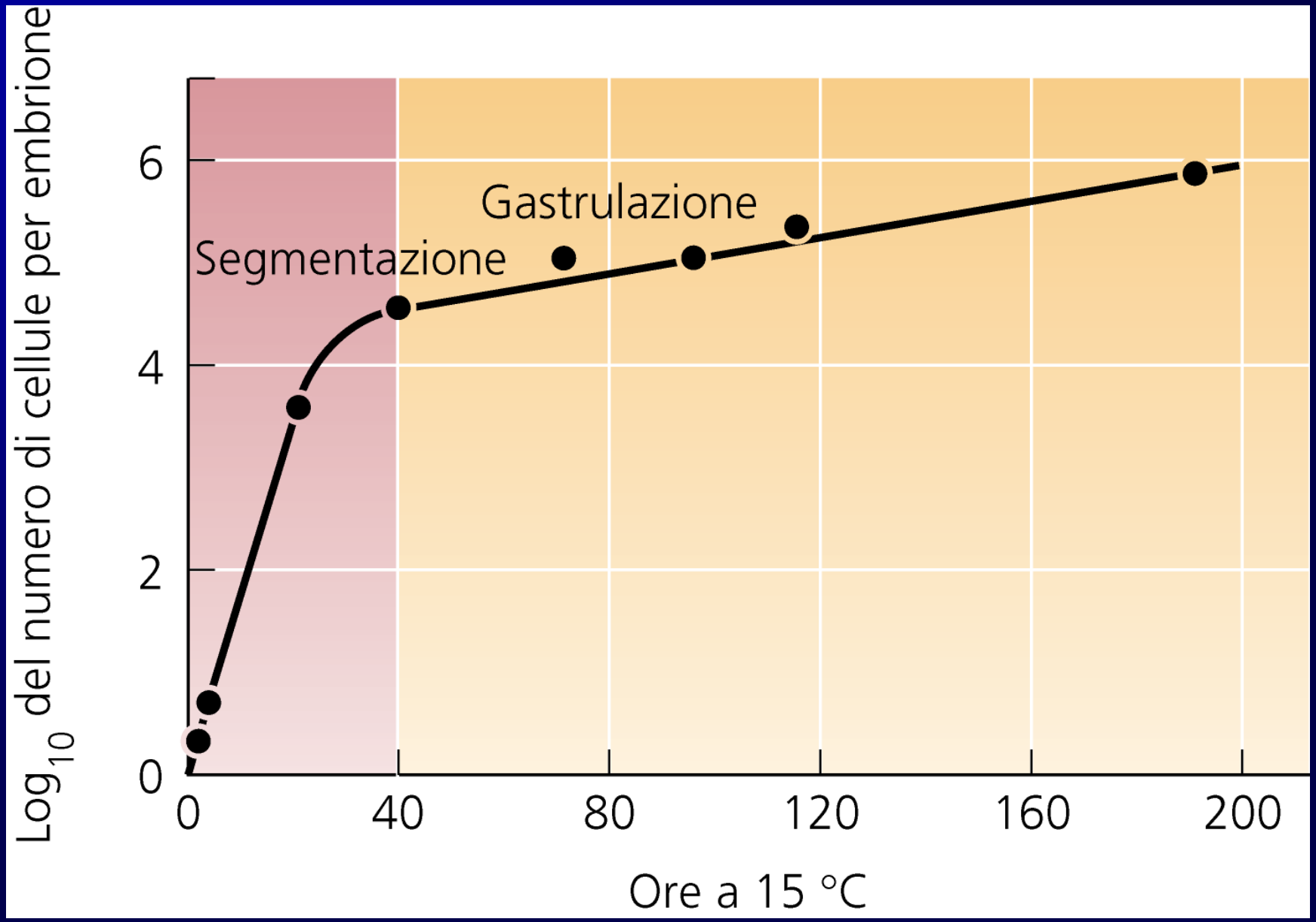
Tappe dello sviluppo

Segmentazione


l'oocita cresce senza dividersi (mesi)
l'uovo fecondato si divide senza crescere (ore)
uovo
spermatozoo
Xenopus adulto

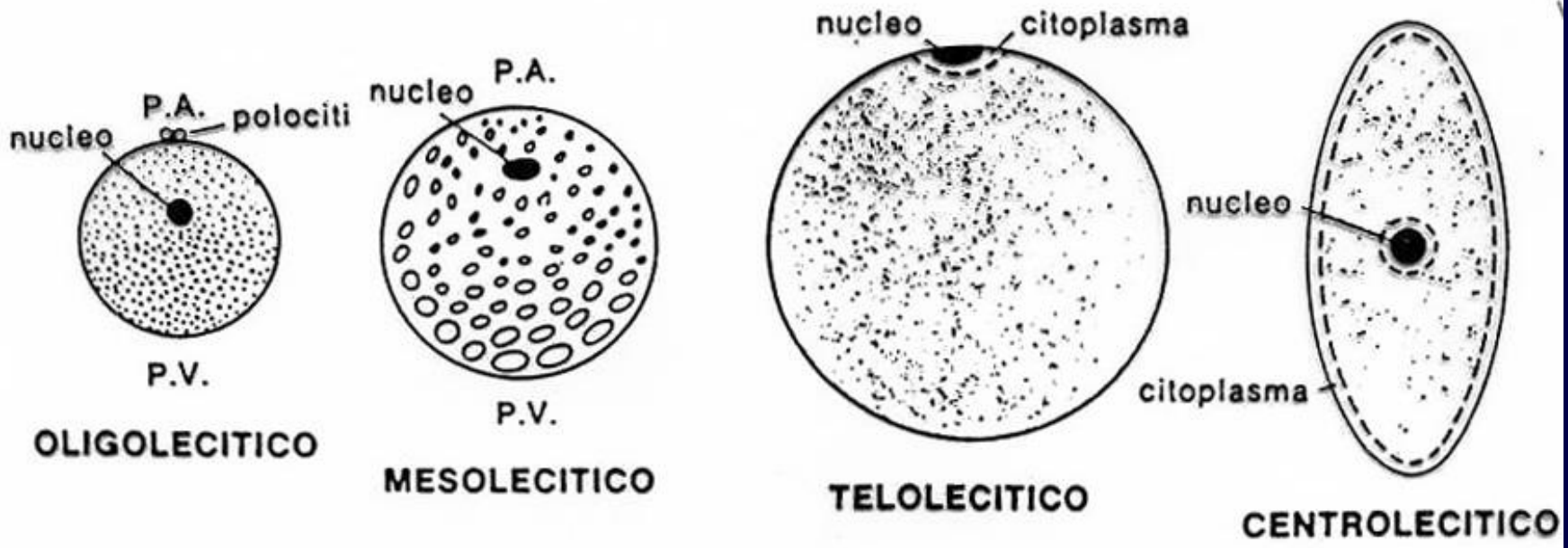

Log10 del numero di cellule per embrione
6
4
2
0
Segmentazione
Gastrulazione
0
40
80
120
160
200
Ore a 15 °C

1. Modalità di segmentazione

2. Inclinazione del piano di divisione

3. Tempi di segmentazione

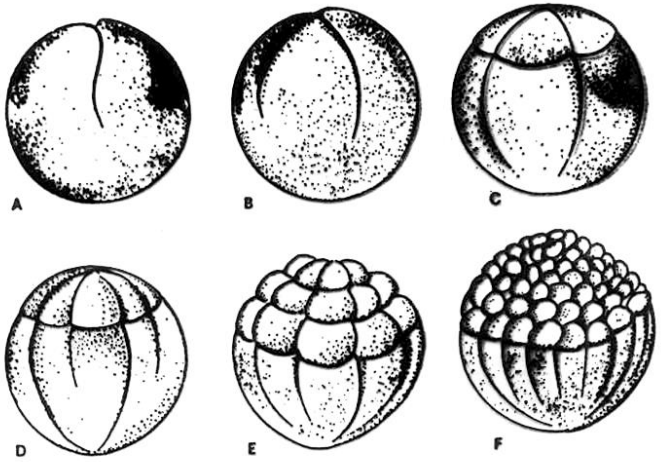
Classificazione delle uova sulla base del contenuto di tuorlo



Schema dei principali tipi di uovo.

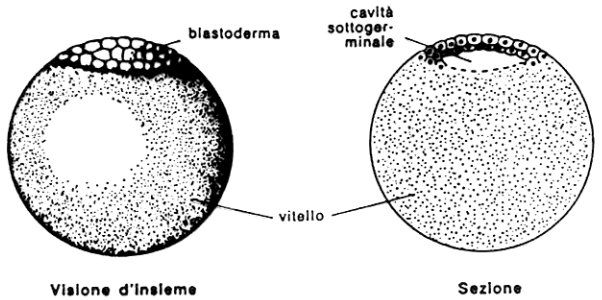
- Il tuorlo crea un ostacolo all'insorgenza dei piani di divisione cellulare

- La quantità e la distribuzione del tuorlo nell'uovo determinano le modalità della segmentazione

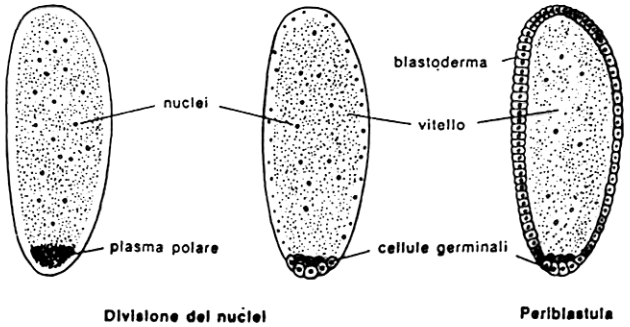


Segmentazione dell'uovo di Anfibi. A e B, primo e secondo solco di divisione; l'estensione dei solchi verso il polo vitellino è ritardata dalla grande quantità di deutoplasma che ostacola la segmentazione. C, il terzo piano di divisione è spostato verso il polo animale. D, E ed F, con il proseguire della segmentazione si formano micromeri al polo animale e macromeri al polo vitellino

Oloblastica

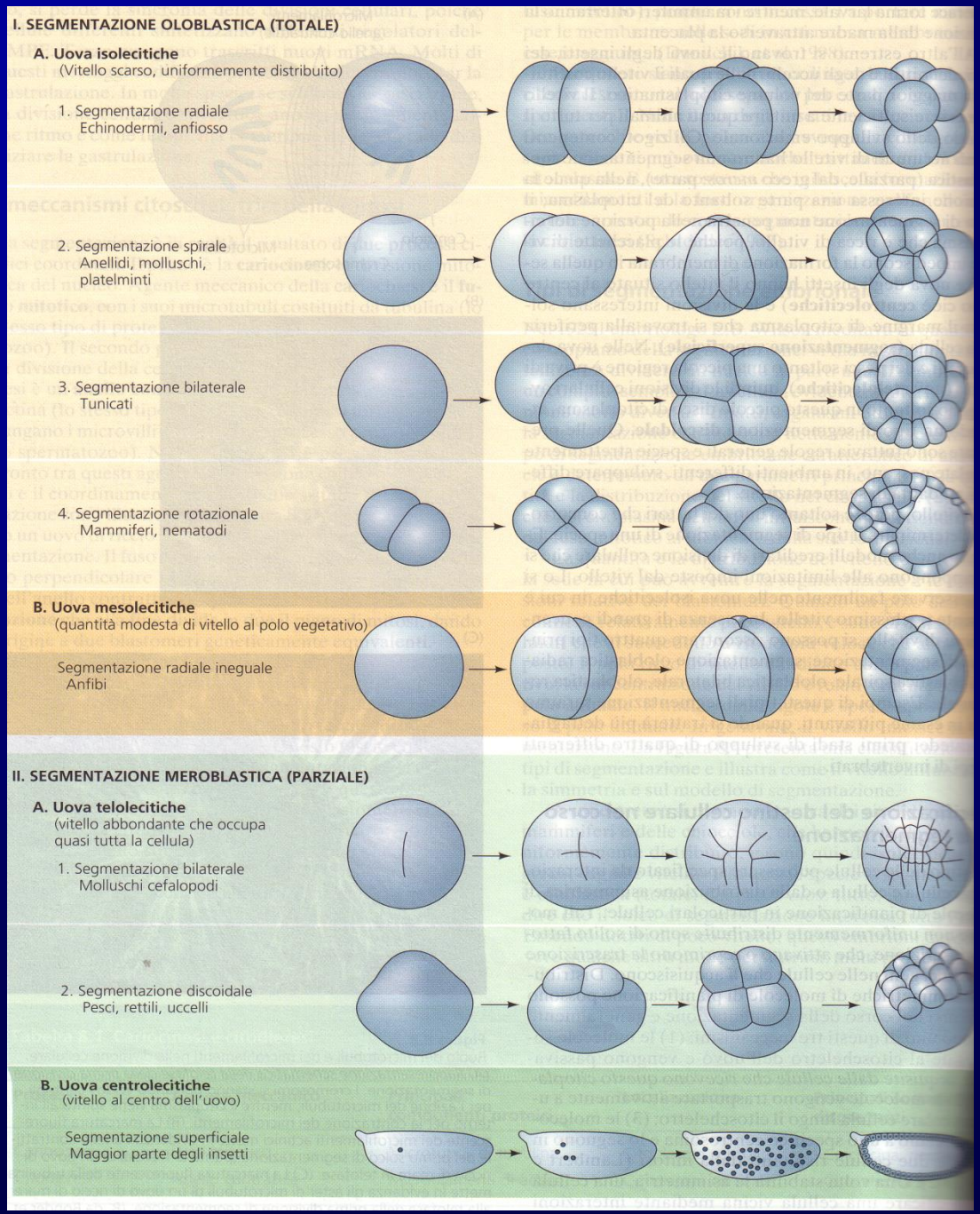


Segmentazione parziale discoidale.



Segmentazione parziale superficiale dell'uovo di Insetti.

Meroblastica



Radiale

Spirale

Bilaterale

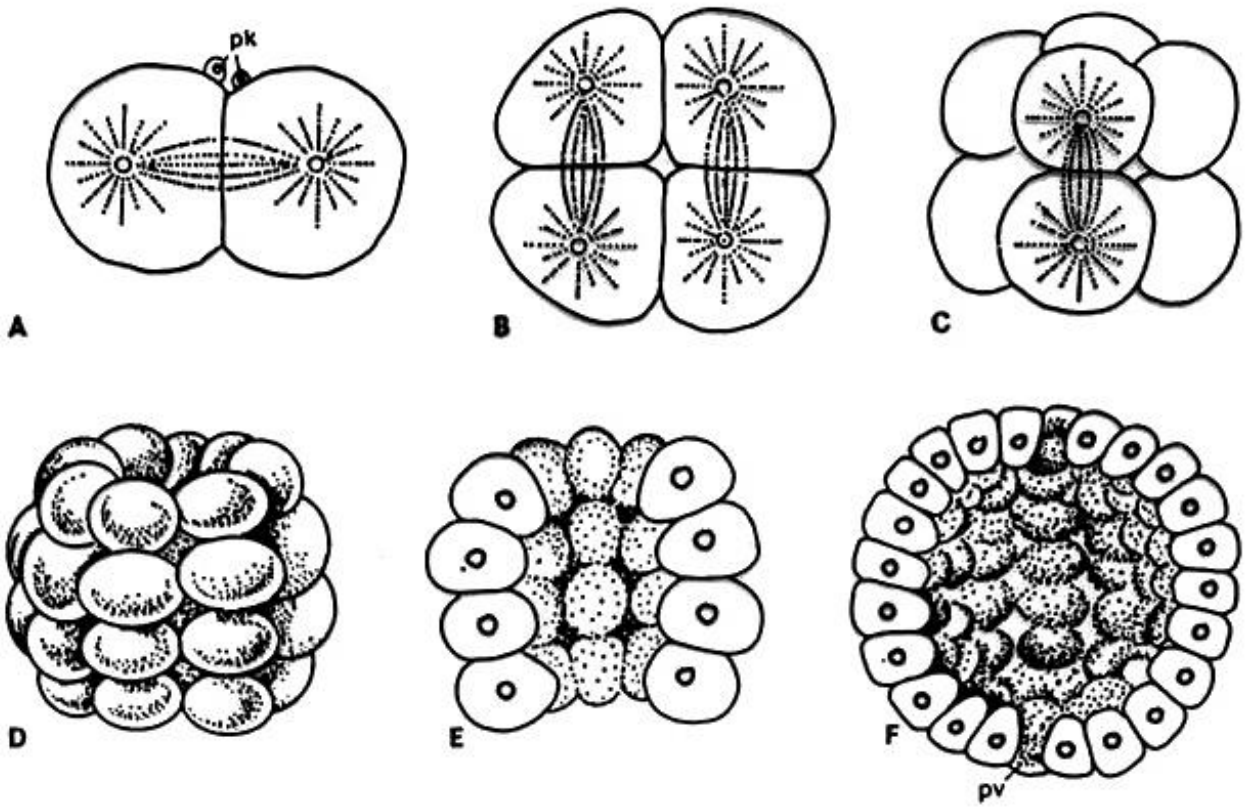
Rotazionale

Bilaterale, Diseguale

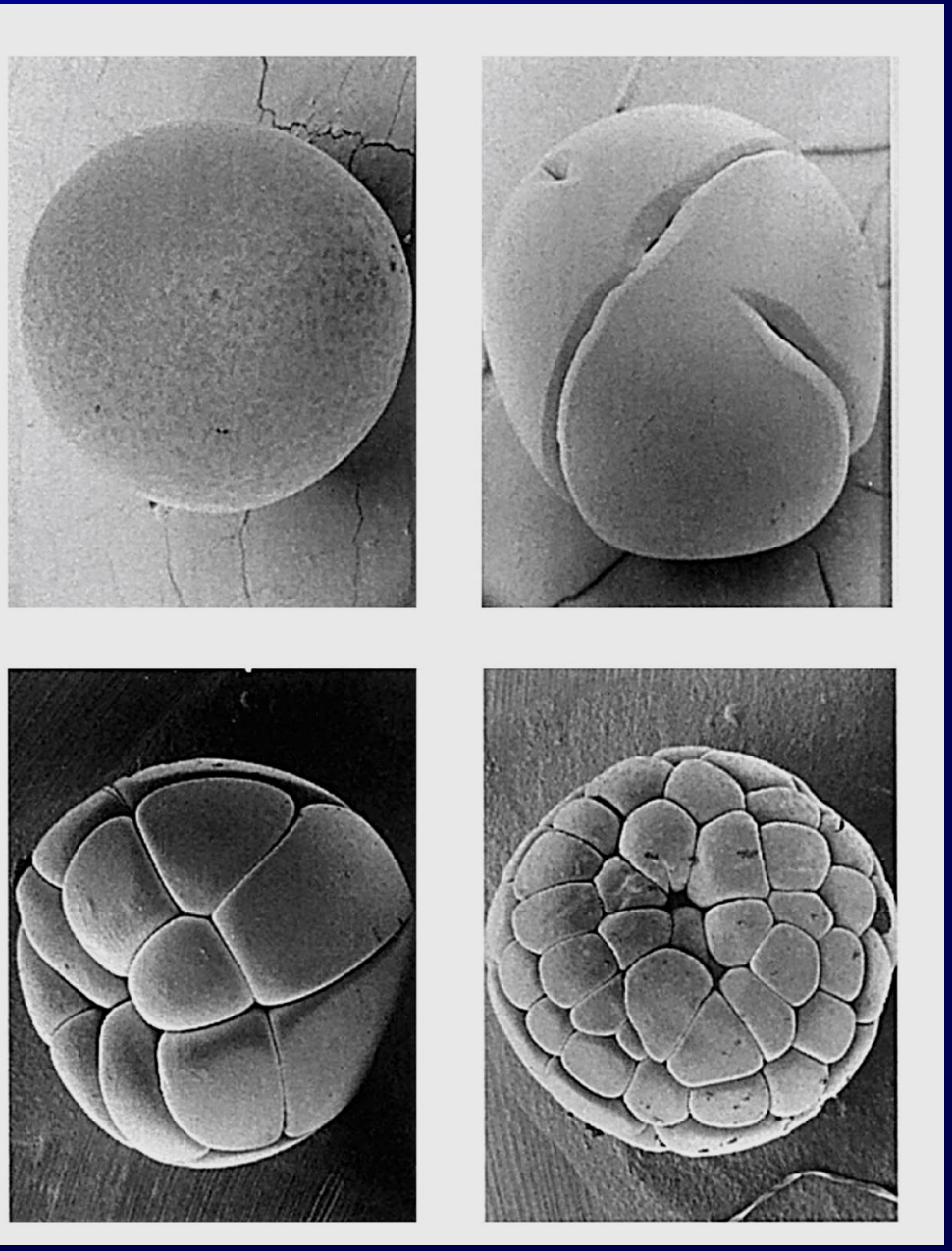
Discoidale

Superficiale

SEGMENTAZIONE OLOBLASTICA SUBEGUALE: ANFIOSSO

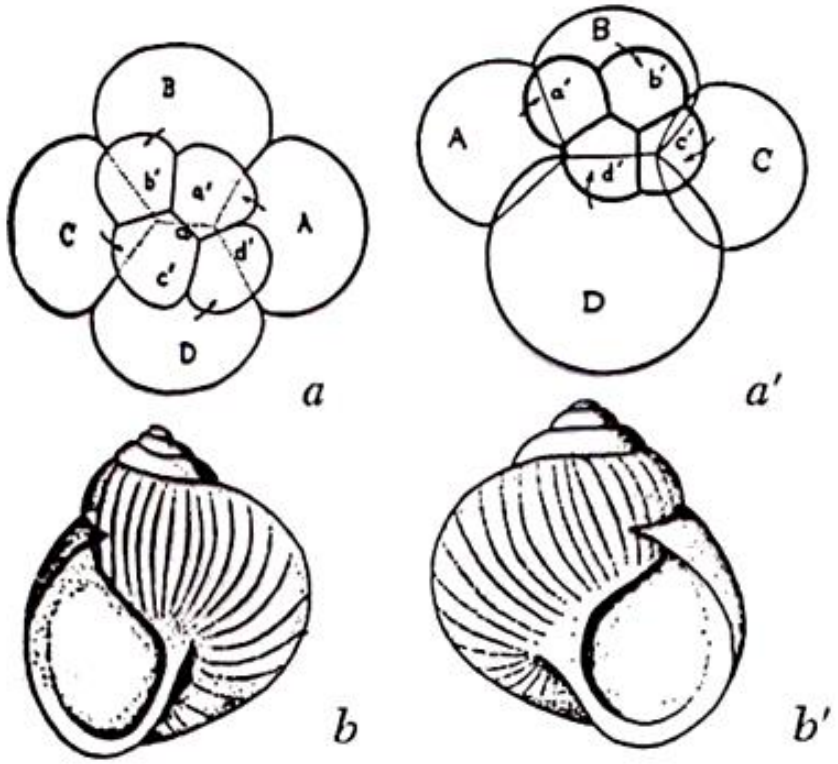


Schema di segmentazione oloblastica subeguale; i blastomeri del polo vitellino (pv) sono appena più grossi di quelli del polo animale. A, stadio a 2 blastomeri; B (visione polare), stadio a 4 blastomeri; C, stadio a 8 blastomeri; D, stadio a 32 blastomeri visto, in E, in sezione meridiana; F, stadio a 128 blastomeri in sezione meridiana. In E ed F la cavità interna è il blastocele. pk, polociti (da Siewing).

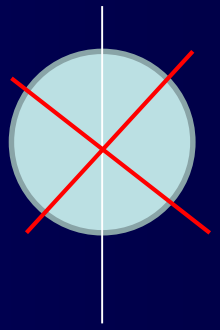


Diseguale -Anfibi

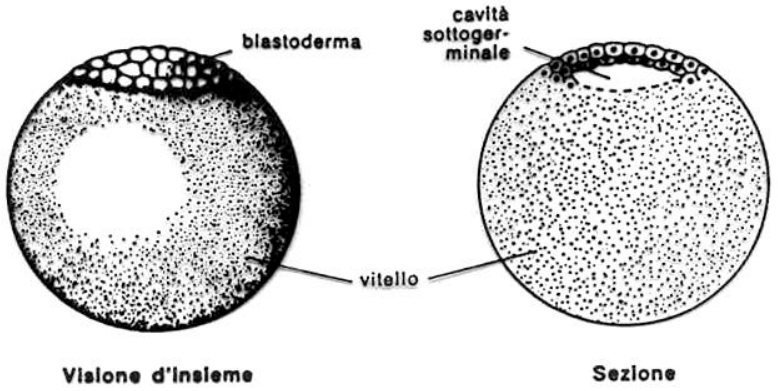
SEGMENTAZIONE OLOBLASTICA SPIRALE



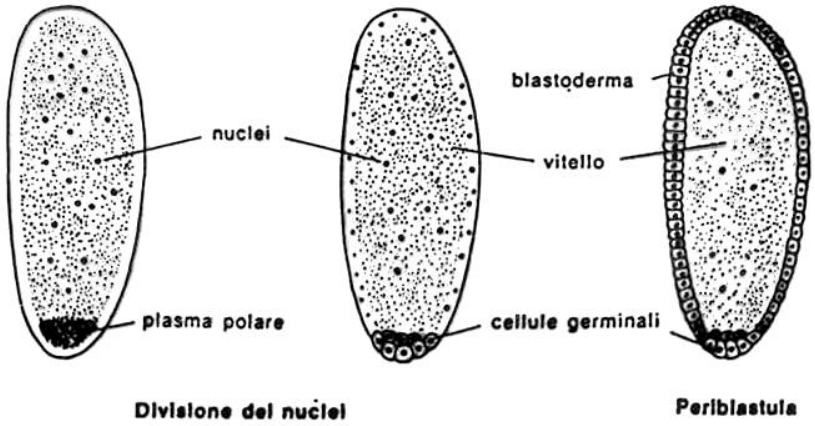
Rapporti tra segmentazione sinistrorsa (a) *e destrorsa* (a′) *e avvolgimento sinistrorso* (b) *e destrorso* (b′) *della conchiglia nei Gasteropodi.*



Segmentazione Meroblastica

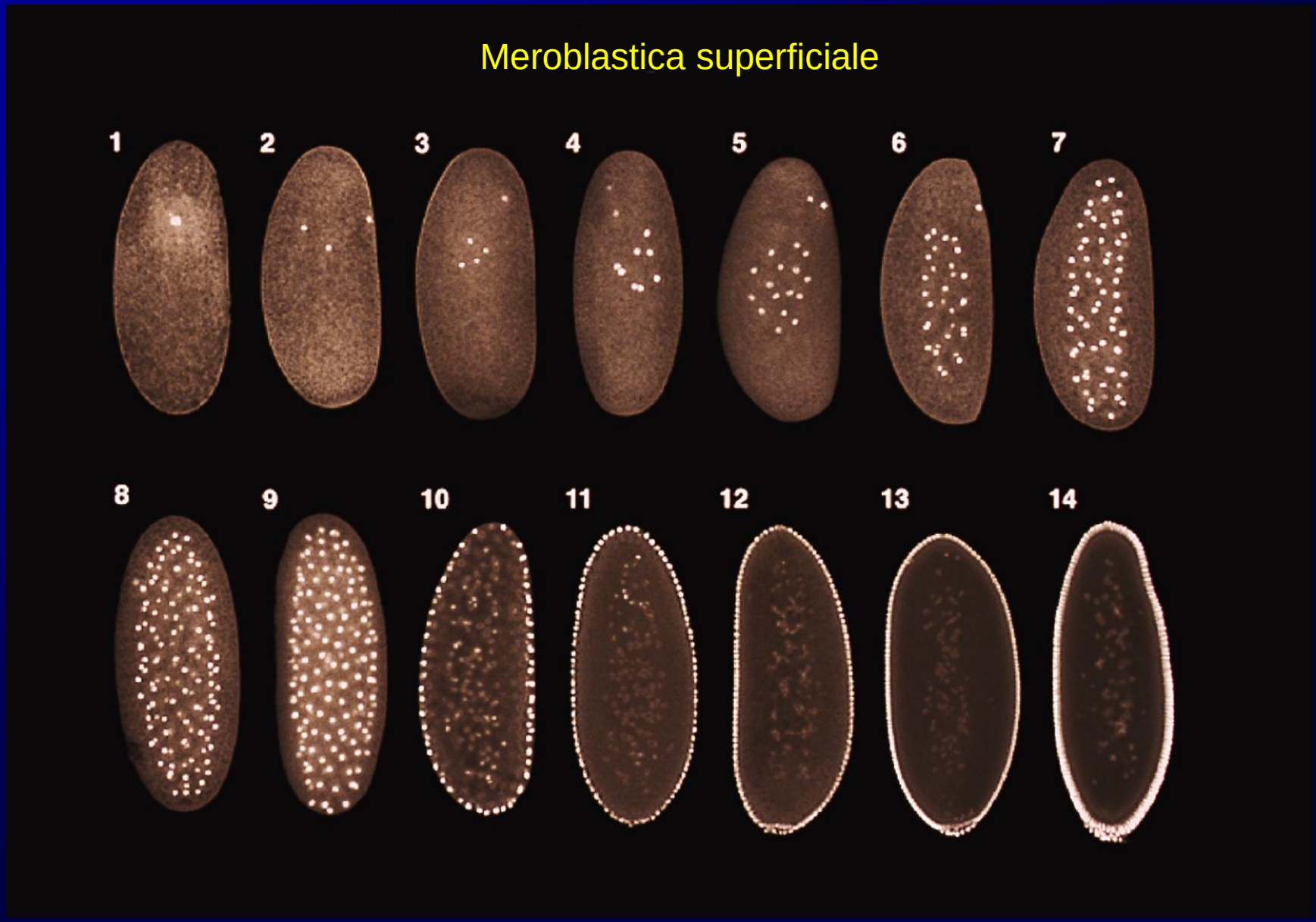


Segmentazione parziale discoidale.

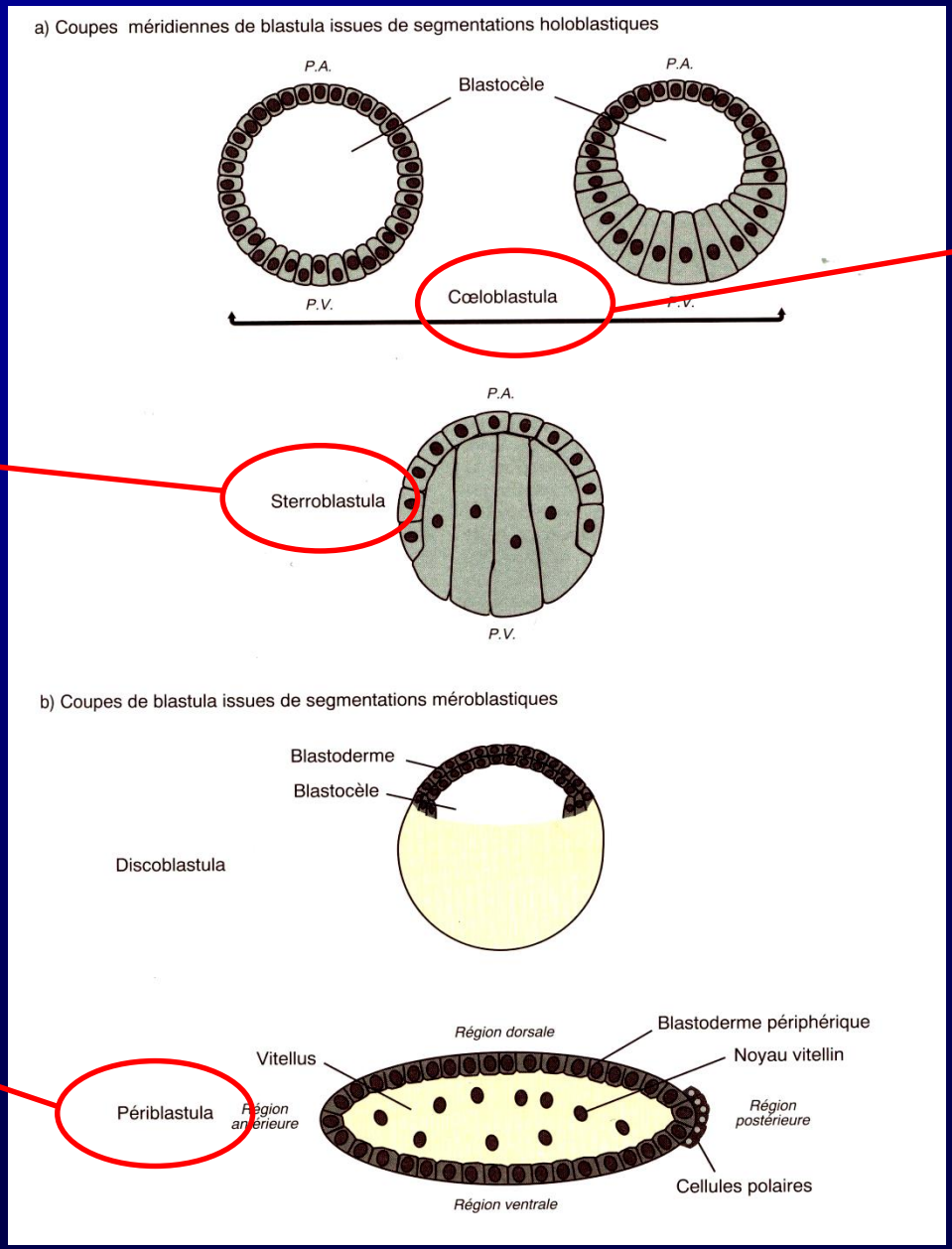


Segmentazione parziale superficiale dell'uovo di Insetti.

Segmentazione Drosophila



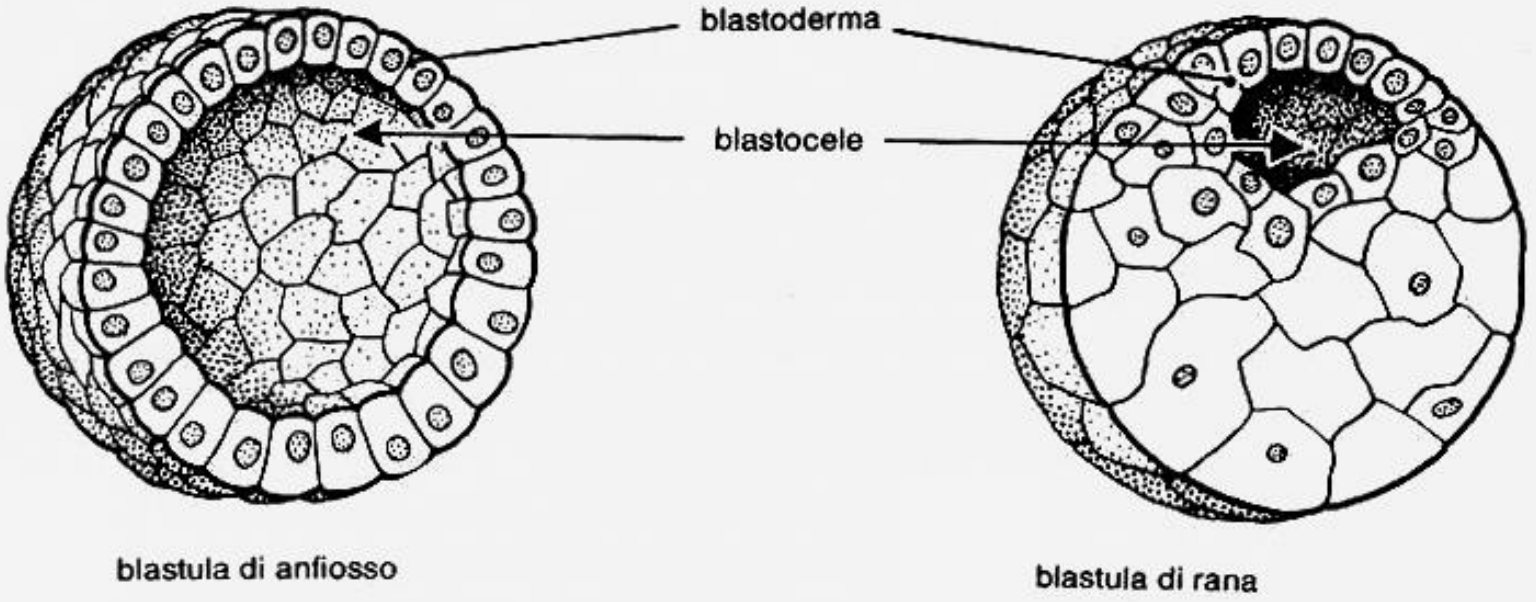
Tipi di Blastule

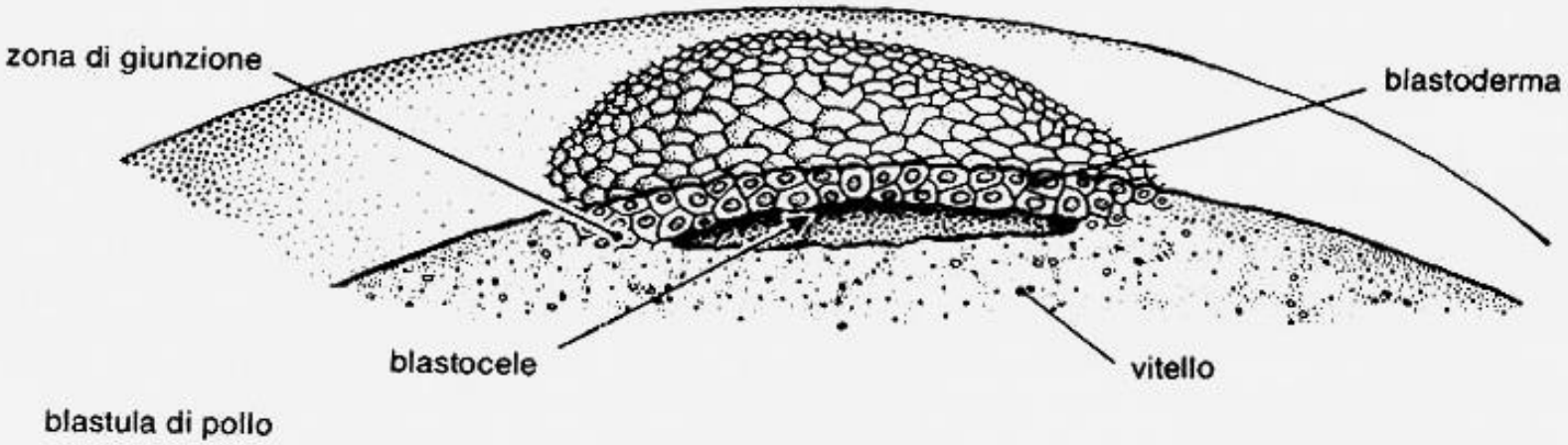


+blastocele

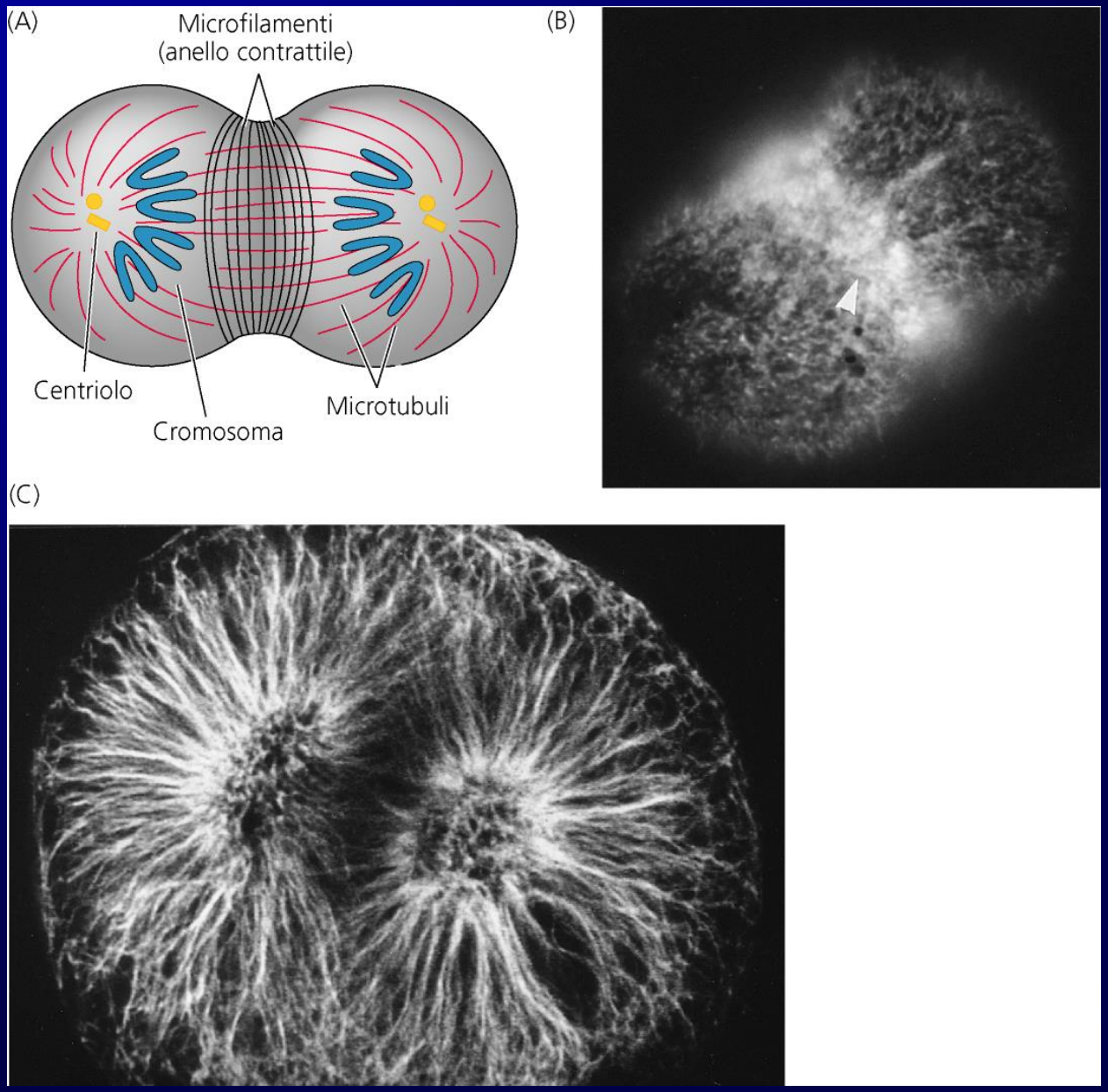
no blastocele

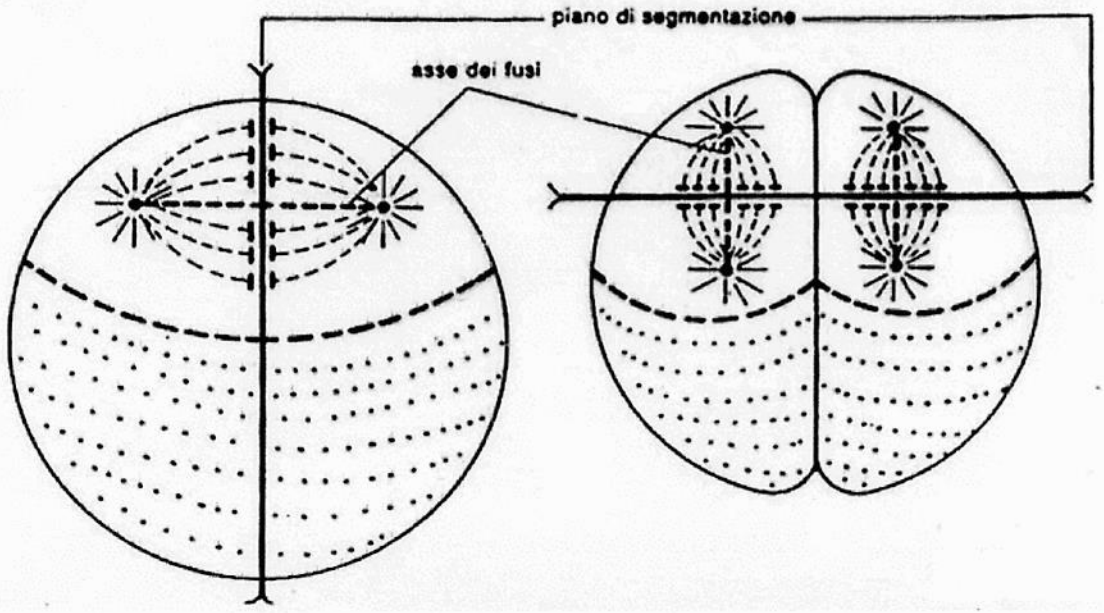
No blastocele
Cellule periferiche


blastoderma
blastocele
blastula di anfiosso
blastula di rana

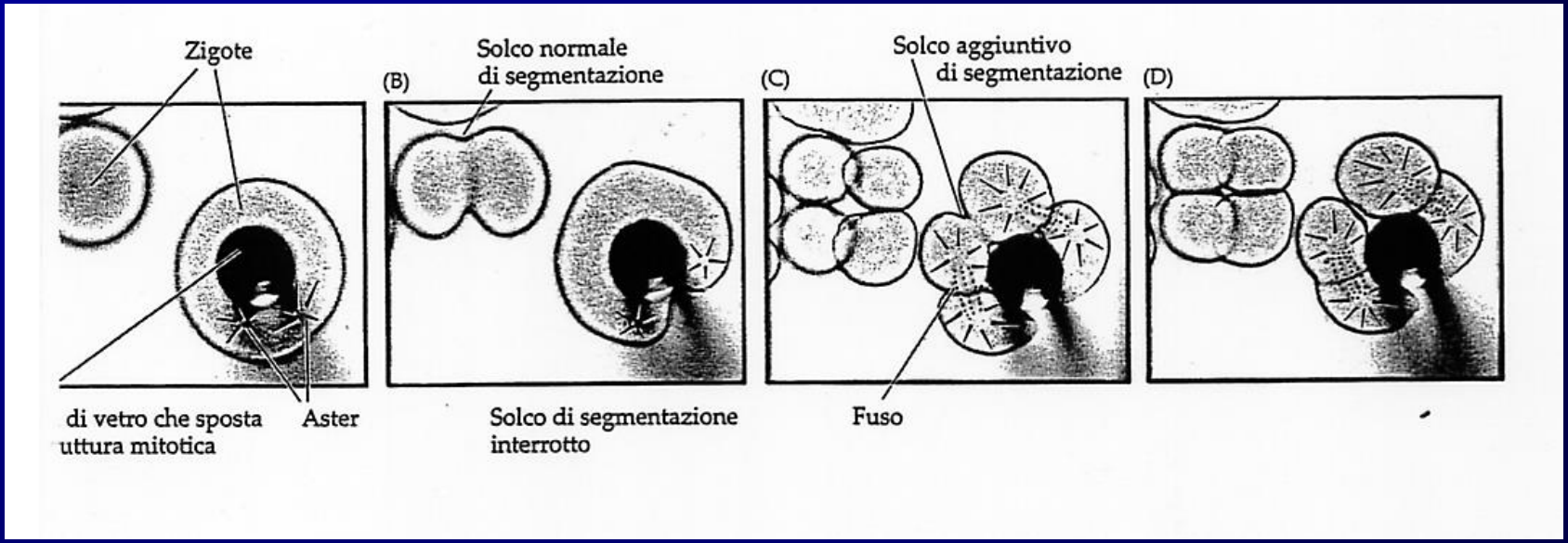

zona di giunzione
blastoderma
blastocele
vitello
blastula di pollo

Piani di Divisione





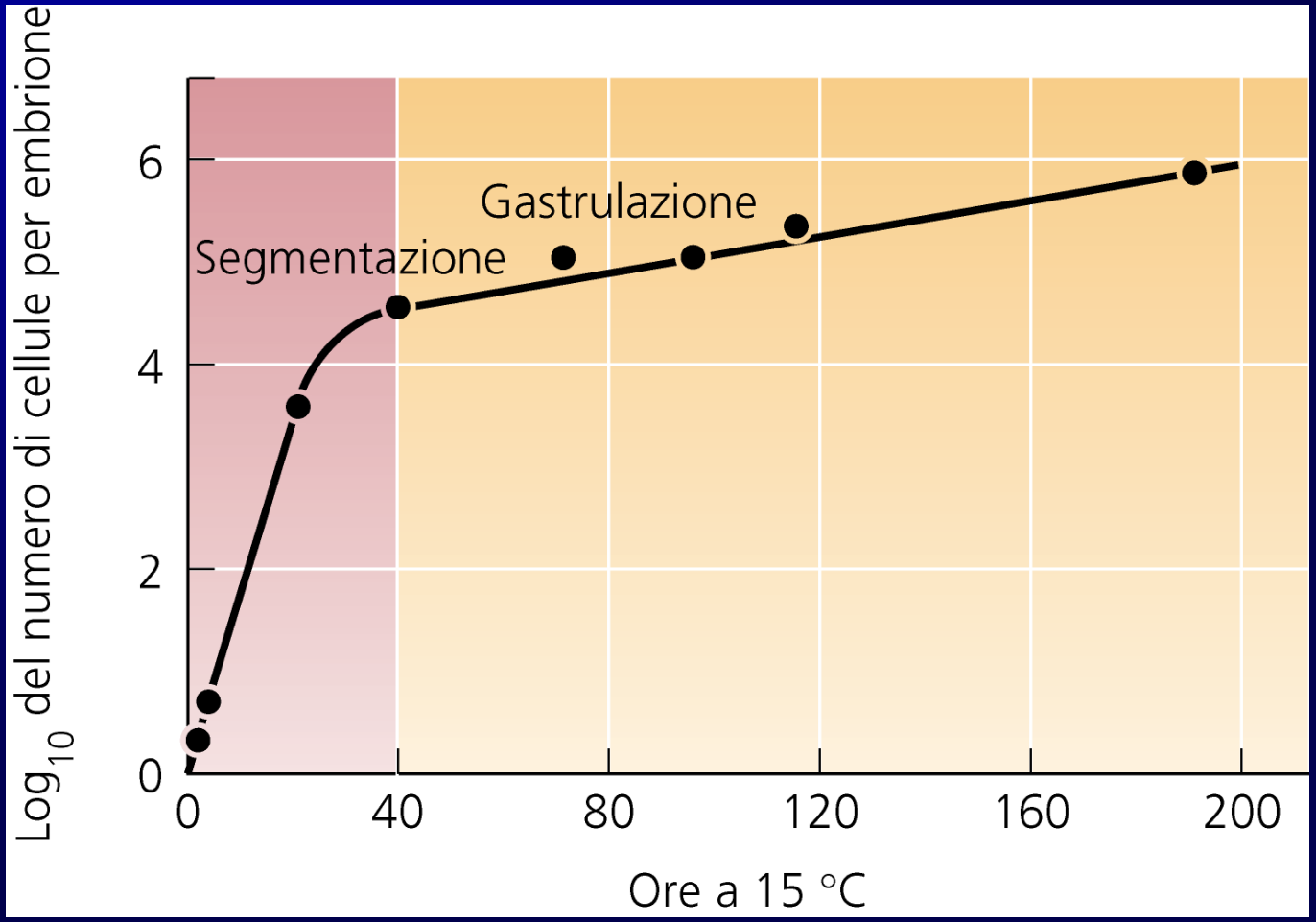
Legge di Hertwig. I fusi di segmentazione sono disposti secondo la maggior quantità di citoplasma



L’insorgenza dei piani di segmentazione è dipendente dall’orientamento dei fusi mitotici e dalla posizione degli aster

Durata della segmentazione?

Gastrulazione



GASTRULAZIONE

- Movimenti cellulari
- Organizzazione in territori
- Formazione dei tre foglietti embrionali : **Ectoderma**
  Mesoderma
  Endoderma
- Diminuisce l'attività proliferativa delle cellule
- Scarso accrescimento
- Inizio della trascrizione del DNA zigotico in alcune specie animali
- Sintesi di nuove proteine

Movimenti morfogenetici

Movimenti di cellule singole e/o tessuti

Superficie cellulare
Membrane basali
Citoscheletro

EPIBOLIA: movimento unitario di un foglietto epiteliale che riveste strati più profondi

EMBOLIA (invaginazione): Ripiegamento verso l'interno di una regione

INGRESSIONE: spostamento di cellule singole

DELAMINAZIONE: Separazione di uno strato di cellule in due o più strati paralleli

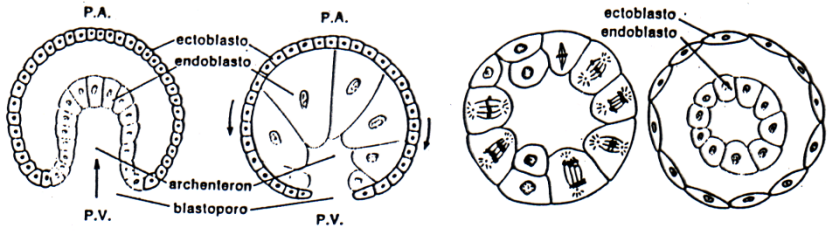
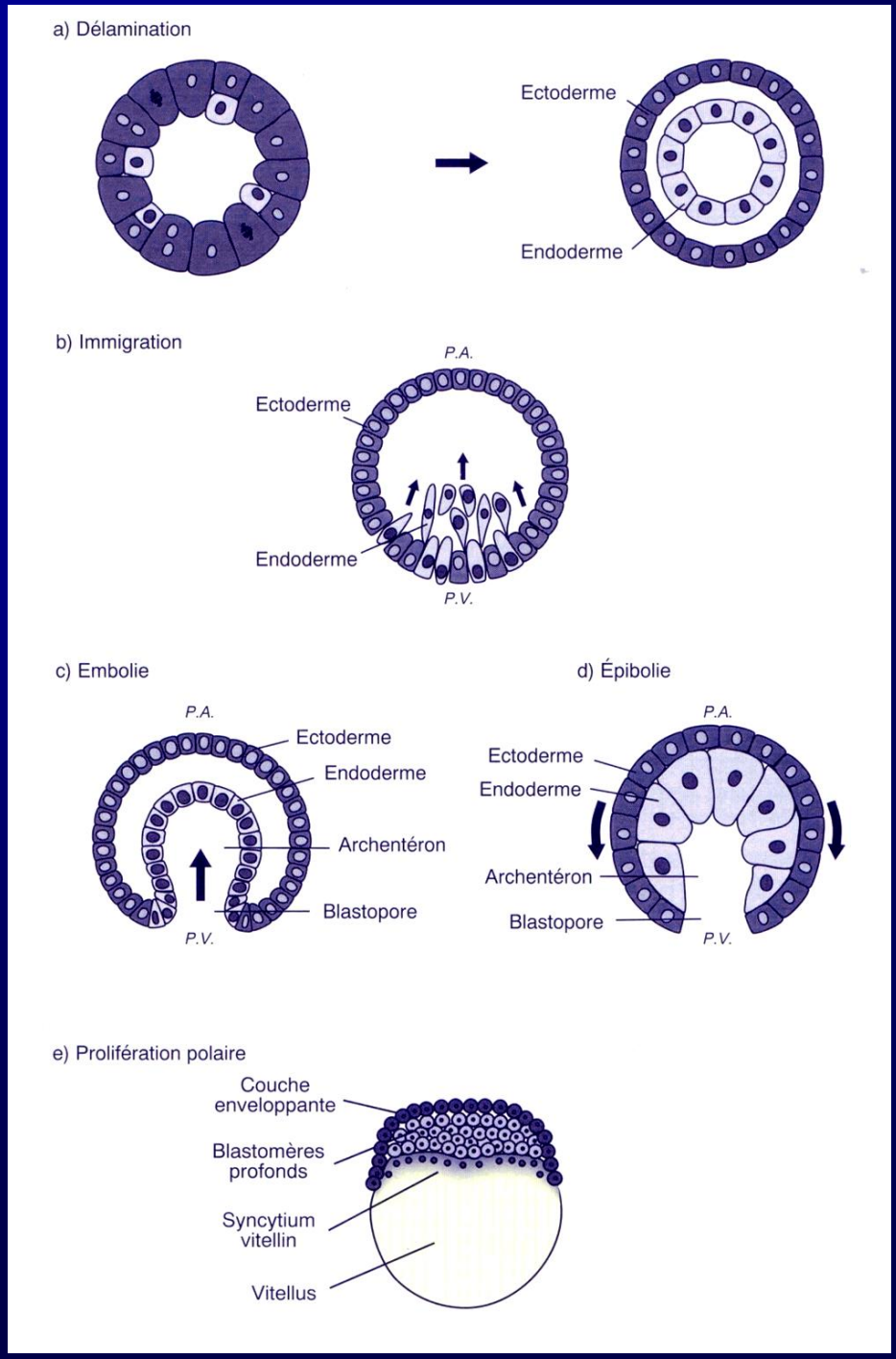


Fig. 48 *Modalità della gastrulazione.*



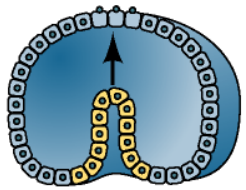
Delaminazione

Immigrazione o Ingressione

Embolia o Invaginazione

Proliferazione Polare

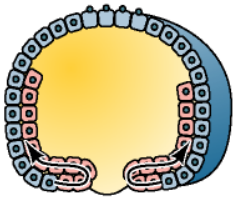
Invaginazione
Ripiegamento di una lamina cellulare all'interno dell'embrione



Esempio
Endoderma di riccio di mare

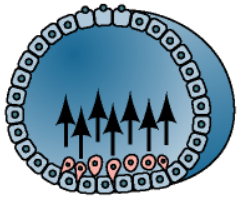
Involuzione

basale di uno strato esterno



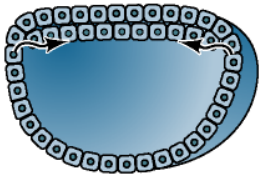
Esempio
Mesoderma di anfibi

Trasferimento all'interno
Migrazione di singole cellule all'interno dell'embrione



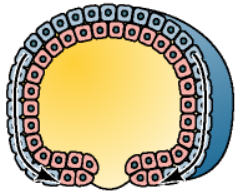
Esempio
Mesoderma di riccio di mare, neuroblasti della *Drosophila*

Delaminazione
Divisione o migrazione di una lamina in due lamine

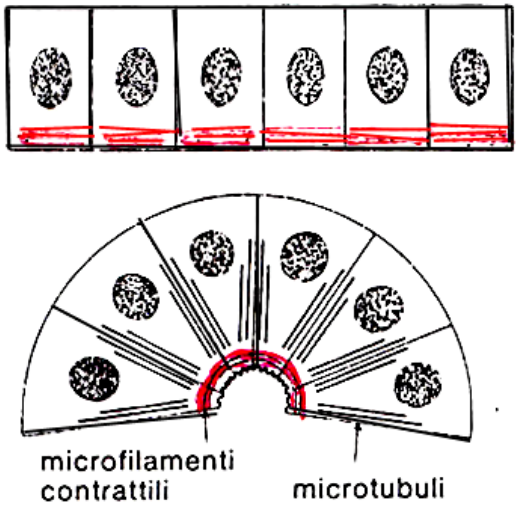


Esempio
Formazione dell'ipoblasto nei mammiferi e negli uccelli

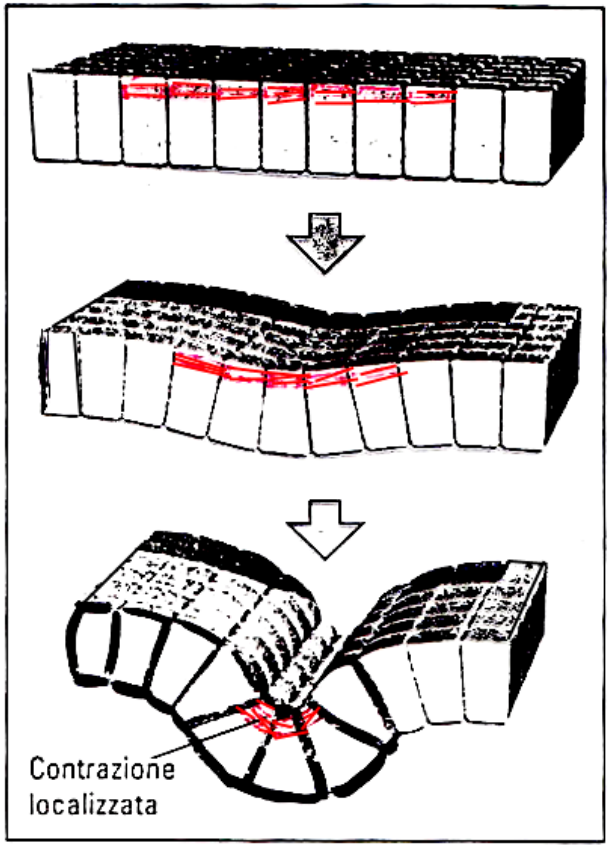
Epibolia
Espansione di una lamina cellulare al di sopra di altre cellule



Esempio
Formazione dell'ectoderma negli anfibi, nel riccio di mare e nei tunicati

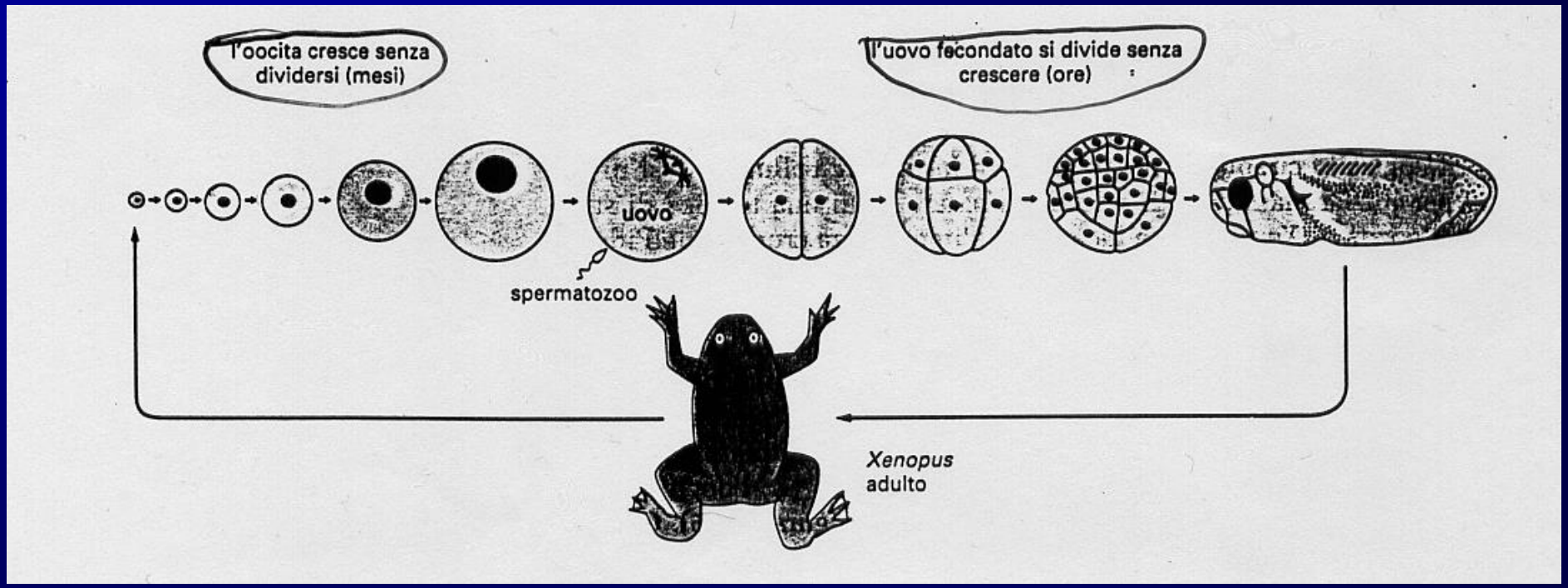


Ripiegamento di un epitelio in conseguenza del cambiamento di forma delle cellule (disegno schematico).

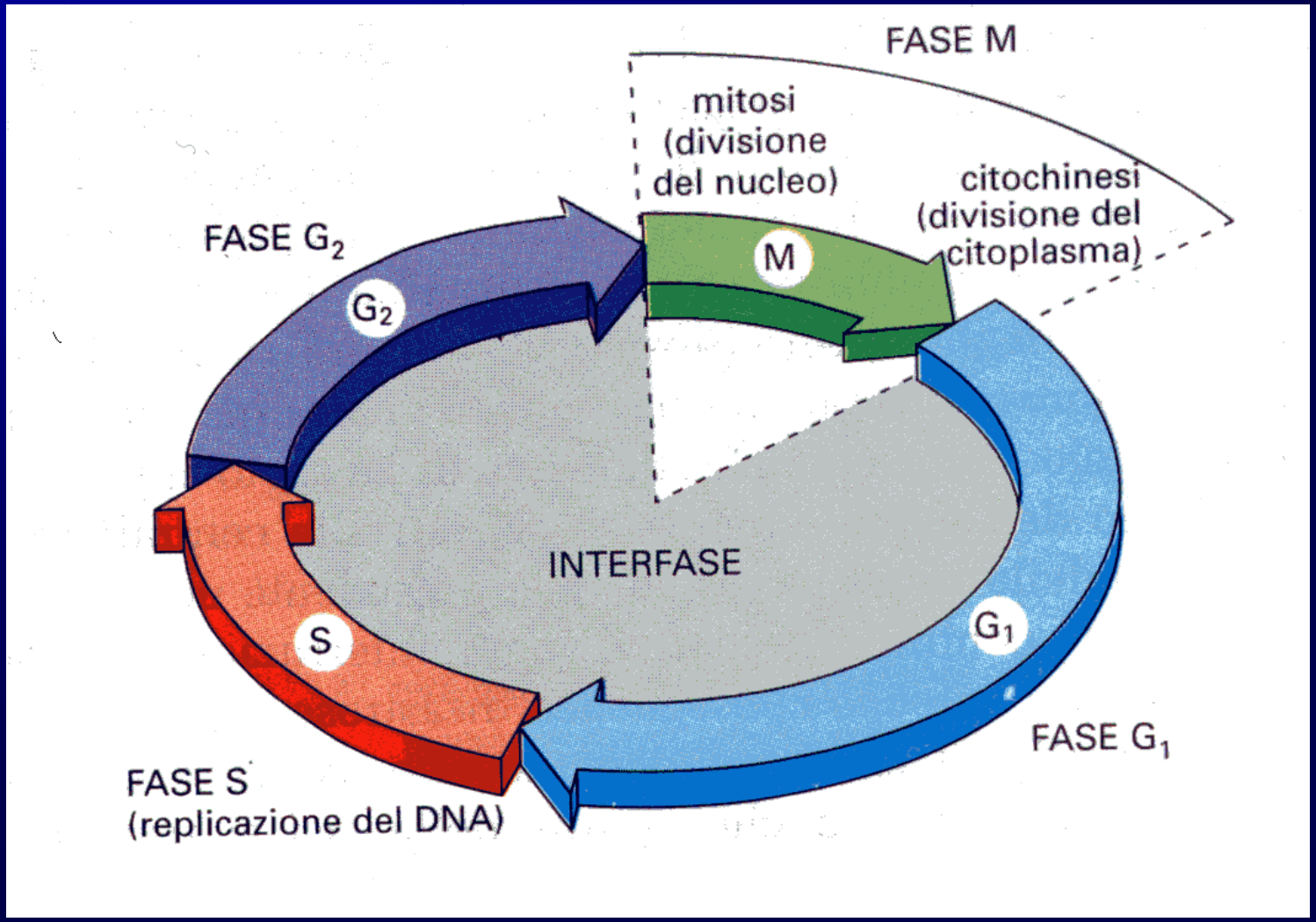


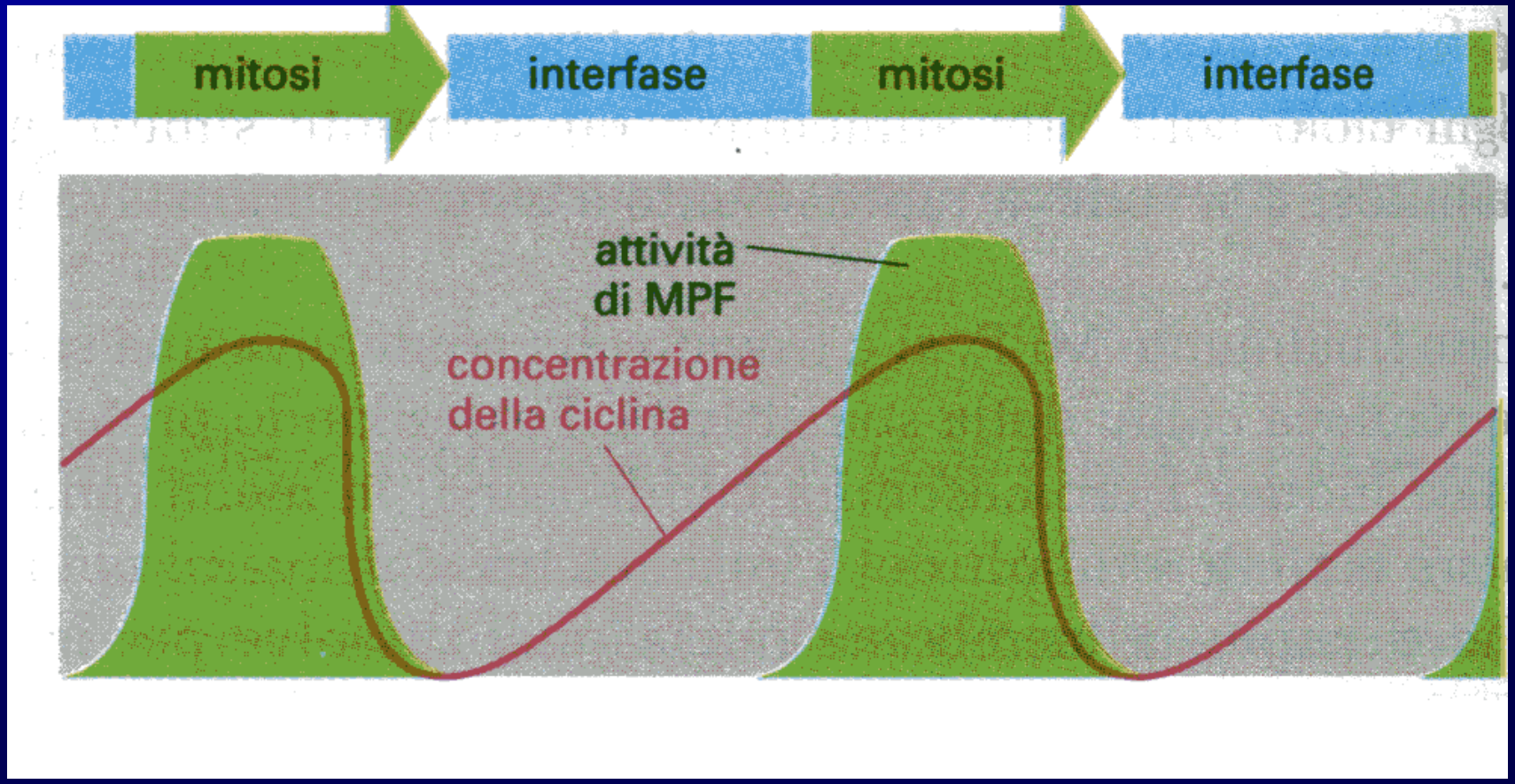
La contrazione localizzata di alcune cellule può far incurvare un intero strato di cellule. Il restringimento della parte apicale di una fila di cellule, dovuta alla contrazione di elementi citoscheletrici, causa la formazione di un solco in un foglietto cellulare di tipo epiteliale.

MPF e il controllo della divisione cellulare


l'oocita cresce senza dividersi (mesi)
l'uovo fecondato si divide senza crescere (ore)
uovo
spermatozoo
Xenopus adulto

Il ciclo cellulare




mitosi
interfase
mitosi
interfase
attività
di MPF
concentrazione
della ciclina

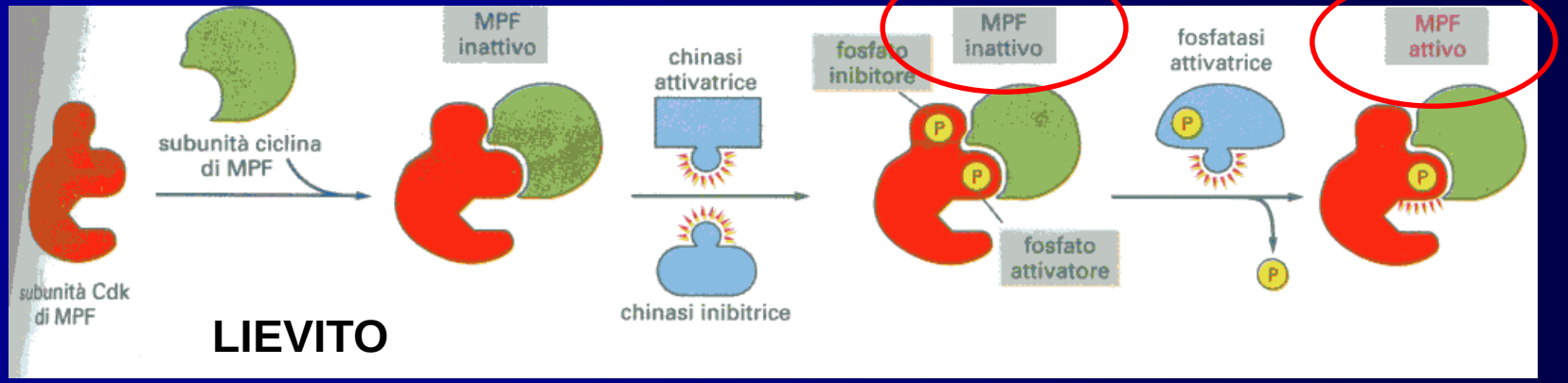
MPF

MPF ⇒ Fattore promuovente la mitosi
Fattore promuovente la maturazione (dell'uovo)

Costituito da due subunità: a) chinasi cdc2
b) ciclina

Bersagli della chinasi cdc2

1) proteine istoniche
2) proteine lamine nucleari
3) RNA polimerasi
4) Miosina



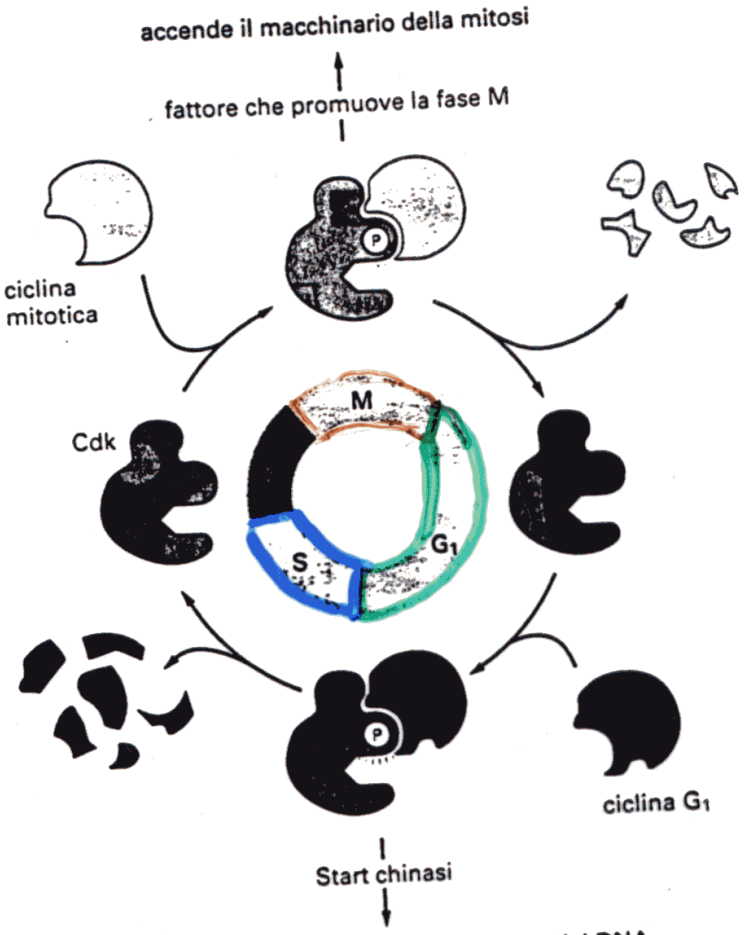
Eucarioti superiori

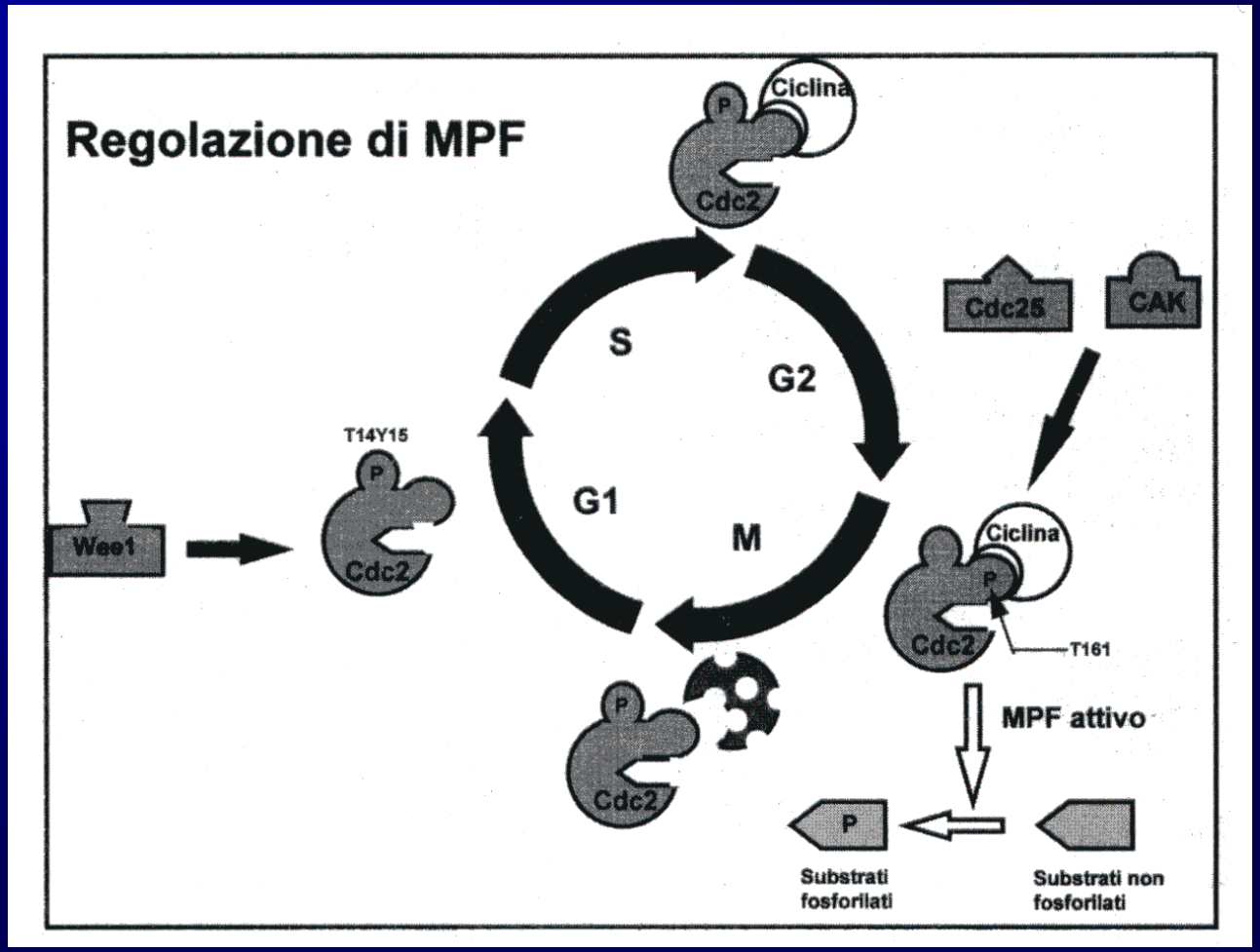
CdK2

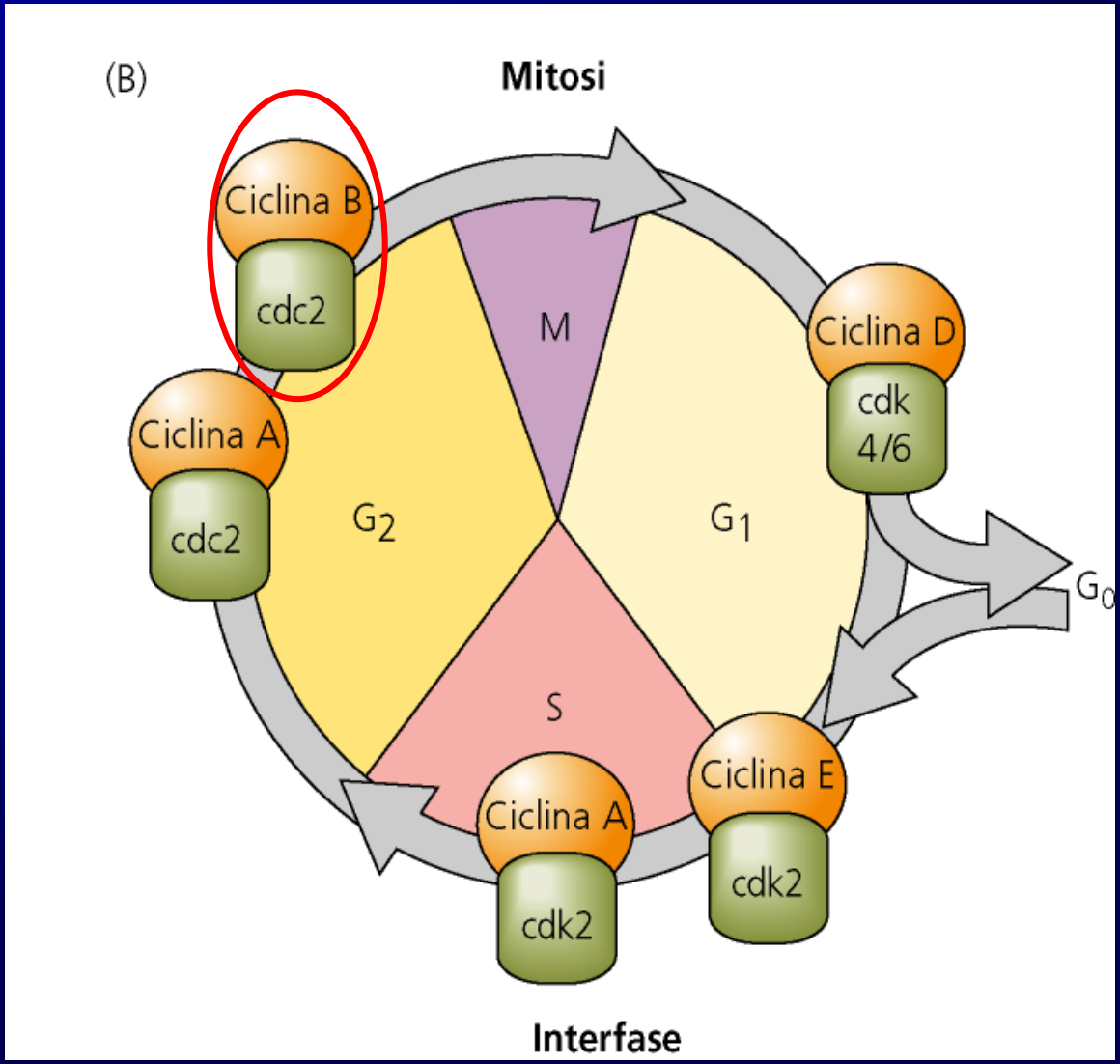
Chinasi cdc2 ⇒ T-14, Y-15, T-161 ⇐cdc25(fosfatasi)

↓

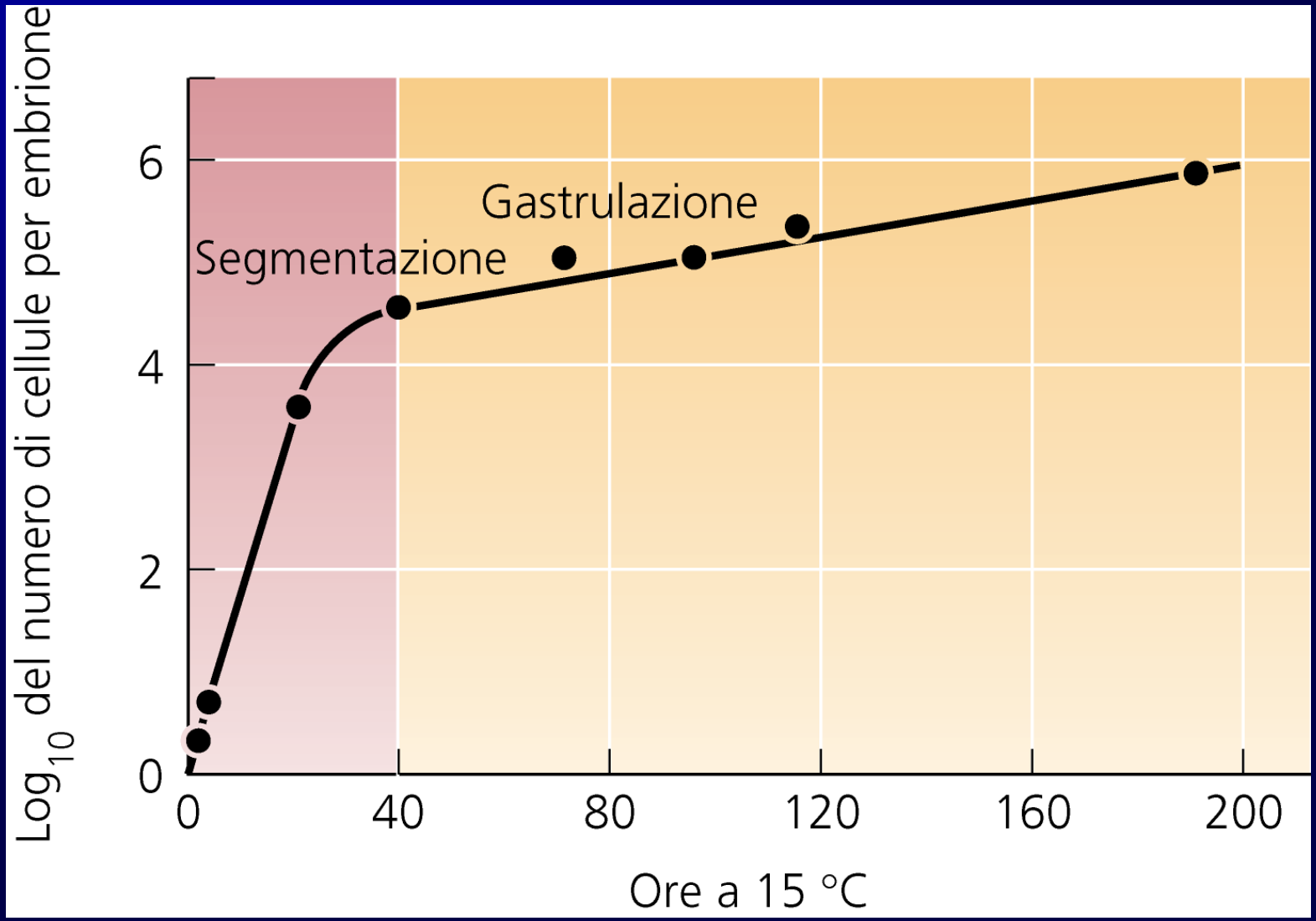
Ciclina B (Cdc13)

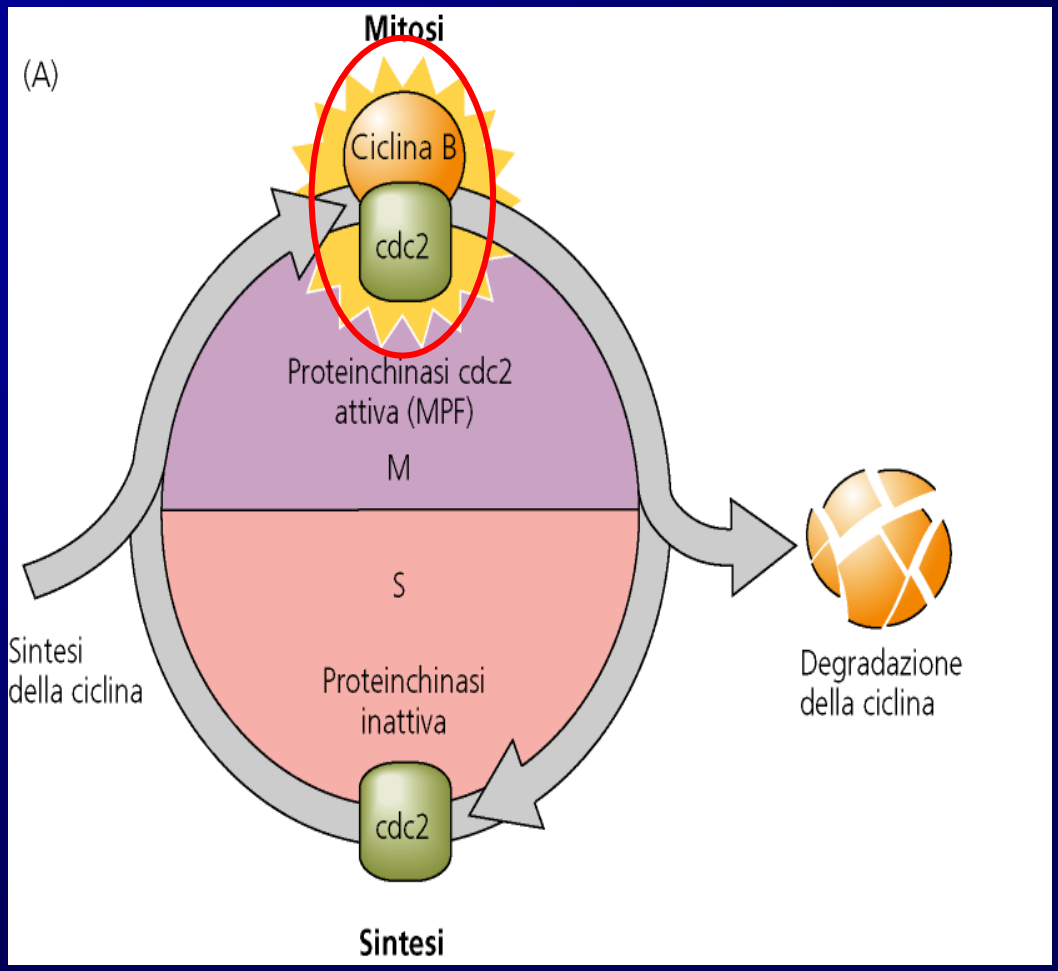

accende il macchinario della mitosi
fattore che promuove la fase M
P
ciclina mitotica
M
Cdk
S
G1
P
ciclina G1
Start chinasi
accende il macchinario di replicazione del DNA


Regolazione di MPF
Ciclina
P
Cdc2
S
G2
G1
M
Cdc25
CAK
T14Y15
P
Wee1
Cdc2
Ciclina
P
Cdc2
T161
P
Cdc2
MPF attivo
P
Substrati fosforilati
Substrati non fosforilati


(B)
Mitosi
Ciclina B
cdc2
M
Ciclina D
cdk
4/6
Ciclina A
cdc2
G2
G1
G0
S
Ciclina E
Ciclina A
cdk2
cdk2
Interfase

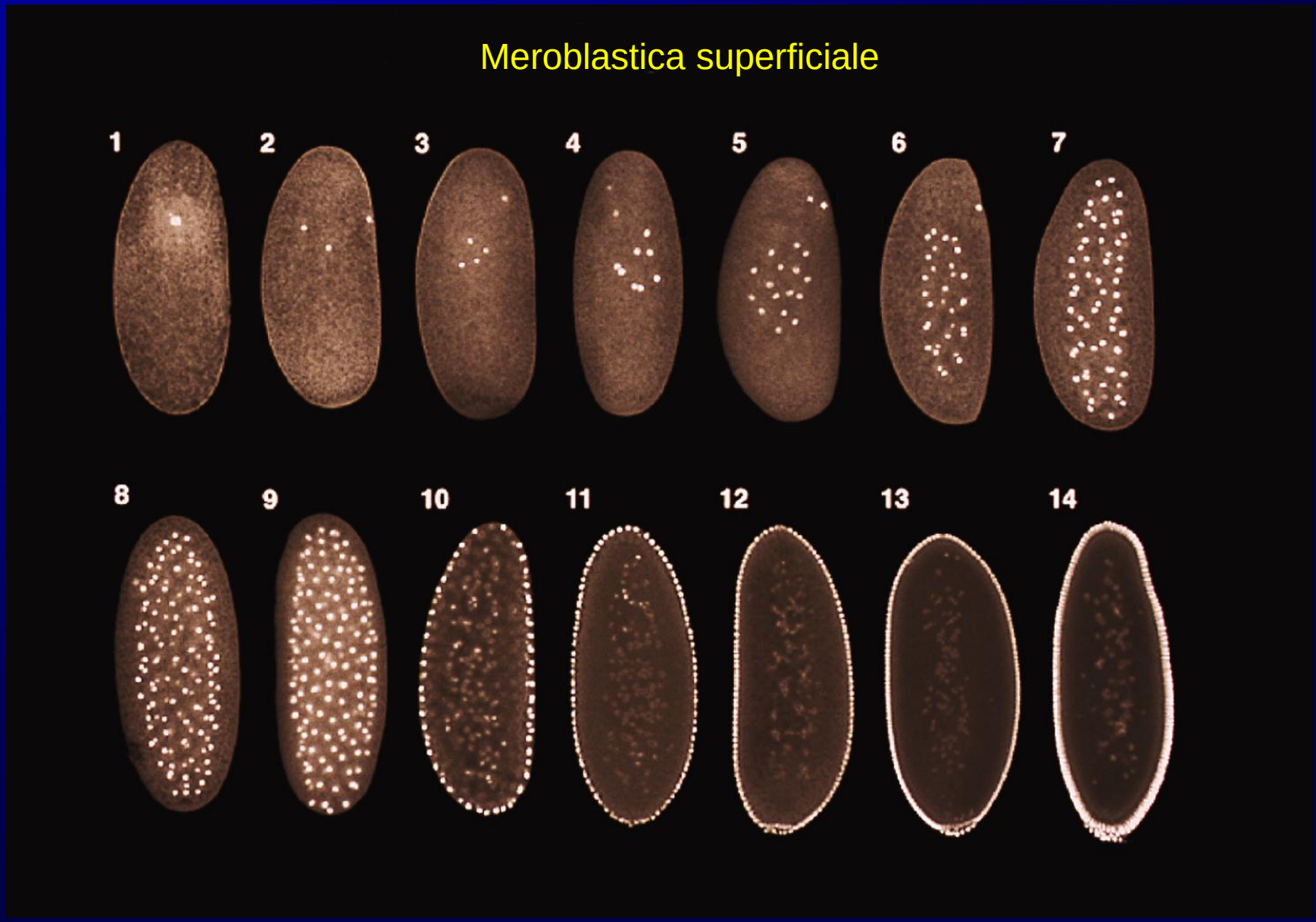
MPF e segmentazione

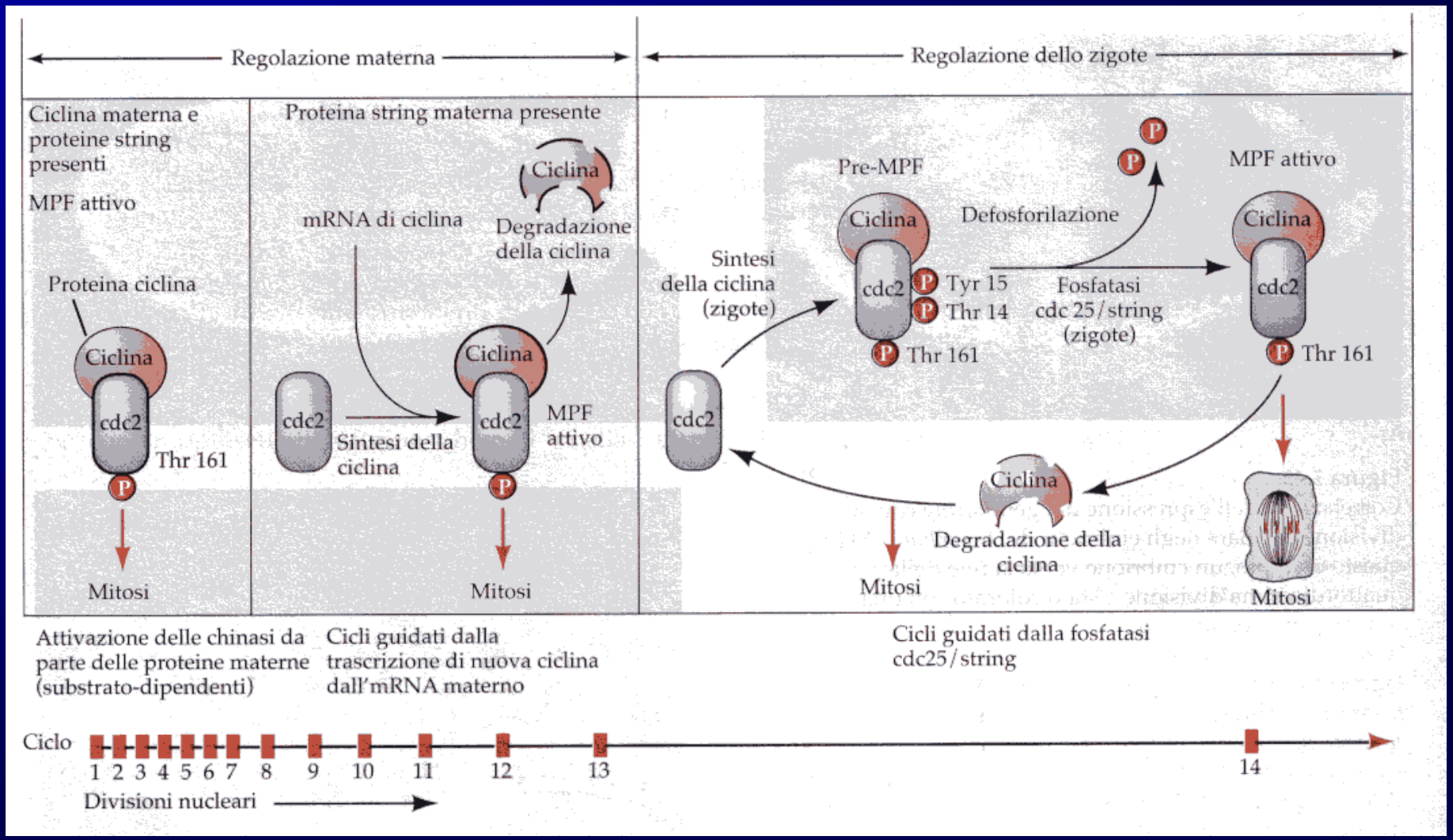




I cicli di segmentazione iniziali possono essere di tipo bifasico

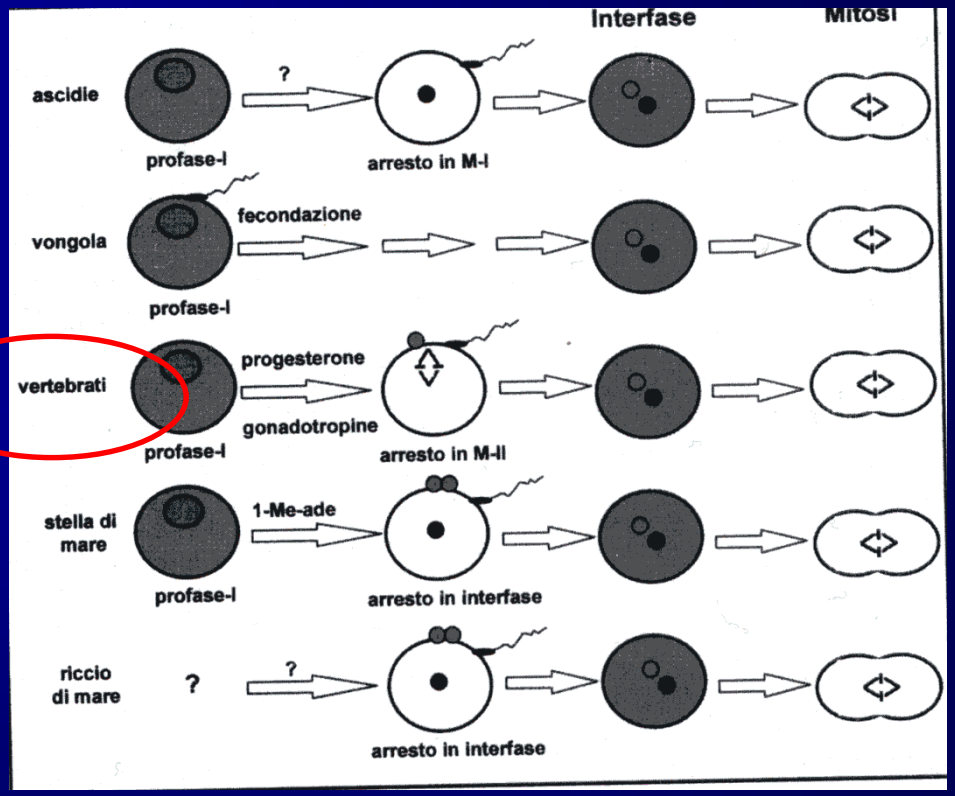
Segmentazione Drosophila



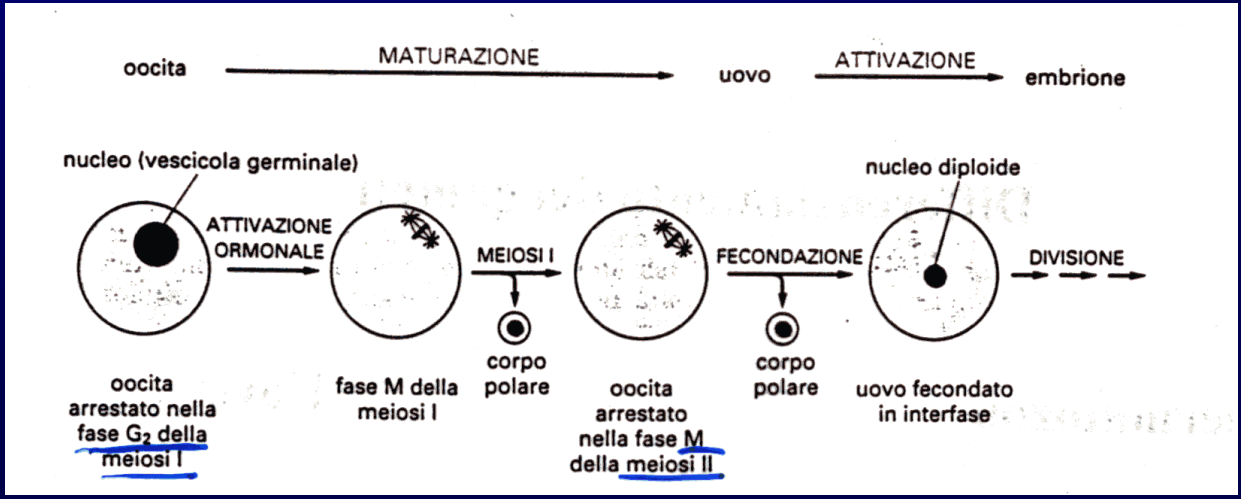

Regolazione materna
Regolazione dello zigote
Ciclina materna e proteine string presenti
MPF attivo
Proteina ciclina
Ciclina
cdc2
Thr 161
P
Mitosi
Proteina string materna presente
mRNA di ciclina
Degradazione della ciclina
Sintesi della ciclina
MPF attivo
Attivazione delle chinasi da parte delle proteine materne (substrato-dipendenti)
Cicli guidati dalla trascrizione di nuova ciclina dall'mRNA materno
Sintesi della ciclina (zigote)
Pre-MPF
Defosforilazione
Tyr 15
Thr 14
Thr 161
Fosfatasi cdc 25/string (zigote)
MPF attivo
Degradazione della ciclina
Cicli guidati dalla fosfatasi cdc25/string
Ciclo
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Divisioni nucleari

MPF e ovogenesi

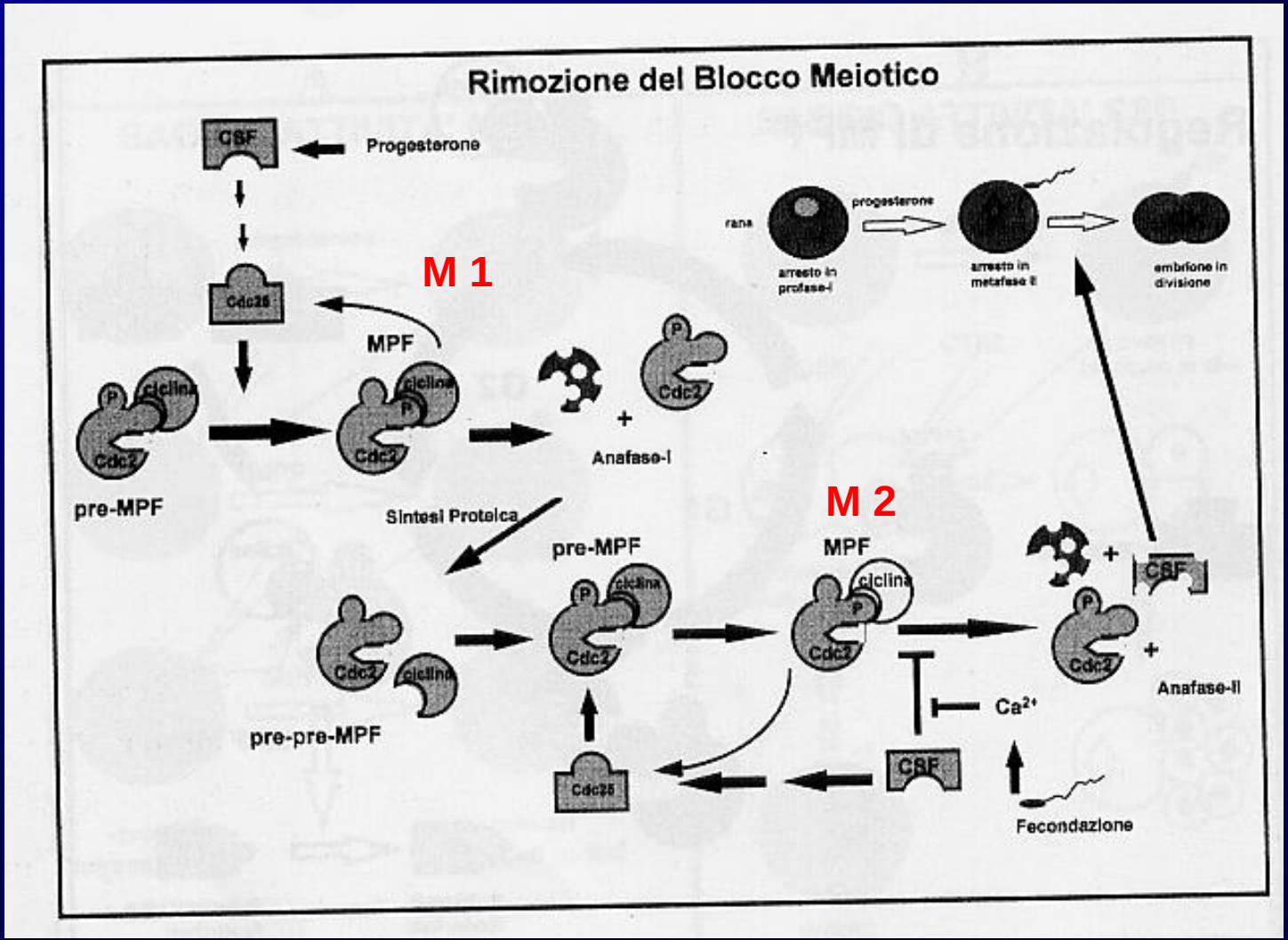
- MPF = Fattore che promuove la maturazione

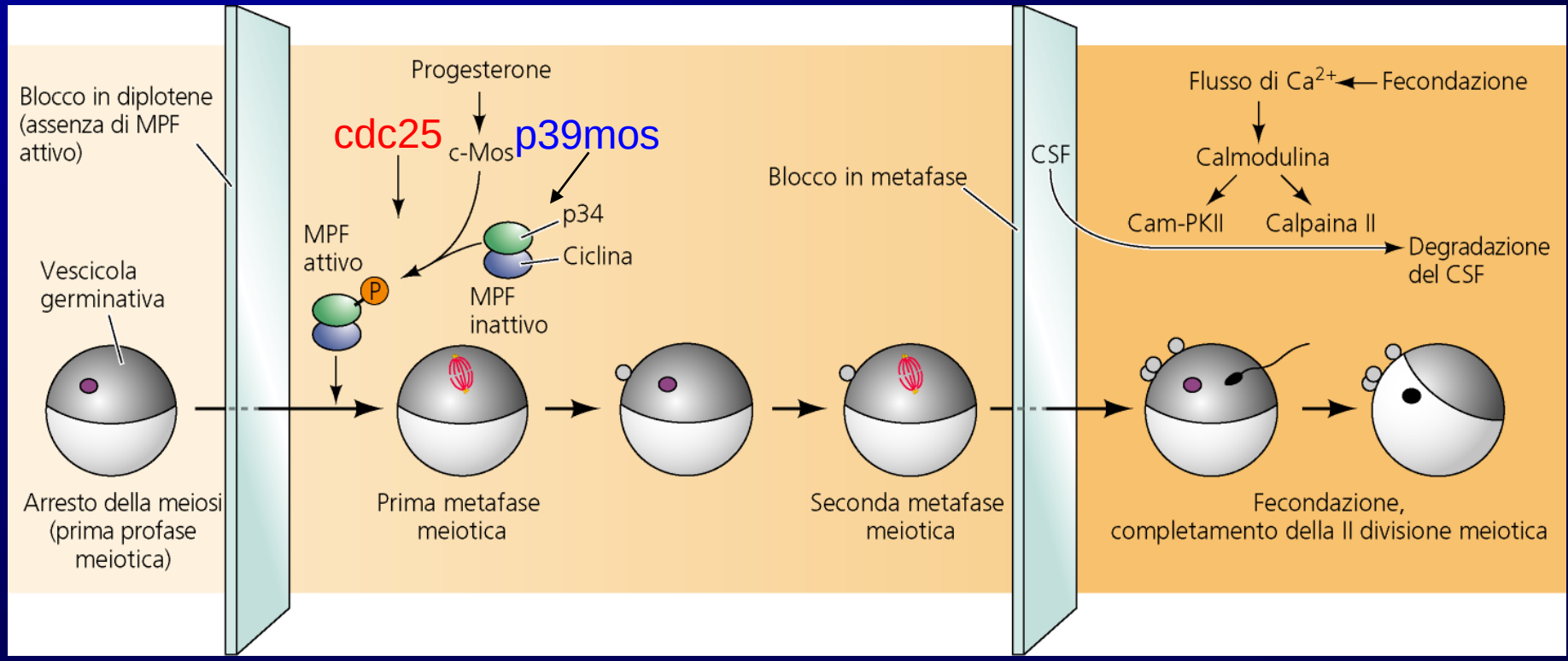

Interfase
Mitosi
ascidie
?
profase-I
arresto in M-I
vongola
fecondazione
profase-I
vertebrati
progesterone
gonadotropine
profase-I
arresto in M-II
stella di mare
1-Me-ade
profase-I
arresto in interfase
riccio di mare
?
?
arresto in interfase

Anfibi


oocita
MATURAZIONE
uovo
ATTIVAZIONE
embrione
nucleo (vescicola germinale)
ATTIVAZIONE ORMONALE
MEIOSI I
FECONDAZIONE
nucleo diploide
DIVISIONE
corpo polare
corpo polare
oocita arrestato nella fase G2 della meiosi I
fase M della meiosi I
oocita arrestato nella fase M della meiosi II
uovo fecondato in interfase

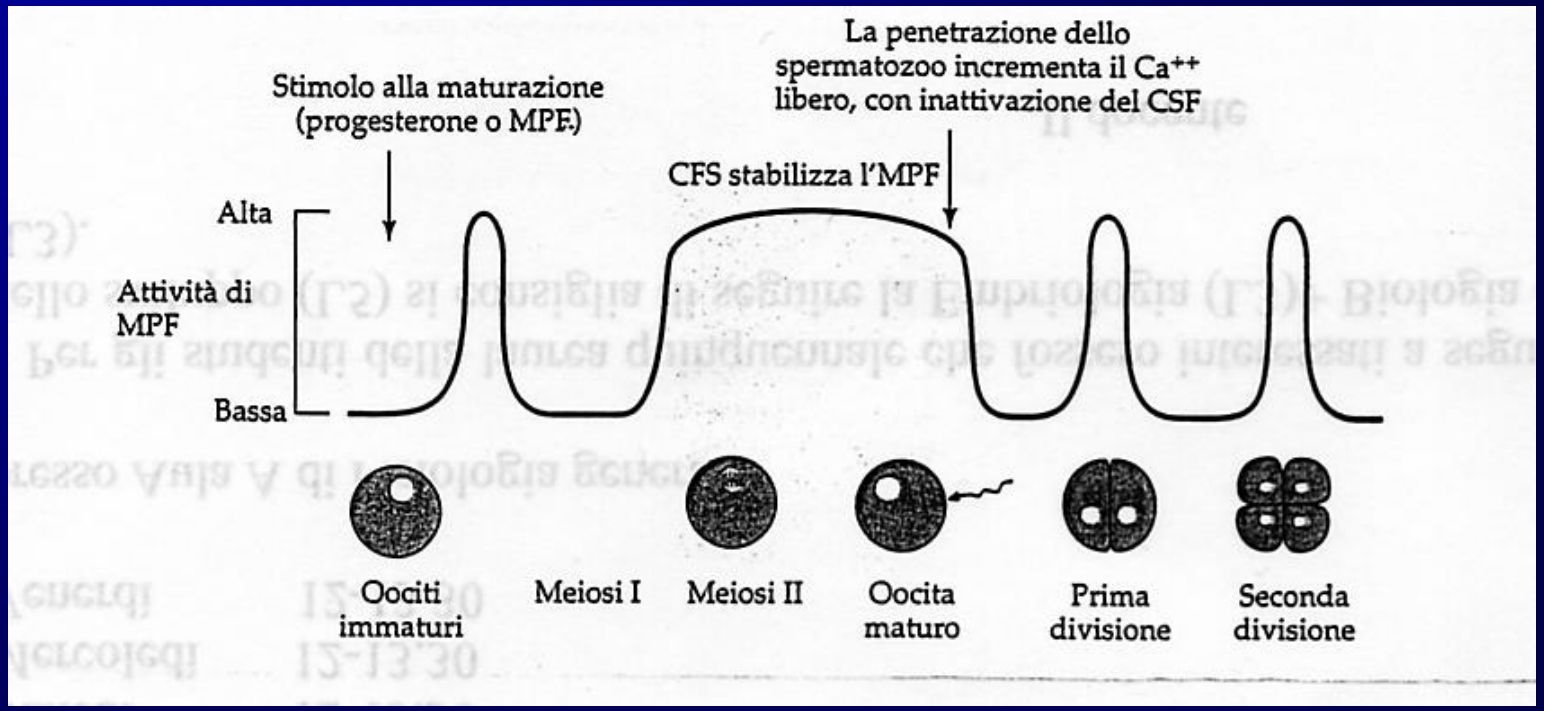
MPF e Blocco Meiotico



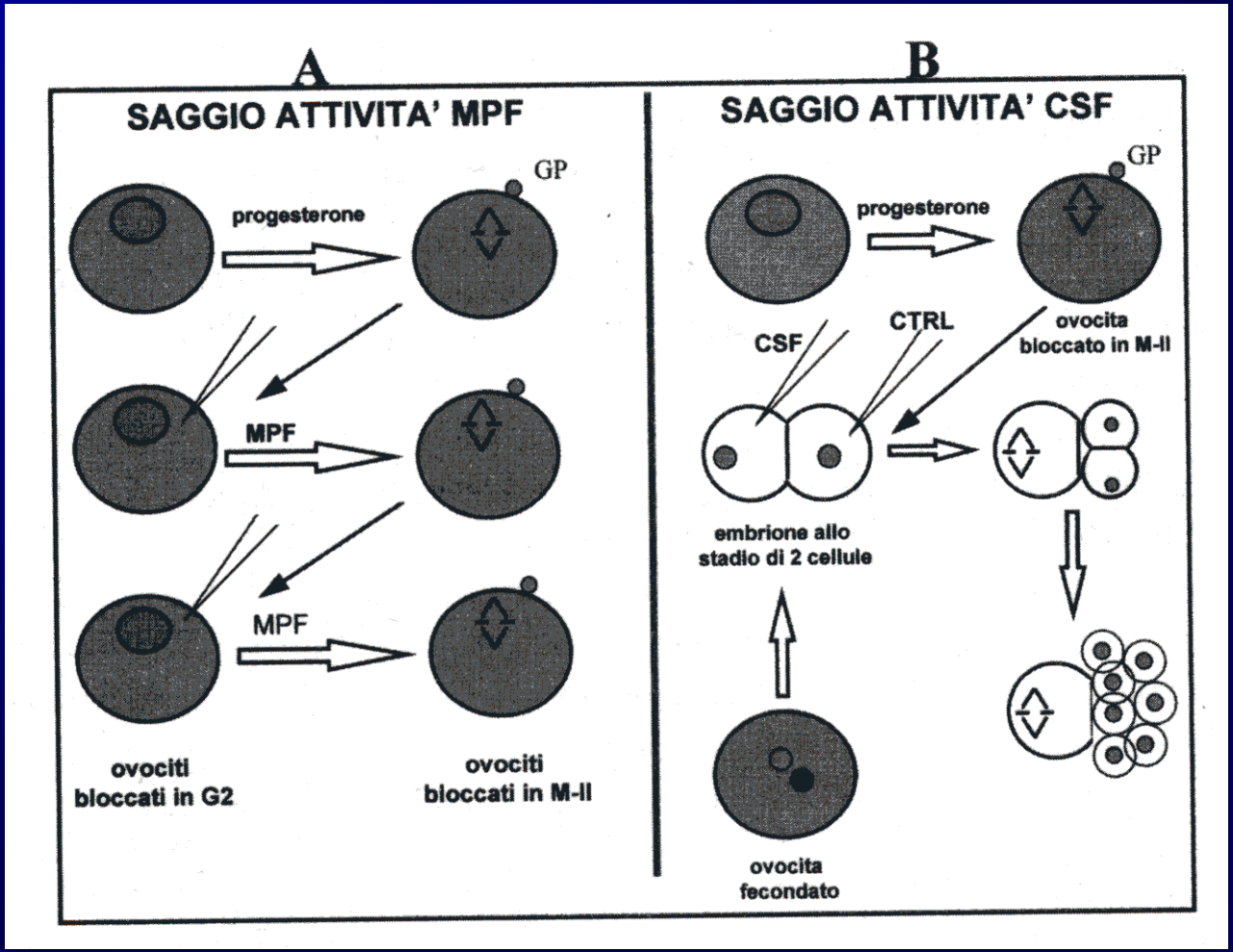


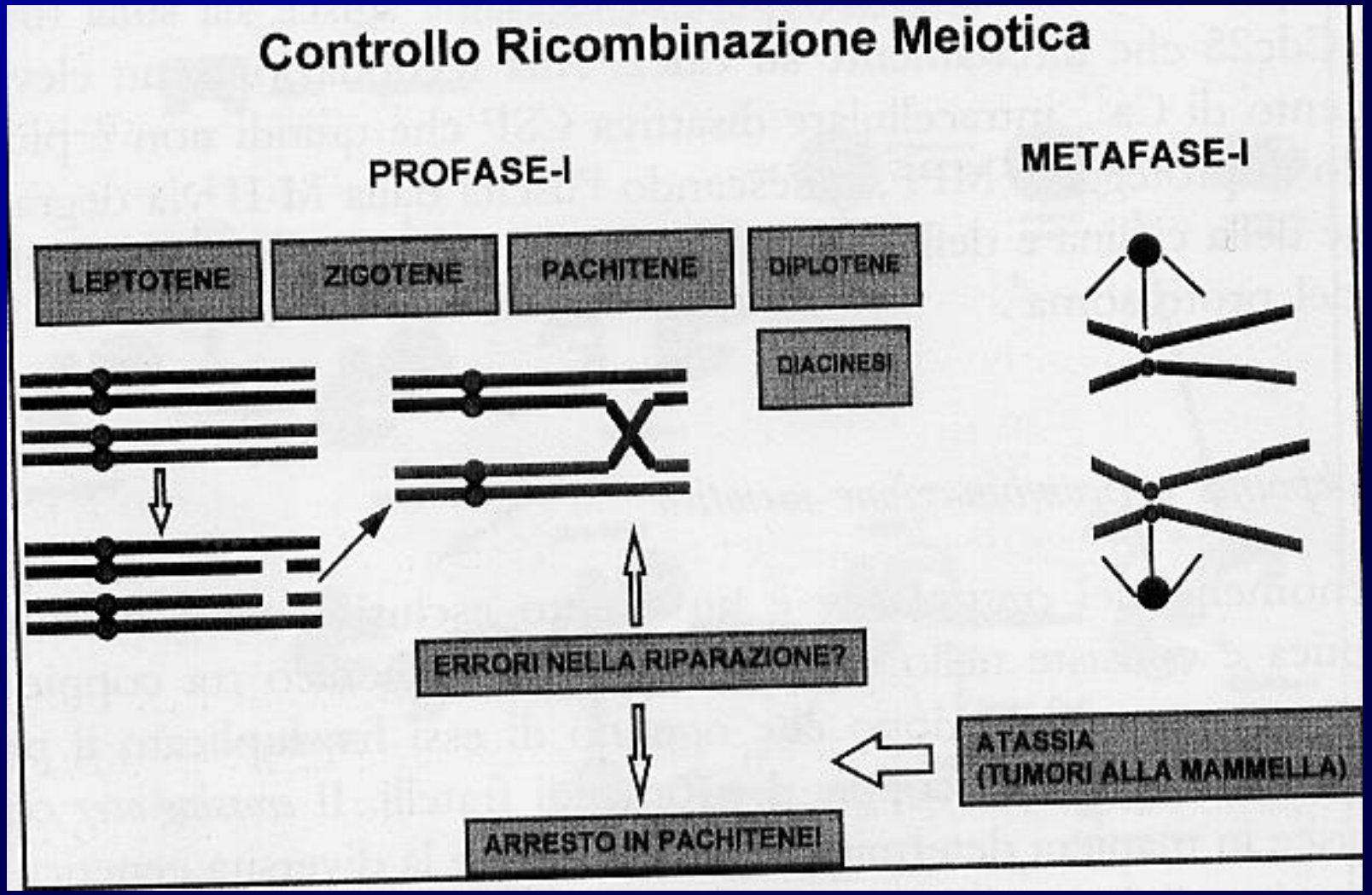
Primo sblocco meiotico

Secondo sblocco meiotico dopo fecondazione


La penetrazione dello spermatozoo incrementa il Ca++ libero, con inattivazione del CSF
Stimolo alla maturazione (progesterone o MPF)
CFS stabilizza l'MPF
Alta
Attività di MPF
Bassa
Oociti immaturi
Meiosi I
Meiosi II
Oocita maturo
Prima divisione
Seconda divisione

Saggi di attività





1. Rotture del DNA, prima o dopo crossing over
2. Mancata disgiunzione della coppia di omologhi