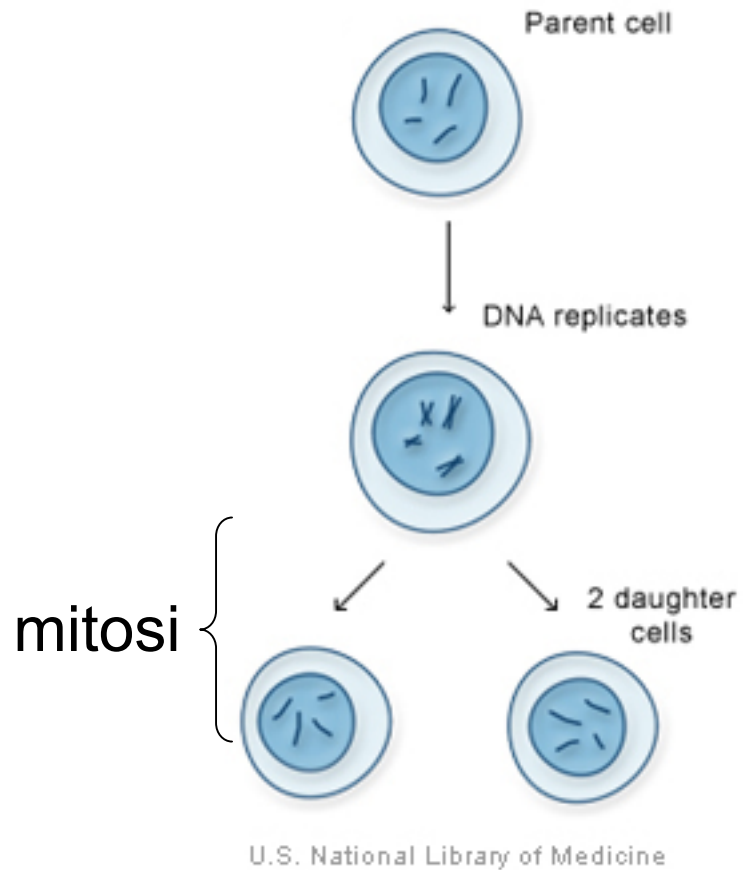
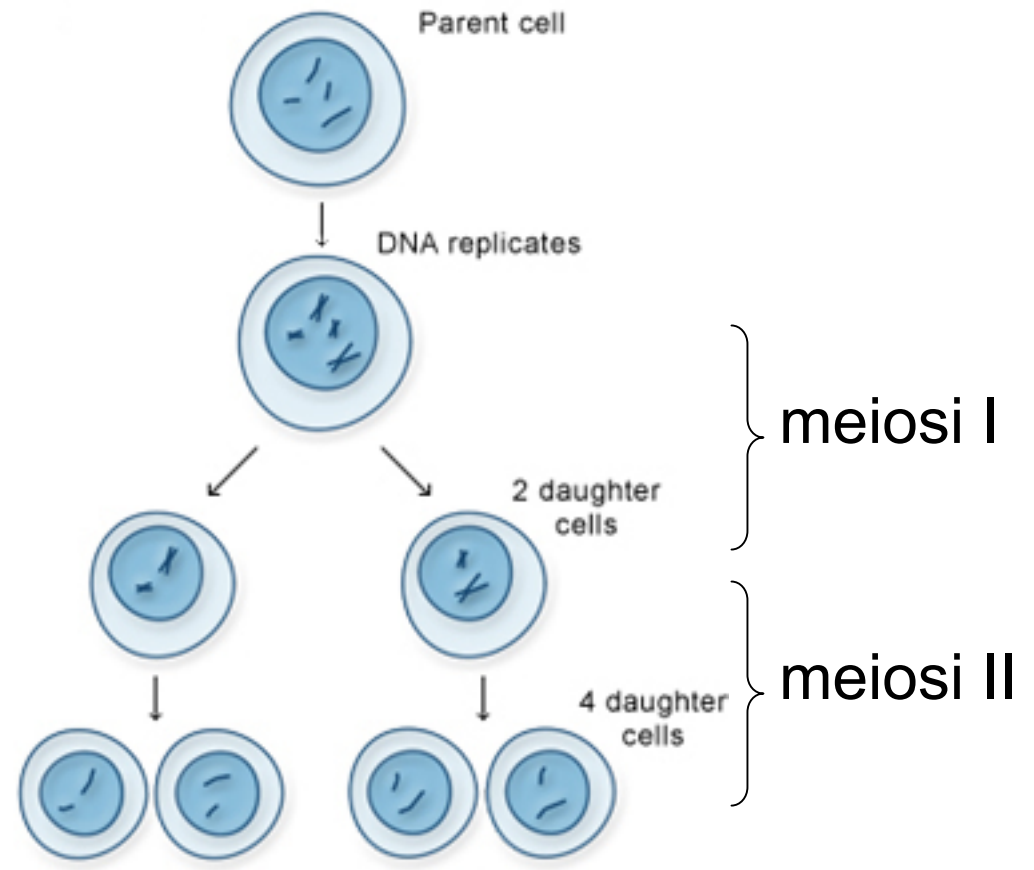


# Meiosi

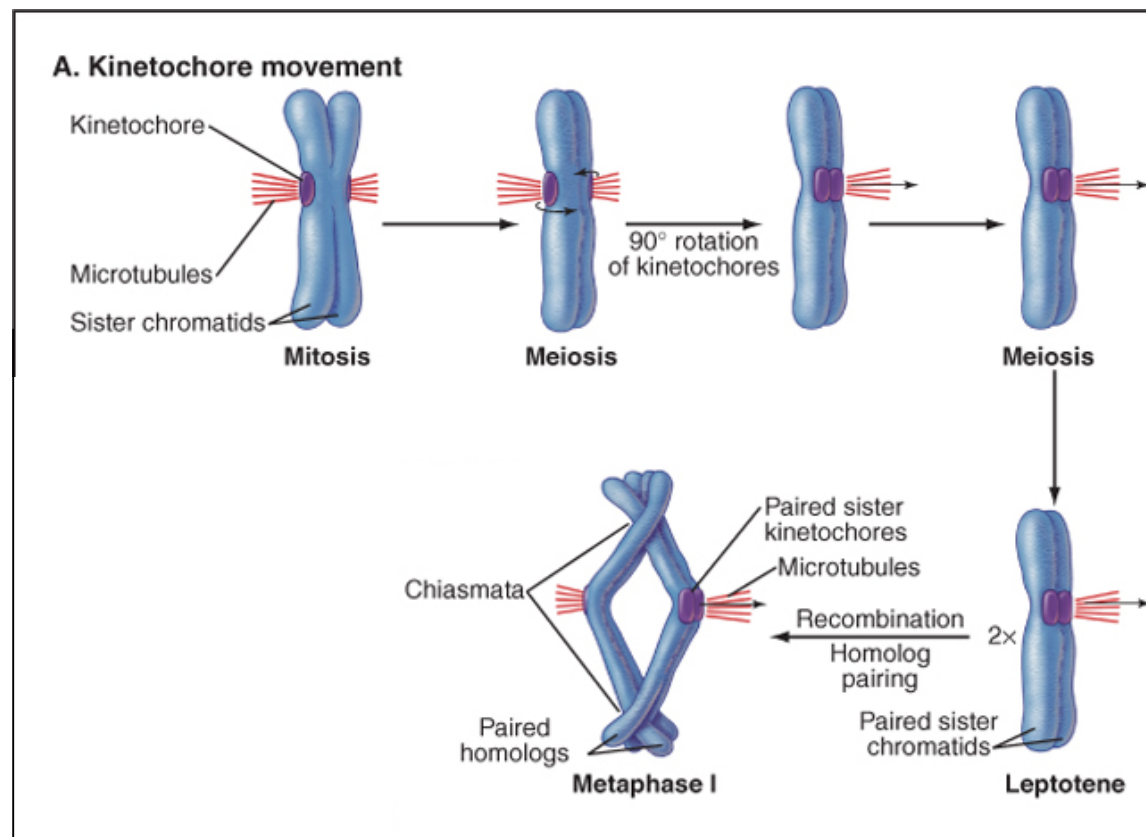
## Cellule somatiche

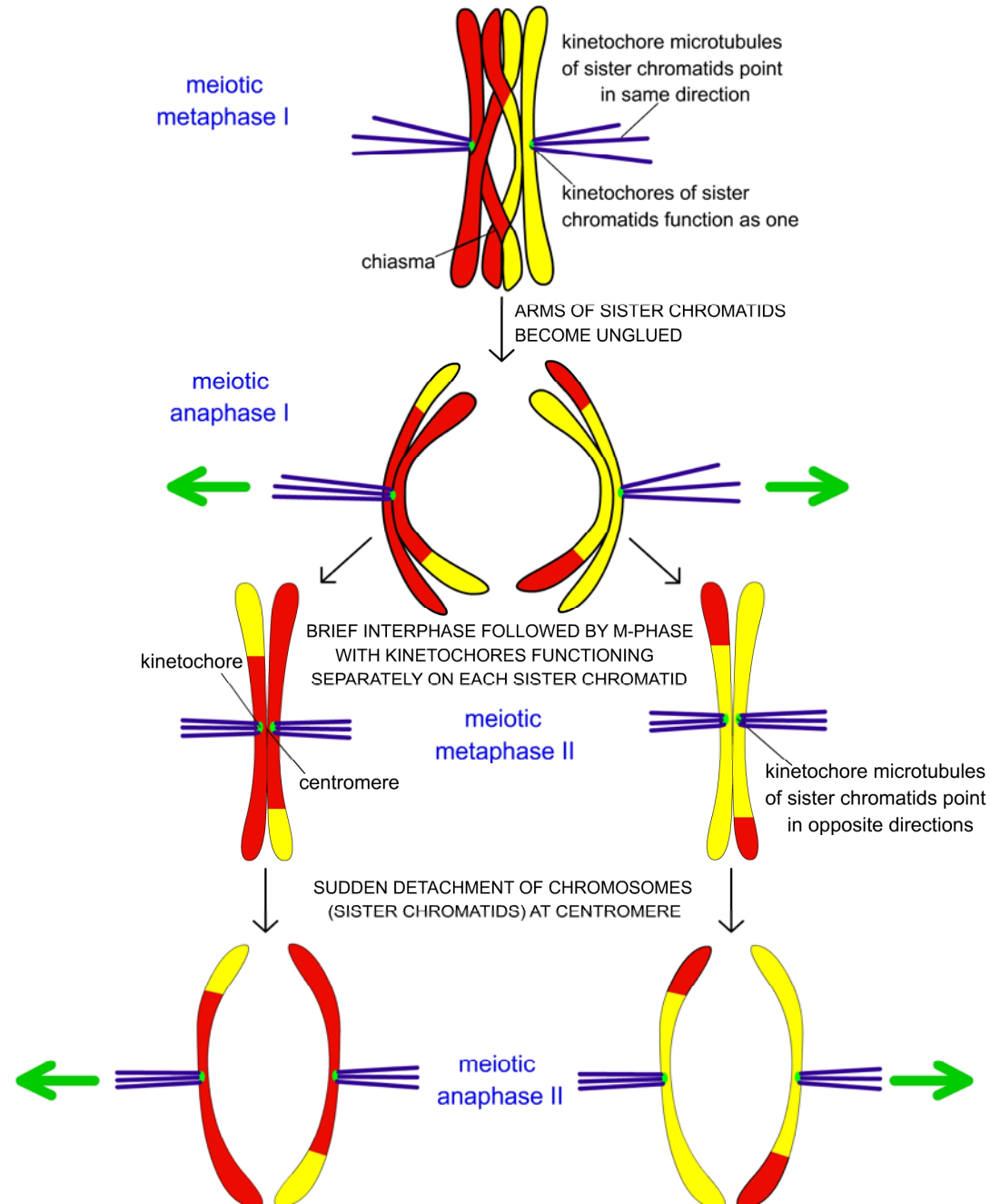


## Cellule germinali



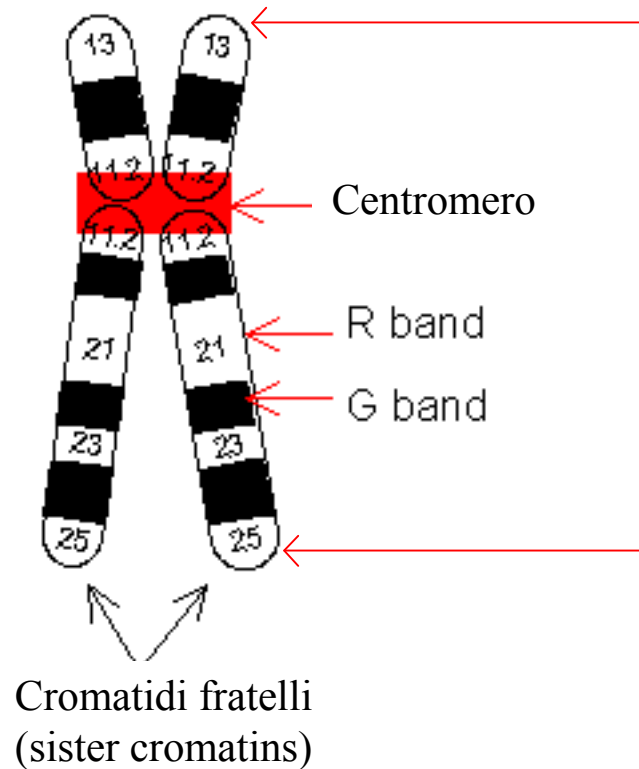
Nella meiosi I i cinetocori dei cromatidi fratelli sono dello stesso lato (rotazione di 90°C) e sono agganciati da microtubuli dello stesso polo mentre i cinetocori del cromosoma omologo apaiato sono agganciati da microtubuli associati all'altro polo.







## Cromosomi



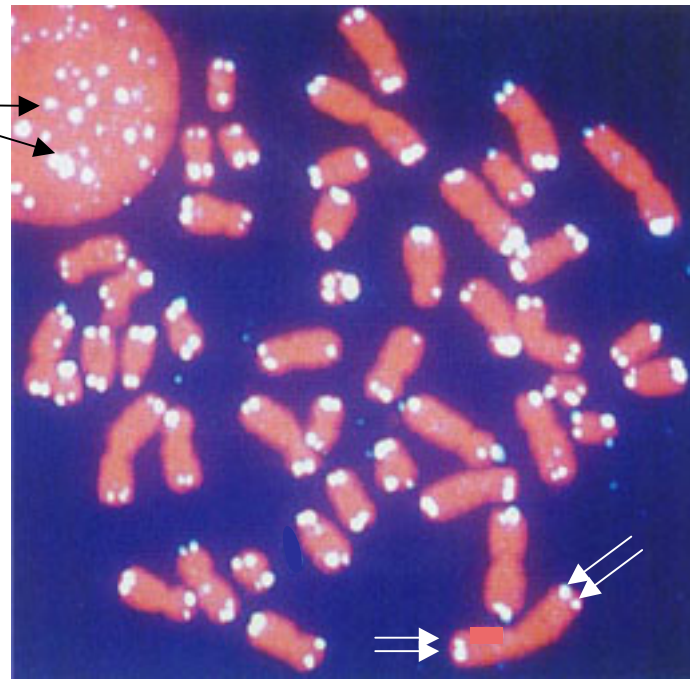
Telomeri: sequenze (ad esempio nell'uomo riptetizioni di TTAGGG) ripetute per centinaia di volte che si trovano all'estremità delle molecole di DNA.

Sequenze telomeriche: sequenze ripetitive localizzate alle estremità delle molecole di DNA.

Marcatura delle sequenze telomeriche tramite ibridazione in situ con sonde fluorescenti (questa tecnica è chiamata FISH: Fluorescence in situ hybridization)

**Nucleo interfaseico**

Le sequenze telomeriche appaiono disperse all'interno del nucleo.



*In rosso la marcatura generica per il DNA, in bianco la marcatura della sonda che ibridizza le sequenze telomeriche*

**Cromosomi metafasici**

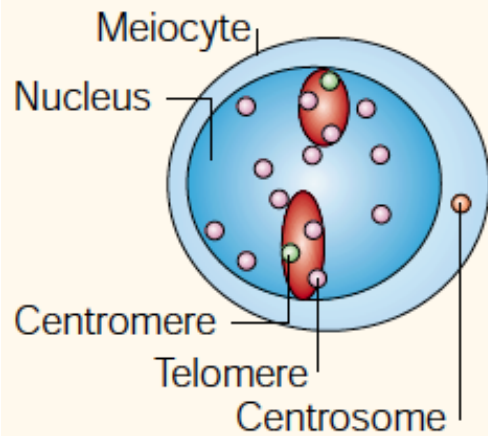
la localizzazione della marcatura per le sequenze telomeriche indica che le estremità delle molecole di DNA sono localizzate alle estremità dei cromosomi e che ciascun cromosoma è formato da due cromatidi.

Notare l'avvicinamento delle marcature delle sequenze telomeriche dei due cromatidi fratelli all'estremità di ciascun cromosoma.

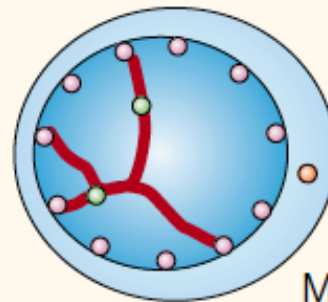
## Appaiamento dei cromosomi omologhi

### Box 1 | Model of bouquet formation and resolution

#### a Preleptotene

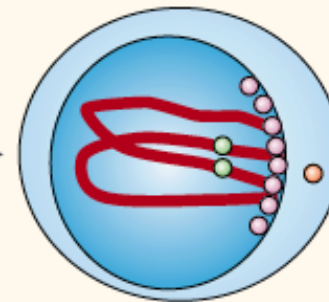


#### b Leptotene



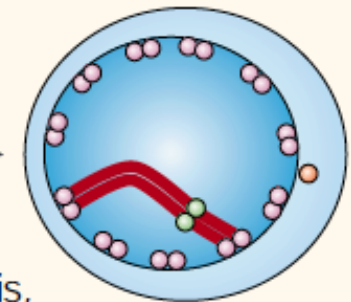
Ndj1

#### c Zygotene

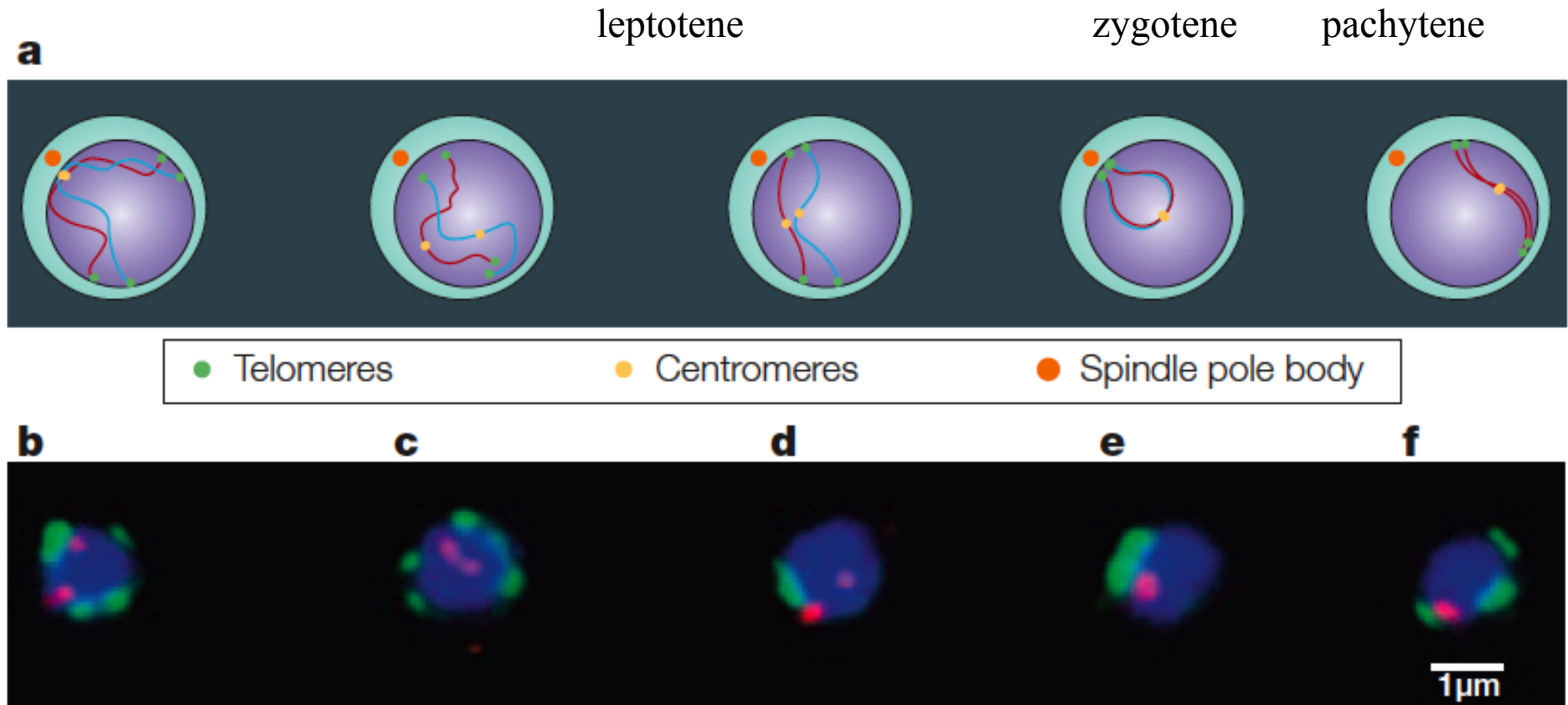


Motors?  
Microtubules/  
cytoskeleton

#### d Pachytene



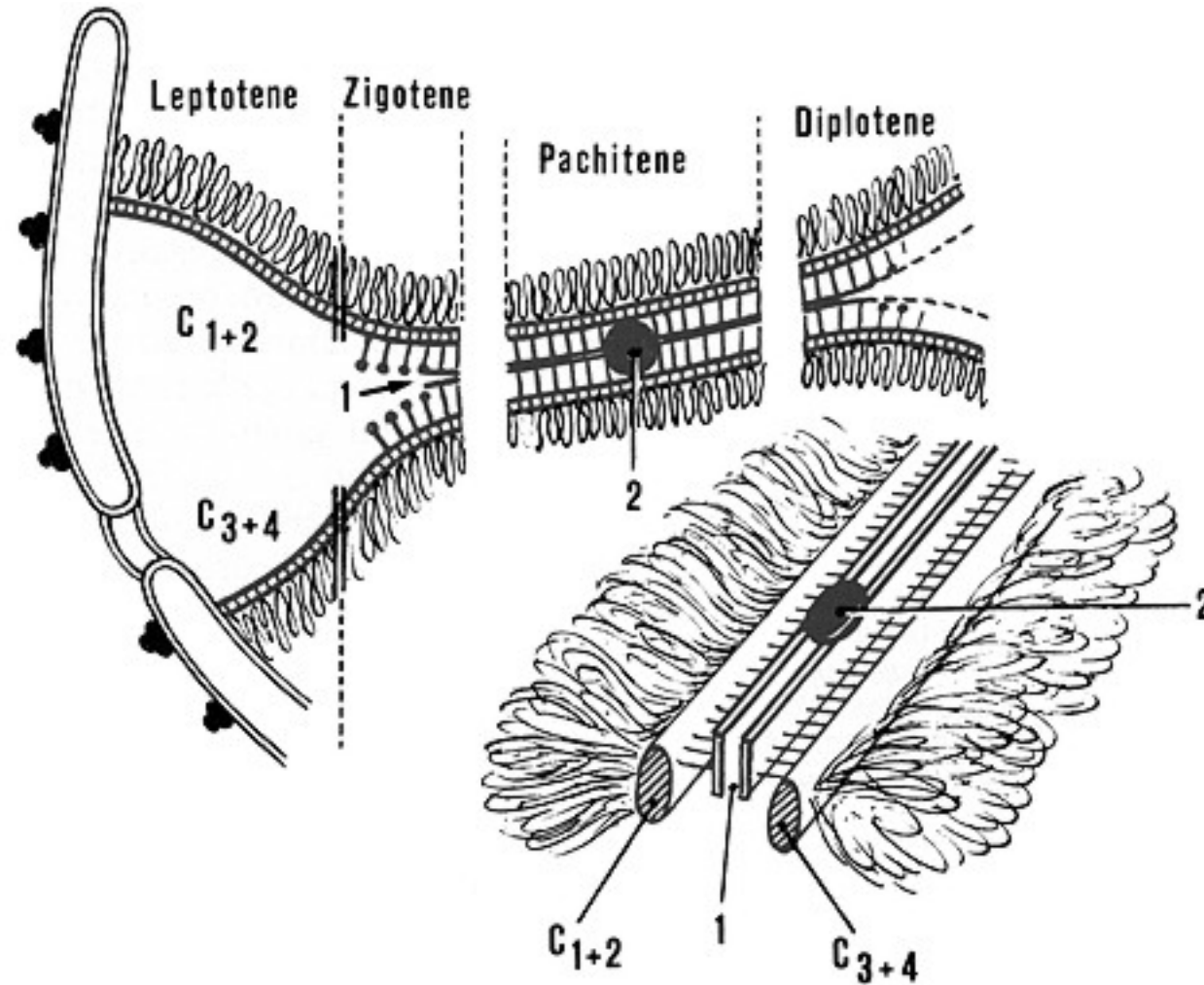
Synapsis,  
condensation



Telomere clusters during meiosis in budding yeast. a | A schematic representation of telomere configuration during meiosis in budding yeast. Through recombination initiation in the late leptotene, telomeres reattach to the nuclear envelope. At the leptotene–zygotene transition, the telomeres cluster tightly near the spindle pole body in a ‘bouquet’. At pachytene, telomeres again disperse around the nuclear envelope.

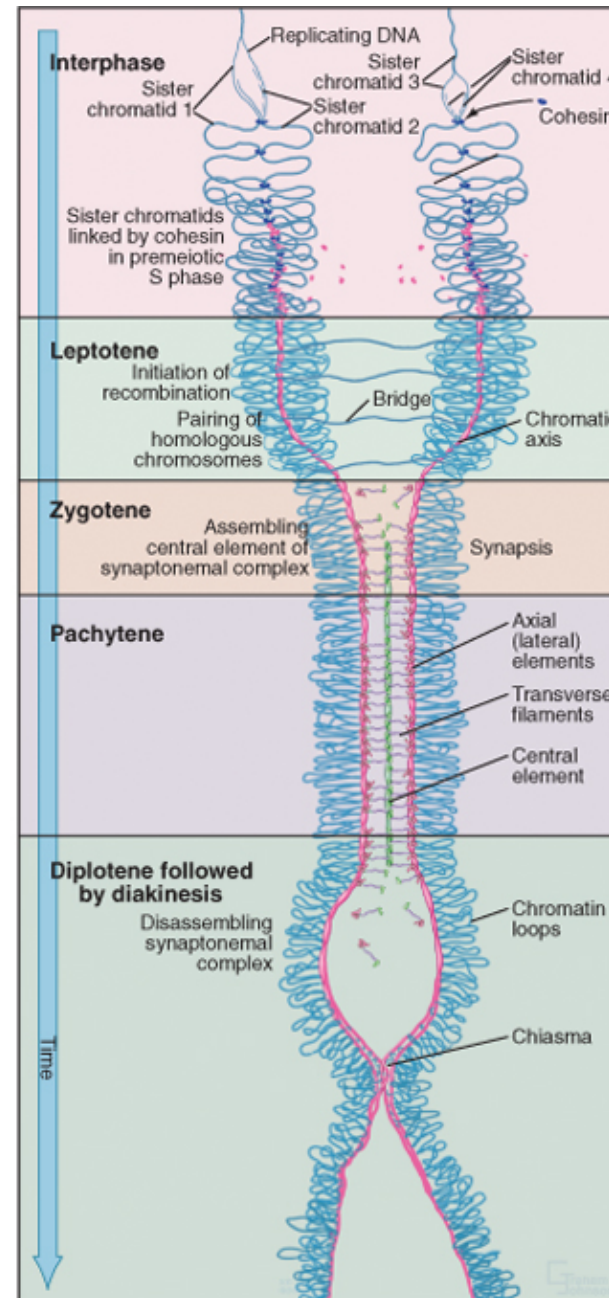
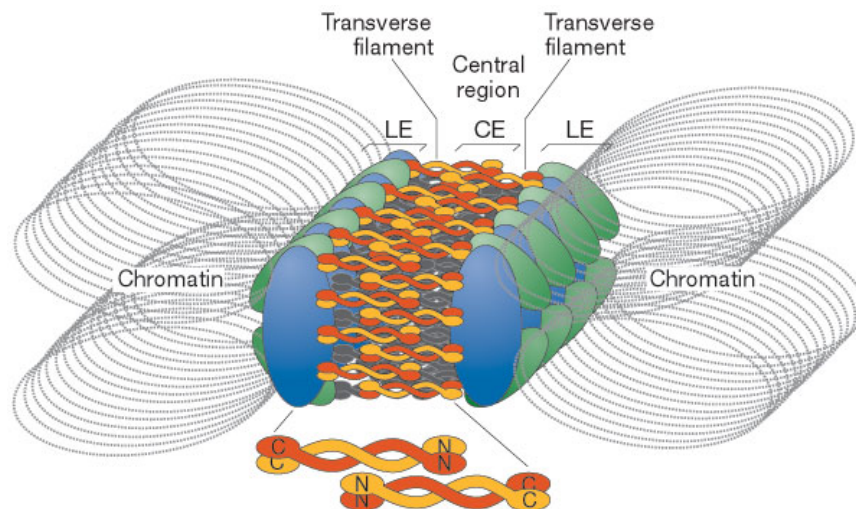
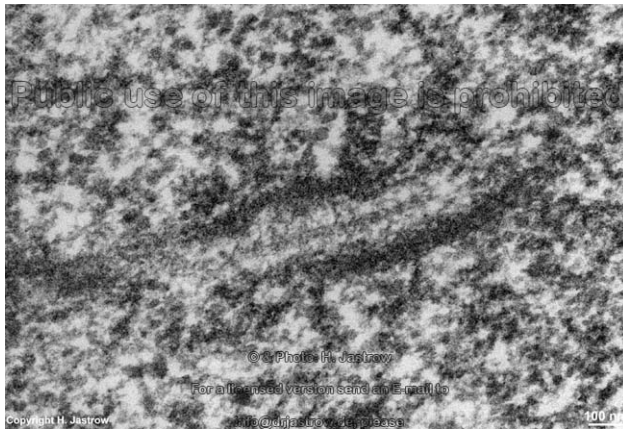
Evoluzione del complesso sinaptinemale durante la profase della meiosi.  
C1+2 sono i cromatidi fratelli 1 e 2 - C3+4 sono gli altri cromatidi fratelli 3 e 4  
1 formazione centrale interposta fra gli omologhi - 2 nodulo di ricombinazione

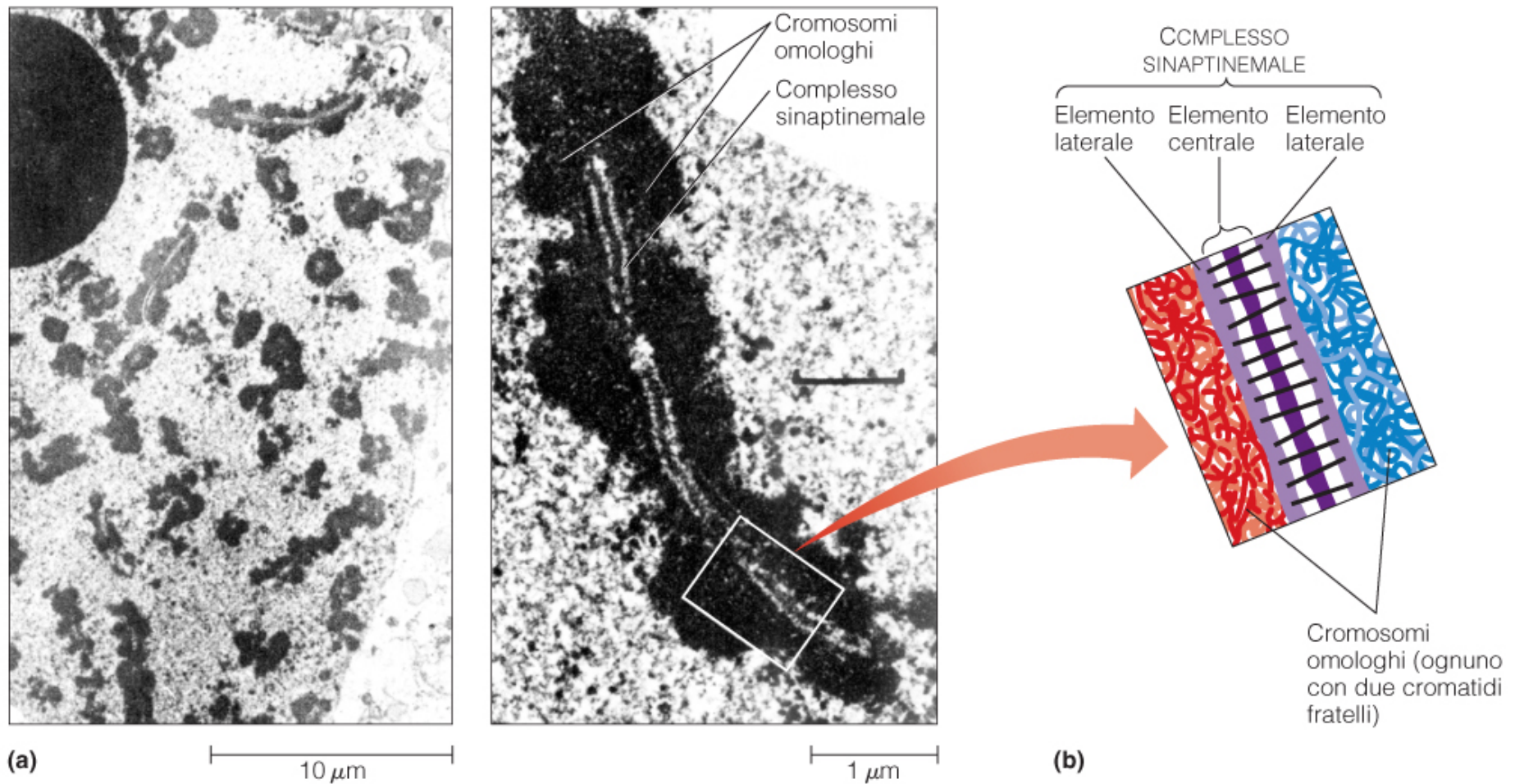
Involucro  
nucleare





# STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE HOMOLOGOUS CHROMOSOMES AND SYNAPTONEMAL COMPLEX DURING THE VARIOUS STAGES OF MEIOTIC PROPHASE.

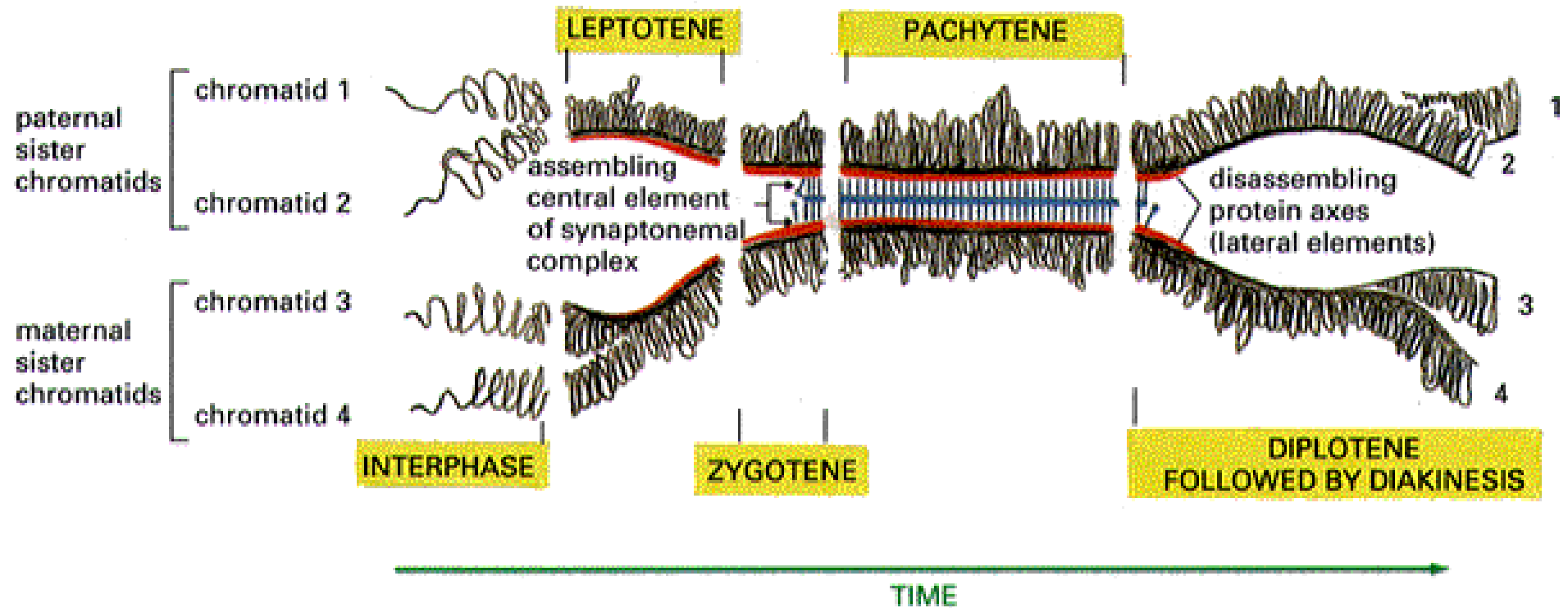




**Figura 20-8 Il complesso sinaptonemale.** (a) Queste immagini al microscopio elettronico mostrano, a due ingrandimenti diversi, dei complessi sinaptonemali nel nucleo di cellule di lievito. I nuclei sono allo stadio di

pachitene della profase I (TEM). (b) Schema degli *elementi laterali* del complesso (viola chiaro), che sembra si formino sui cromosomi durante il leptotene, e dell'*elemento centrale* (o *assiale*) (viola scuro), che inizia

ad apparire durante lo zigotene e aggancia insieme i cromosomi omologhi. Nella fase di pachitene, gli omologhi sono strettamente appaiati per tutta la loro lunghezza.



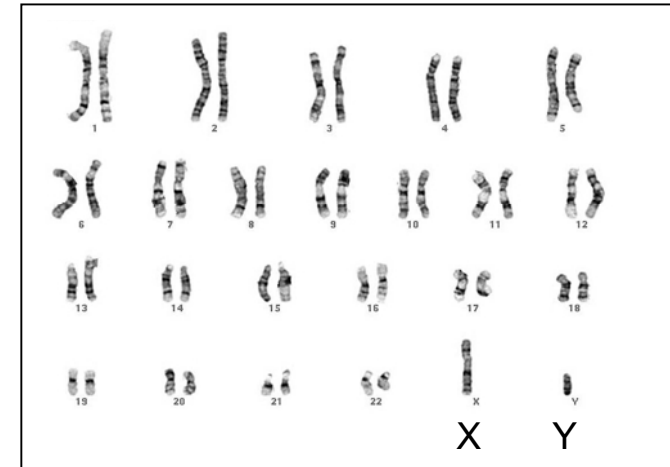


Cariotipo umano: 46 cromosomi (23 cromosomi di origine paterna + 23 cromosomi di origine materna). I 46 cromosomi sono suddivisibili in 22 paie di autosomi + 1 paio di cromosomi sessuali (XY per i maschi e XX per le femmine)

Cromosomi mitotici di un maschio



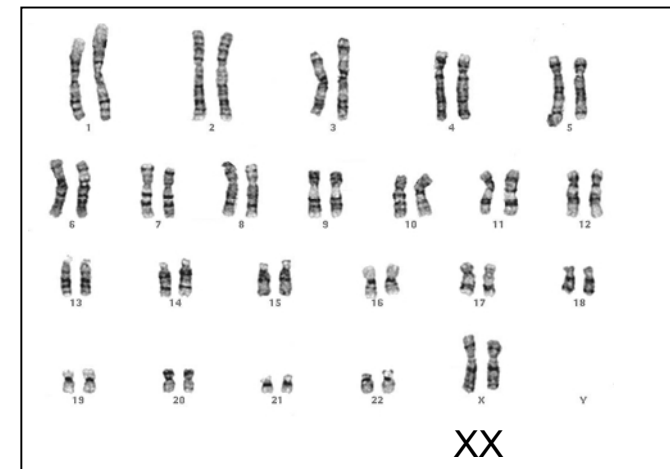
Cariotipo



Cromosomi mitotici di una femmina



Cariotipo

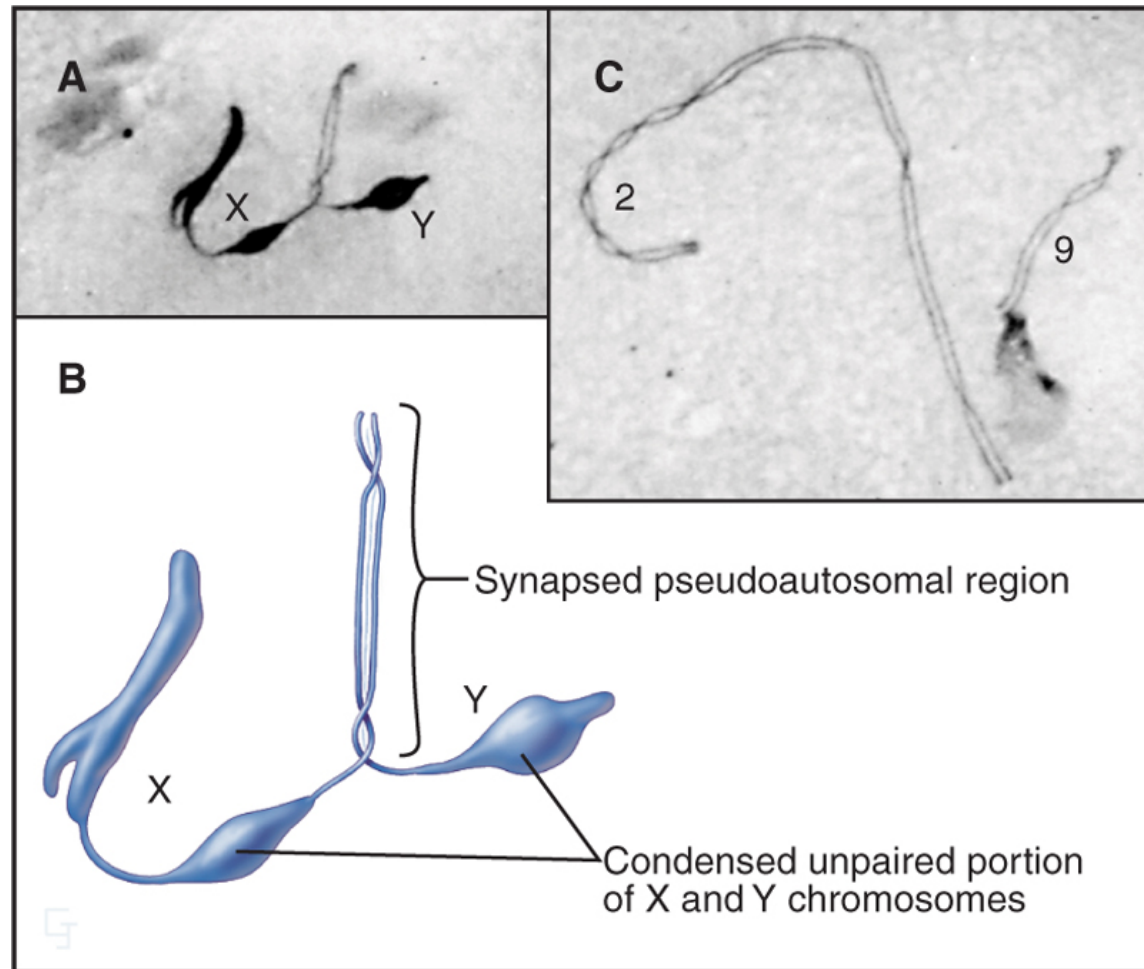


*Citogenetica = studio dei cariotipi*

## THE SEX CHROMOSOMES OF A CHINESE HAMSTER AT PACHYTENE.

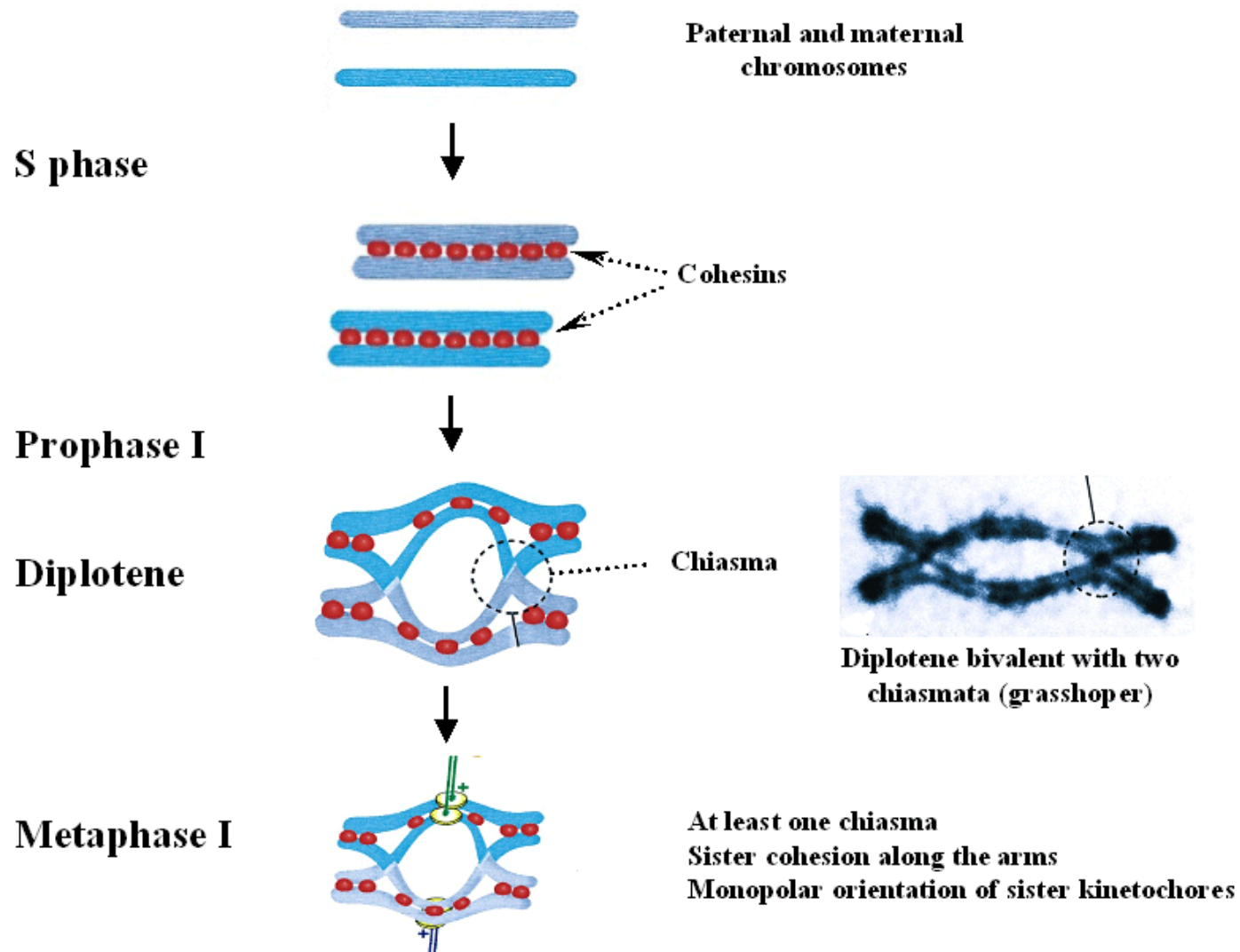
A-B, The X and Y chromosomes are paired at the pseudoautosomal region. Elsewhere, the unpaired chromatin adopts a highly condensed morphology.

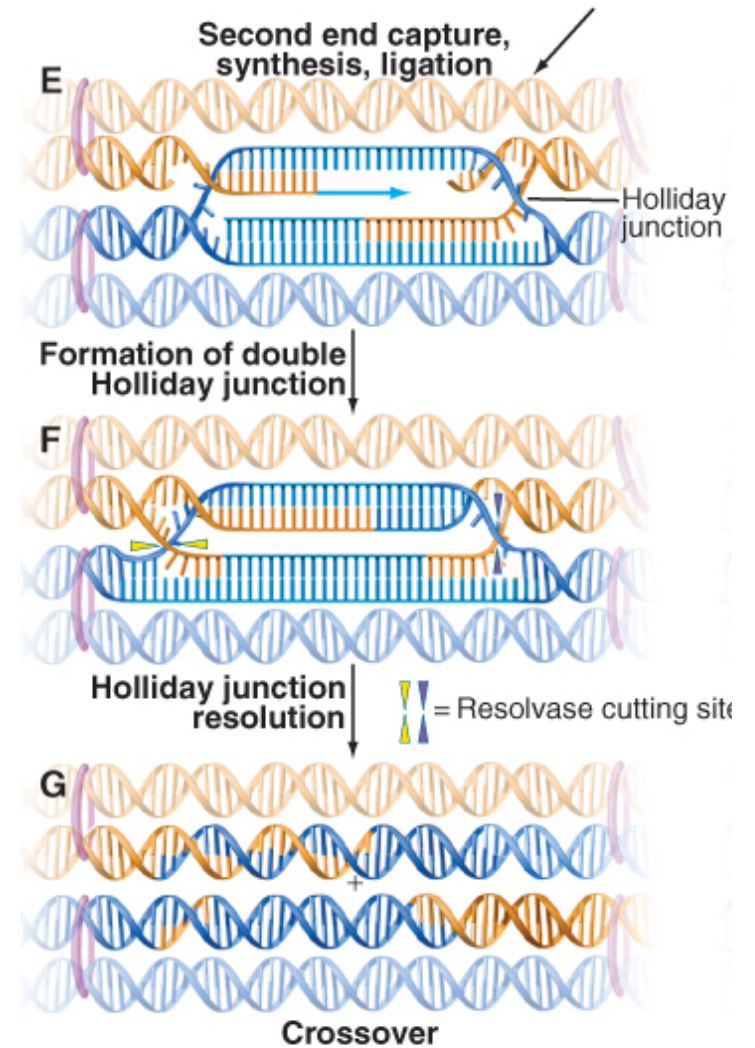
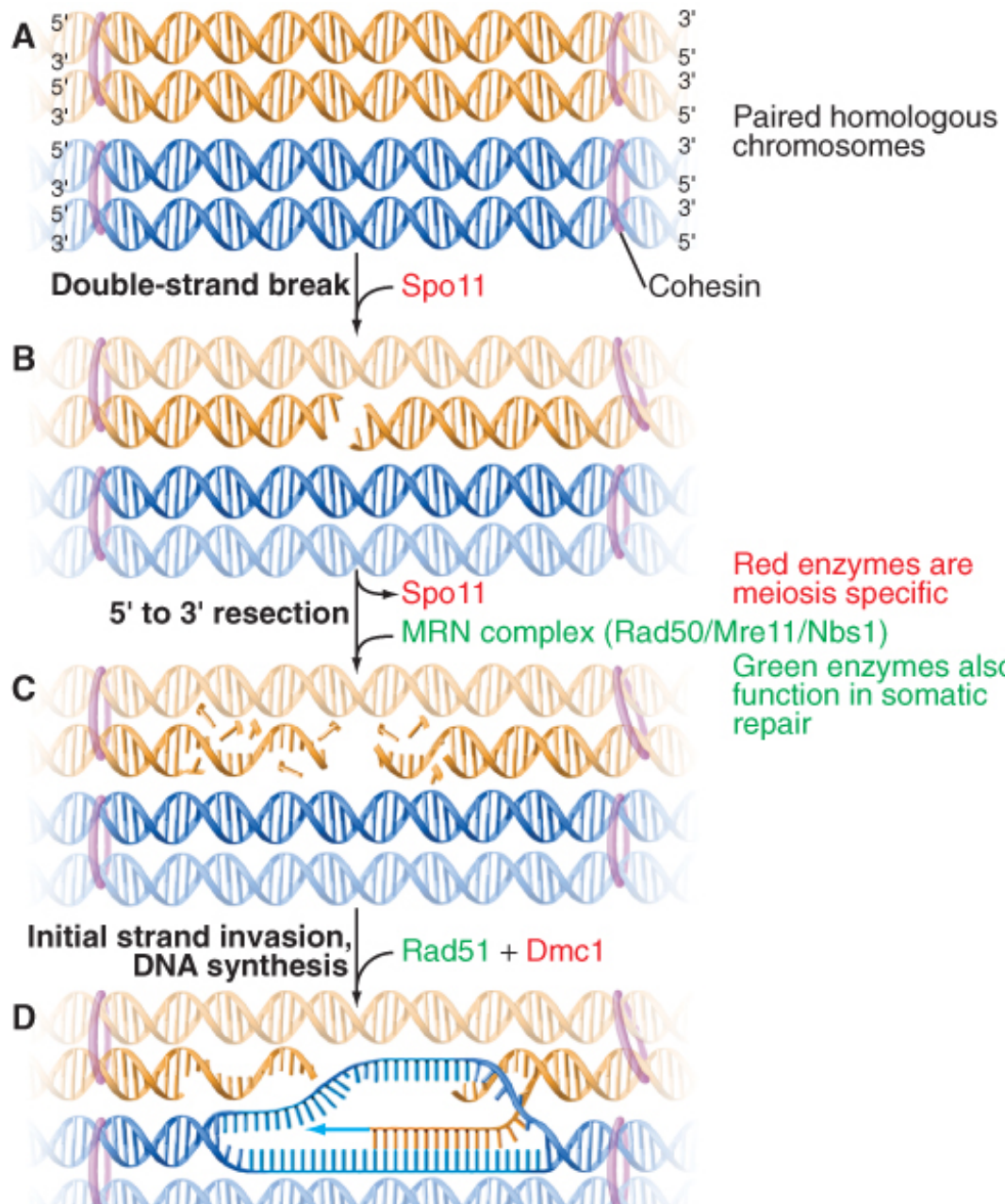
C, Autosomes are completely synapsed and show a lesser degree of condensation.



© Elsevier. Pollard et al: Cell Biology 2e - www.studentconsult.com

## The first meiotic division







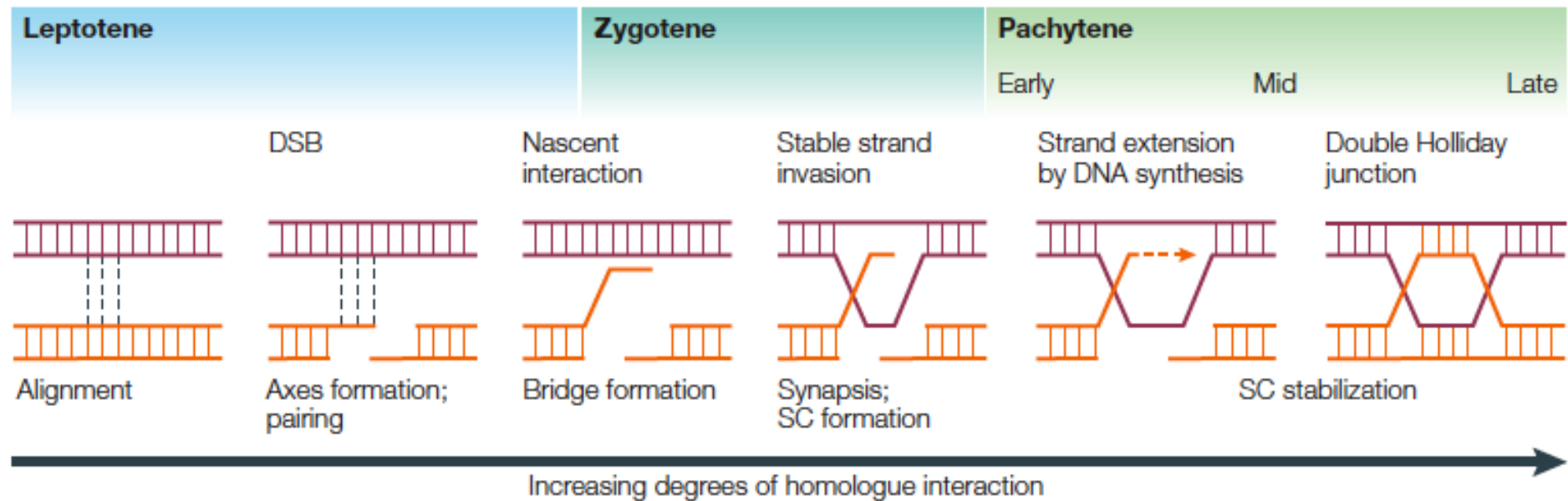
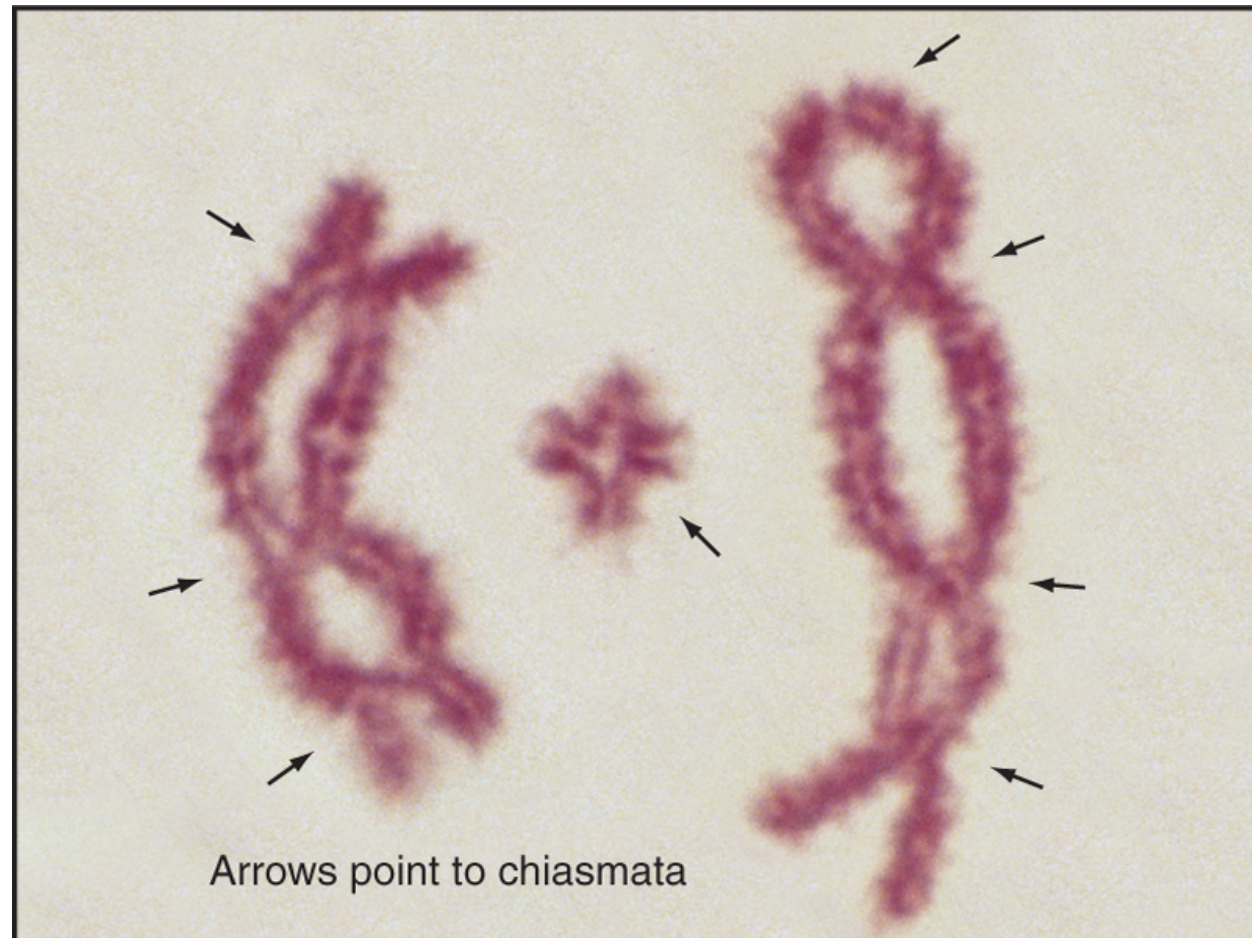


Figure 1 | **Homologue interactions during meiosis.** During chromosome pairing that is independent of double-strand break (DSB) formation (alignment), regions of local distortion might allow homology to be sensed. During DSB-dependent homologue interactions (pairing and nascent interactions), 3' single-stranded regions engage in interactions with the homologous chromosome. During synapsis and synaptonemal complex (SC) formation, 3' ssDNA ends stably invade the homologue. The synaptonemal complex, a proteinaceous structure, forms between homologous chromosomes. During this phase, the invading strand is extended by DNA synthesis. Once the strand is recaptured, a double HOLLIDAY JUNCTION forms. Adapted, with permission, from REF. 9 © (2001) Elsevier Science.

**BIVALENTS (PAIRED HOMOLOGOUS CHROMOSOMES) ARE HELD TOGETHER BY CHIASMATA AFTER DISASSEMBLY OF THE SYNAPTONEMAL COMPLEX.**

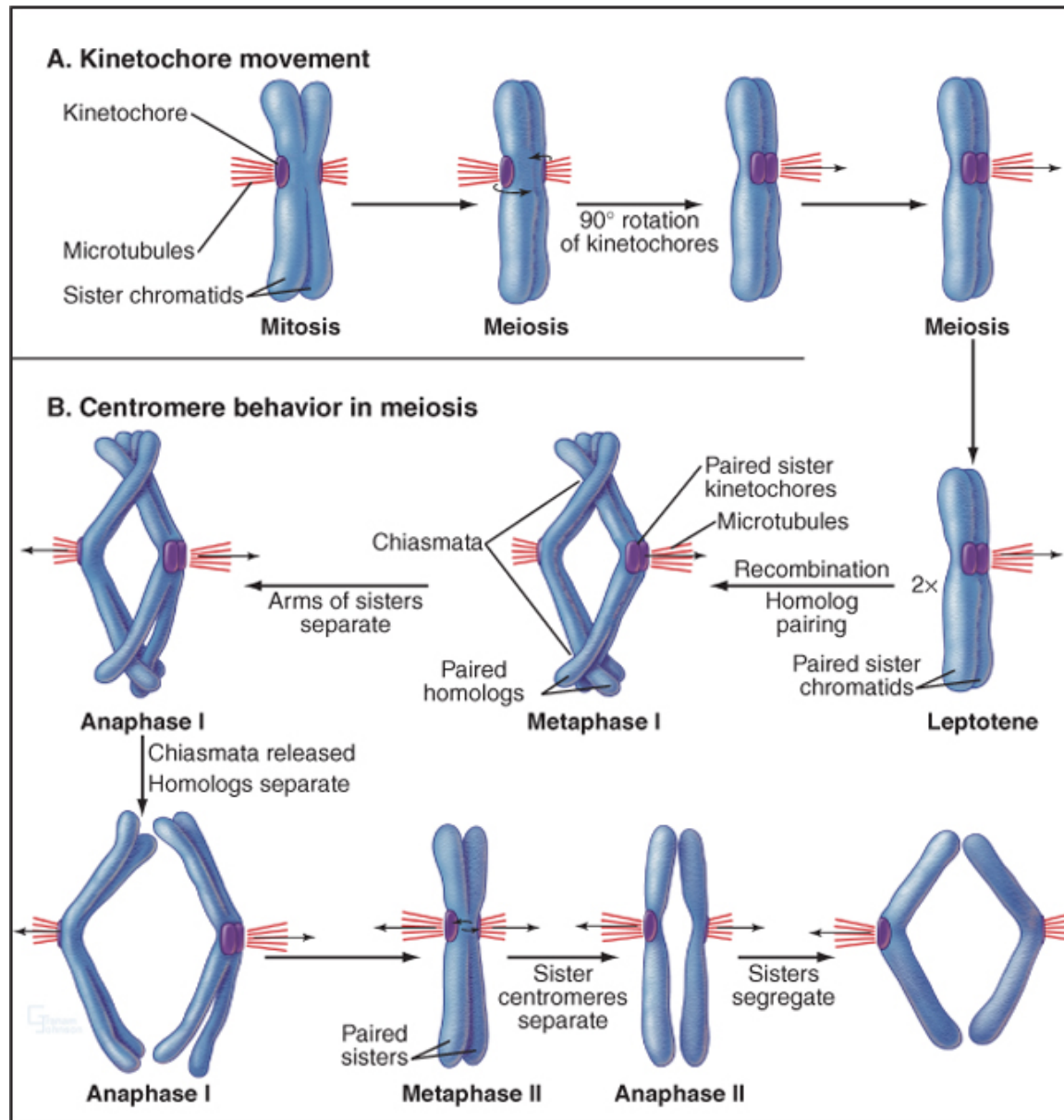
Here, three diplotene bivalents from the grasshopper species *Chorthippus jucundus* are held together by three (left), one (middle), and four (right) chiasmata. The middle cross-shaped bivalent is telocentric; the other two longer bivalents are submeta-centric.



© Elsevier. Pollard et al: Cell Biology 2e - www.studentconsult.com

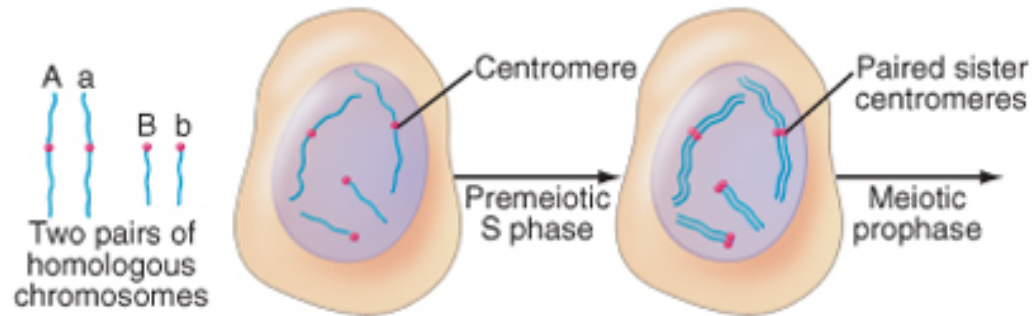
## CHROMOSOMAL BEHAVIOR DURING MEIOSIS I AND II.

During meiosis I, sister chromatids are tightly paired along their lengths, kinetochore structure is altered, and homologs are held together at the metaphase plate by chiasmata. During anaphase I, loss of cohesion between the arms of sister chromatids releases the chiasmata and allows homologous chromosomes to segregate to opposite spindle poles. During metaphase of meiosis II, sister chromatids are held together at their centromeres. Release of centromeric cohesion at meiosis II allows the sister chromatids to segregate to opposite spindle poles.

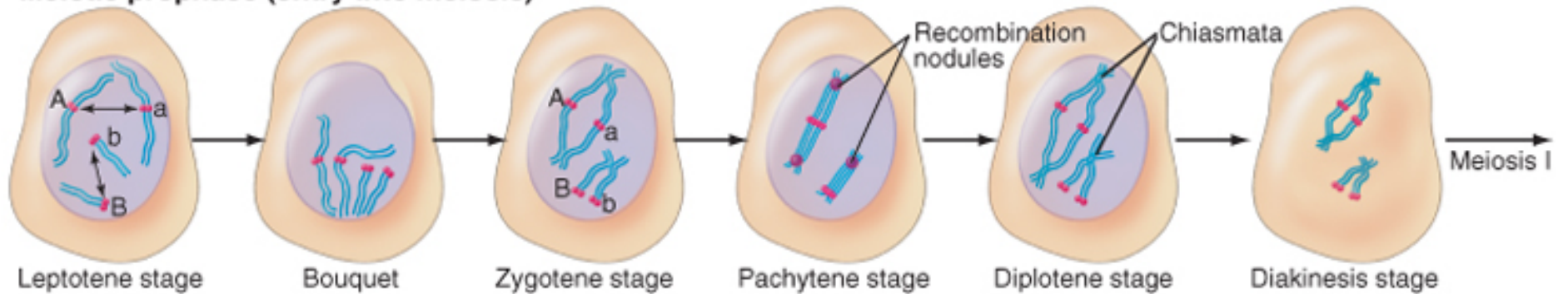




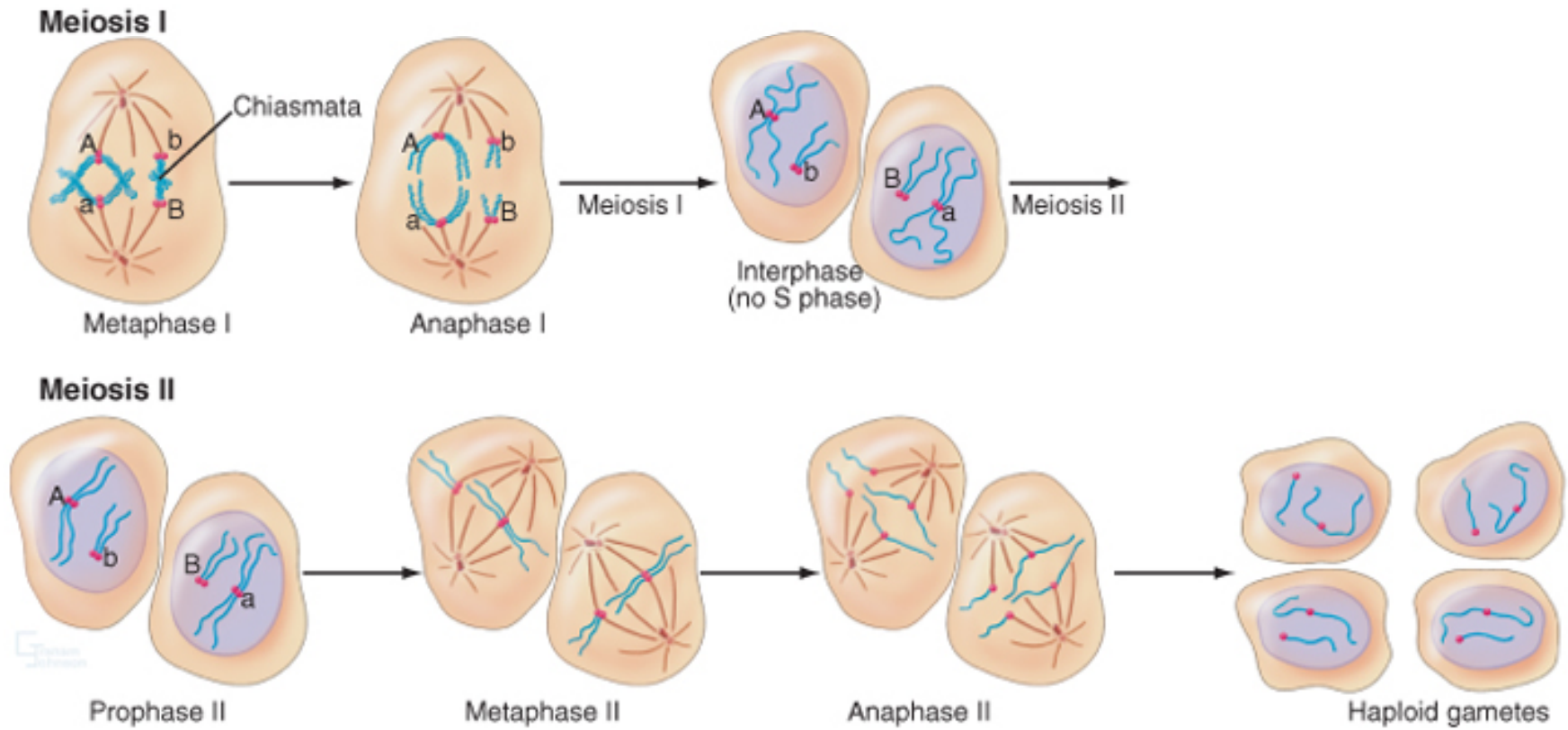
### The events of meiosis

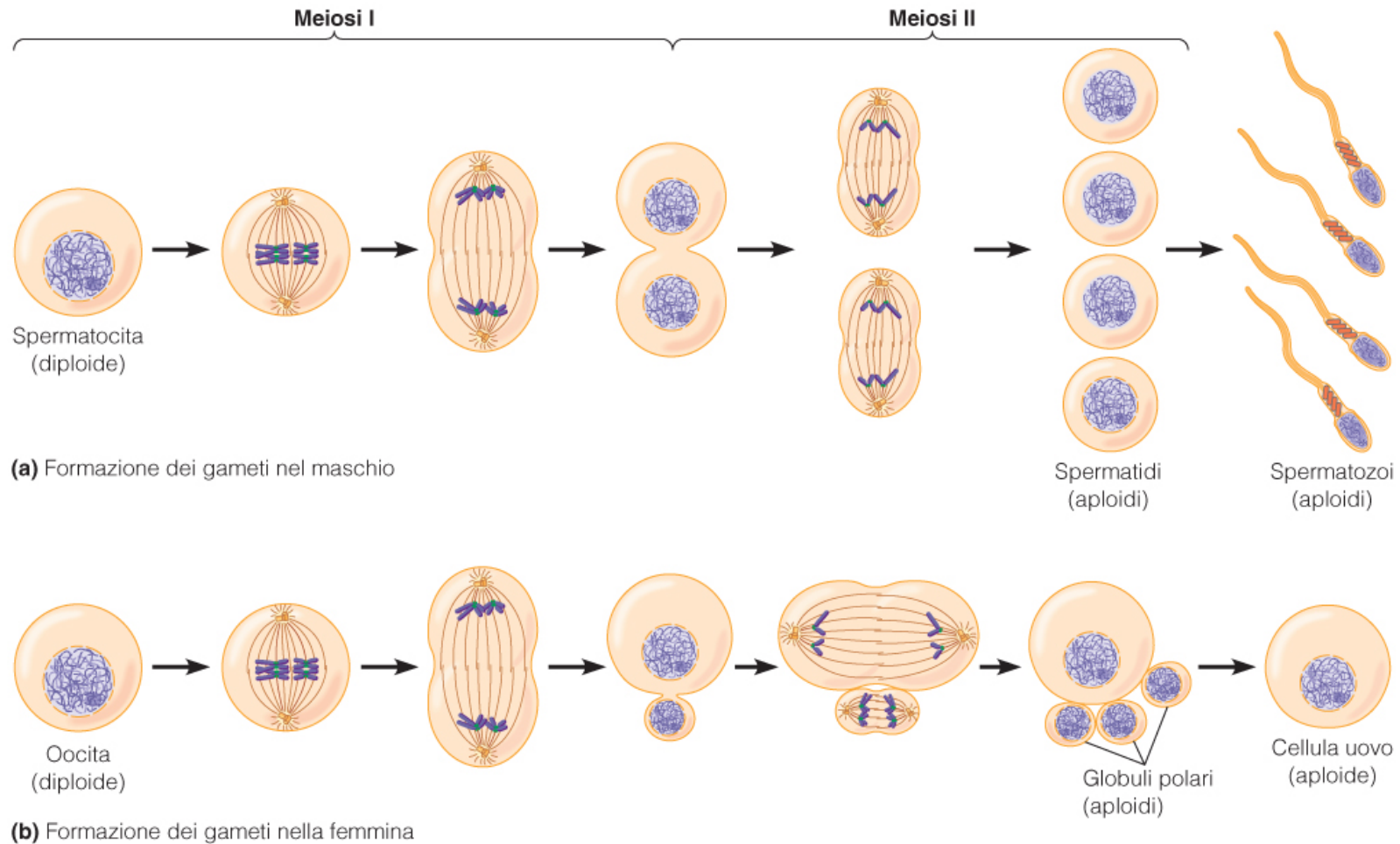


### Meiotic prophase (entry into meiosis)





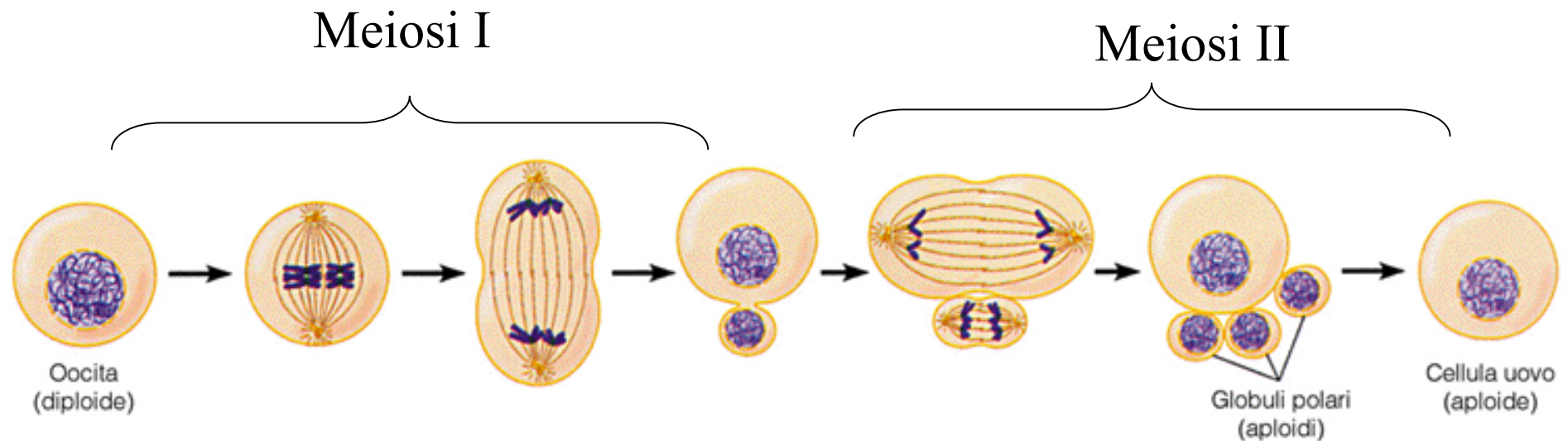




**Figura 20-10 Formazione dei gameti.** (a) Nel maschio, tutti i quattro prodotti aploidi della meiosi sono conservati e si differenziano in spermatozoi. (b) Nella femmina, in

cui entrambe le divisioni meiotiche sono asimmetriche, si formano una cellula uovo grande e tre (in alcuni casi solamente due) cellule piccole, dette globuli polari, che non

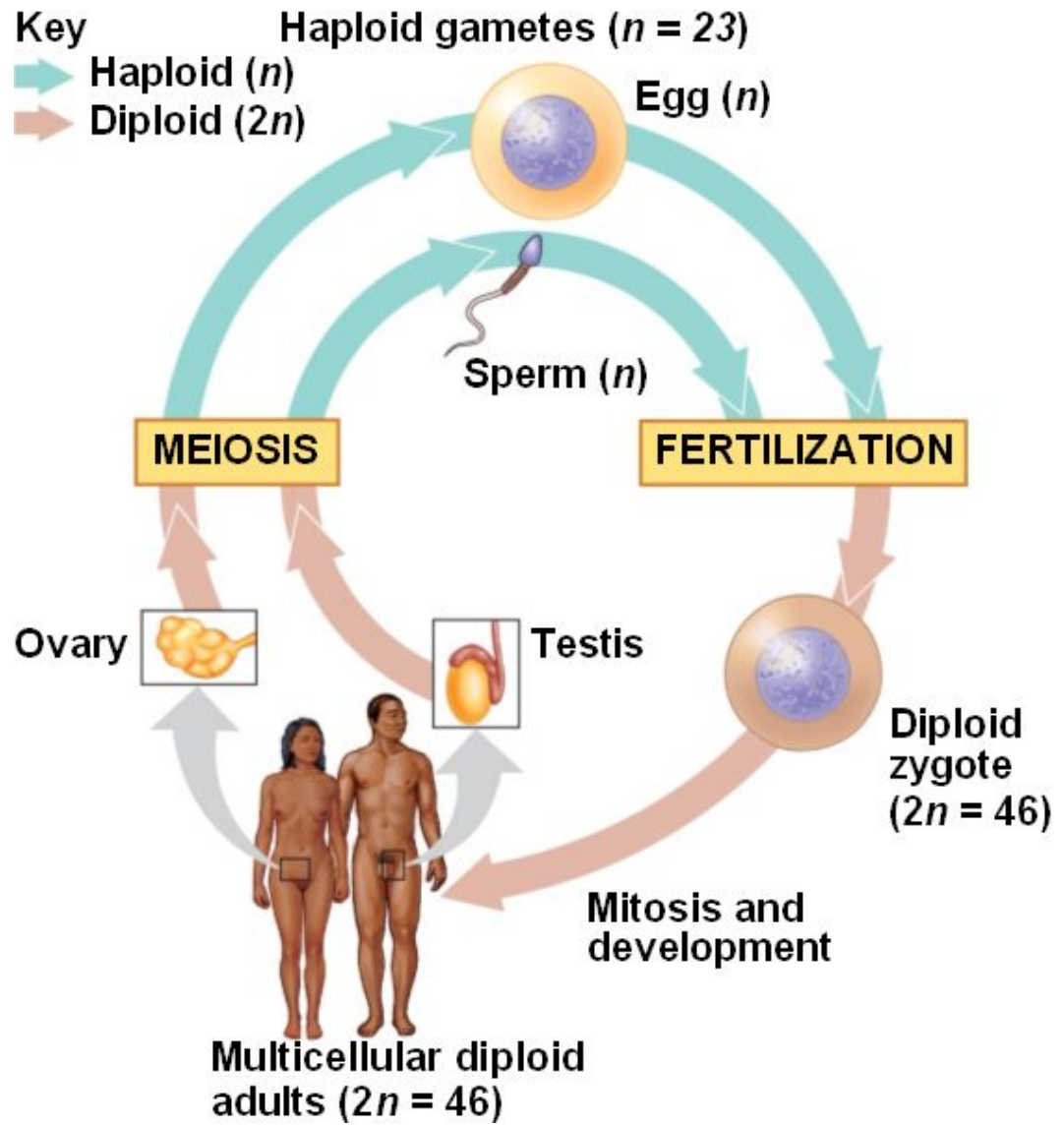
danno origine a gameti funzionali. L'uovo maturo, anche se nella figura non è indicato, è generalmente molto più grande dell'oocita da cui deriva.



(b) Formazione dei gameti nella femmina

La meiosi nella femmina è asimetrica: un nucleo riceve quasi tutto il citoplasma mentre gli altri tre nuclei rimangono quasi privi di citoplasma. Da un ovocita deriva quindi un solo uovo fecondabile. Il numero totale di uova prodotte durante la vita di una donna è piccolissimo in confronto a quello degli spermatozoi nell'uomo.

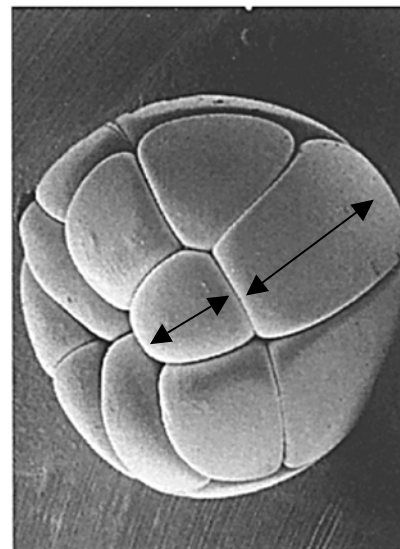
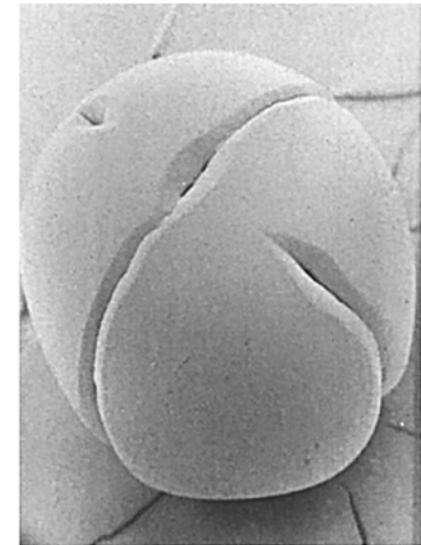
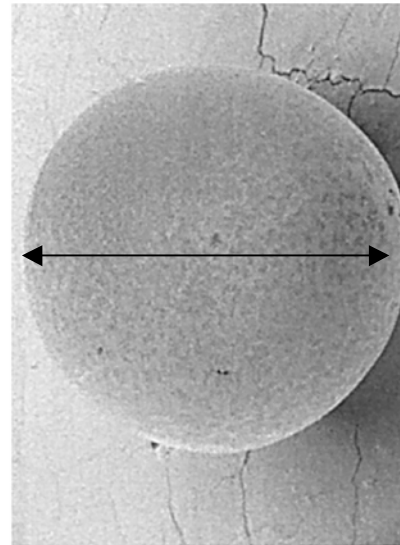
La meiosi riguarda esclusivamente le cellule germinali



I primi cili di divisione cellulare dividono lo zigote in molte cellule più piccole.

Nei primi cicli di divisione cellulare dopo la fecondazione, le fasi G1 e G2 sono ridotte al minimo in quanto non è necessaria la crescita cellulare.

Divisioni cellulari asimmetriche differenziano il polo animale dal polo vegetale (Xenopus).



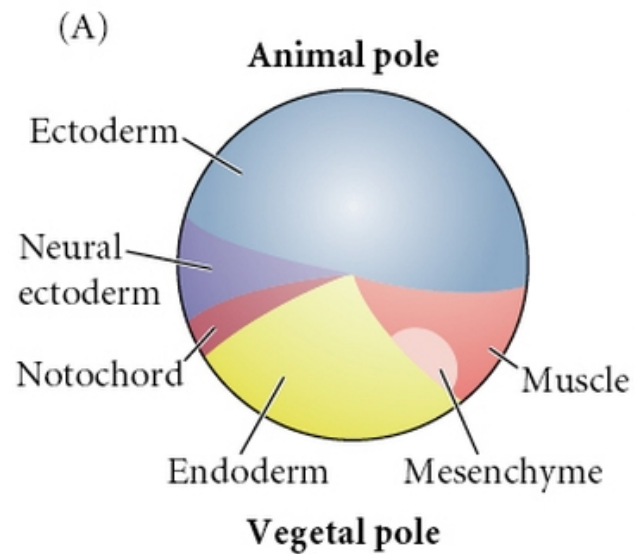


## Legge della grandezza cellulare costante (legge di Dietrich)

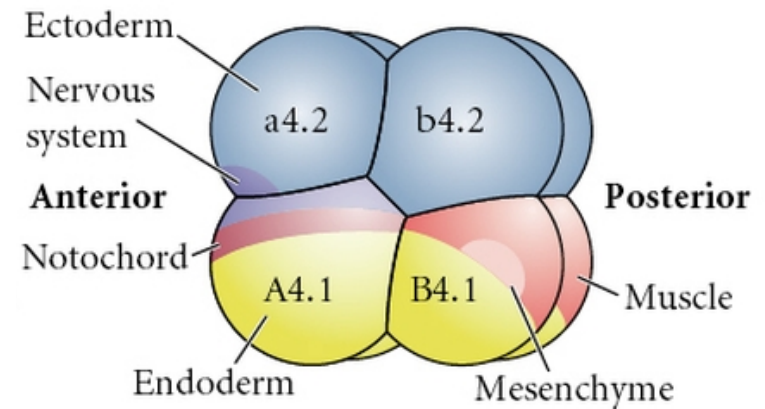
Cellule dello stesso tipo, in individui di differente mole hanno grandezza uguale, da cui ne derivò la **legge di Driesch o della grandezza cellulare costante** che afferma che non è la grandezza ma il numero delle cellule che condiziona la diversa mole corporea.

- Cellule somatiche dello stesso tipo in animali di mole diversa hanno la stessa grandezza
- Eccezioni: fibre muscolari scheletriche, neuroni
- Variazioni in conseguenza di stimoli funzionali:
  - Ipertrofia cellulare
  - Ipotrofia cellulare

## Sviluppo del riccio di mare

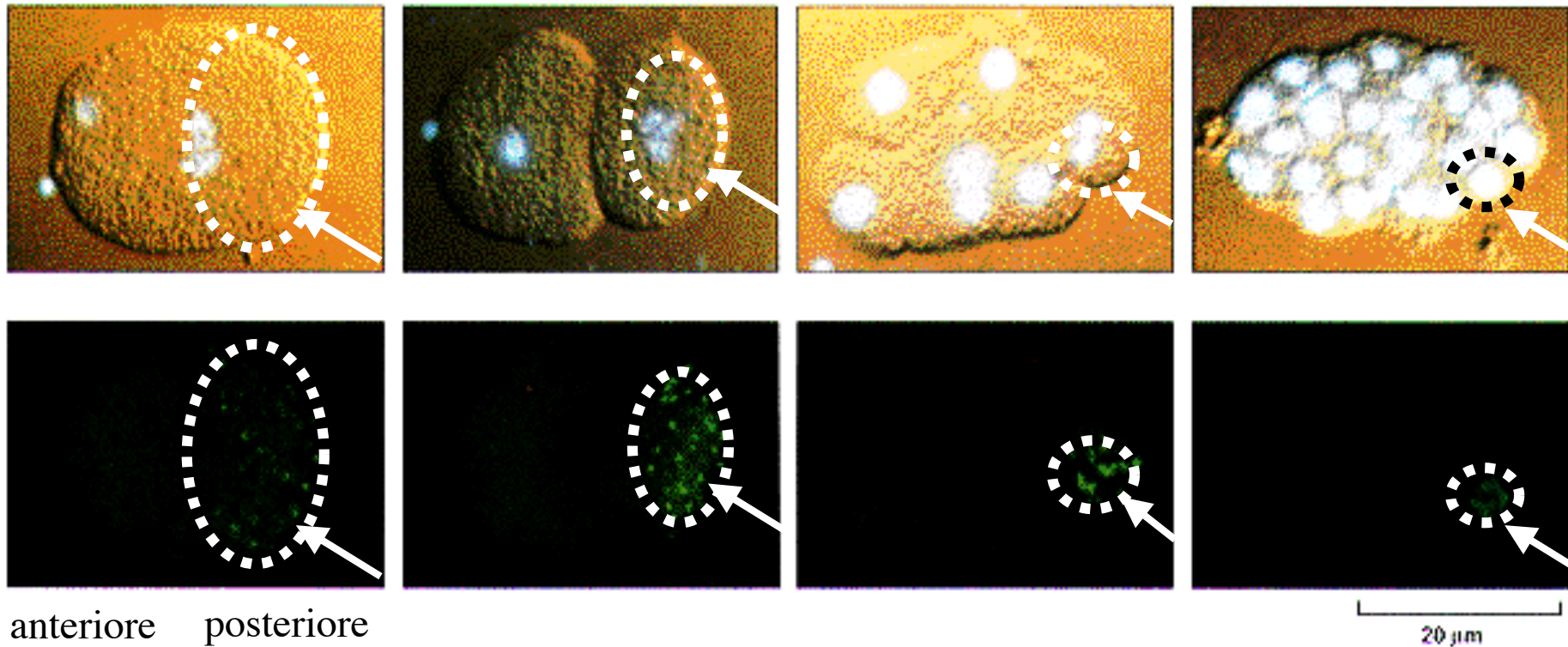


Regionalizzazione citoplasmatica  
nella cellula uovo



Embrioni a 8 cellule

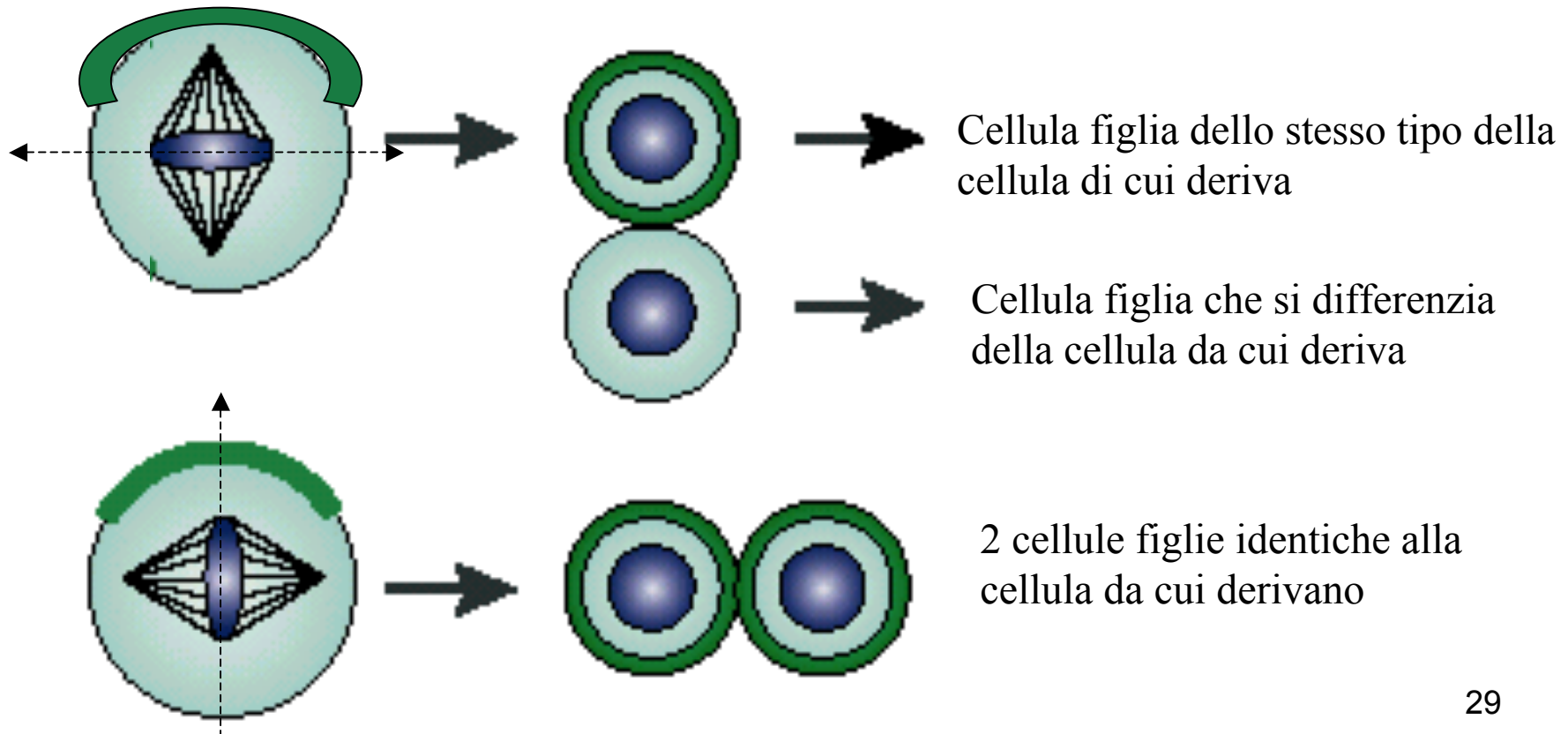
Divisioni successive asimmetriche segregano granuli P nella cellula fondatrice della linea germinale nel nematode (C. Elegans)



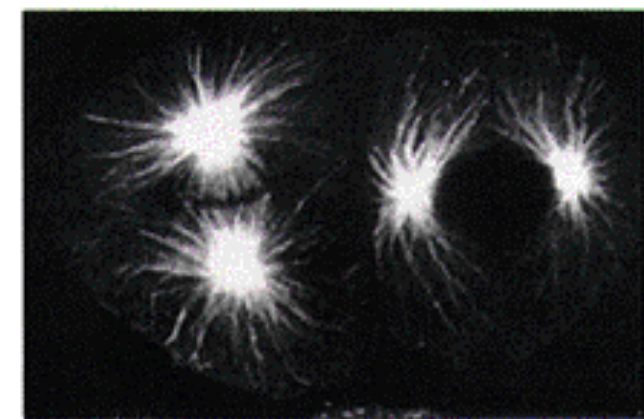
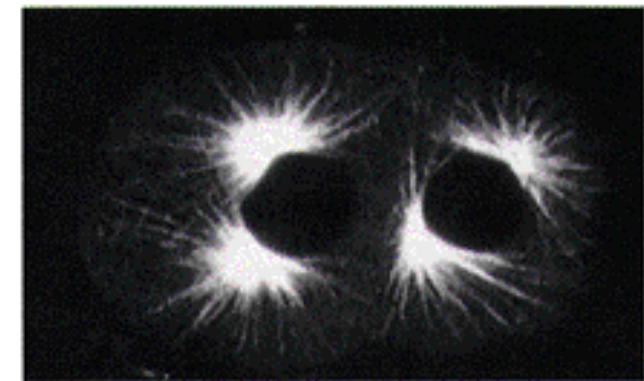
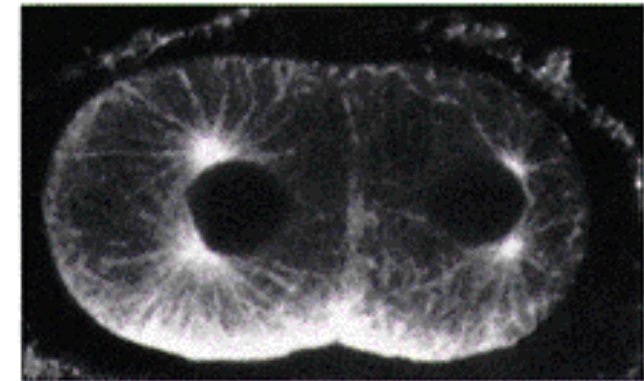
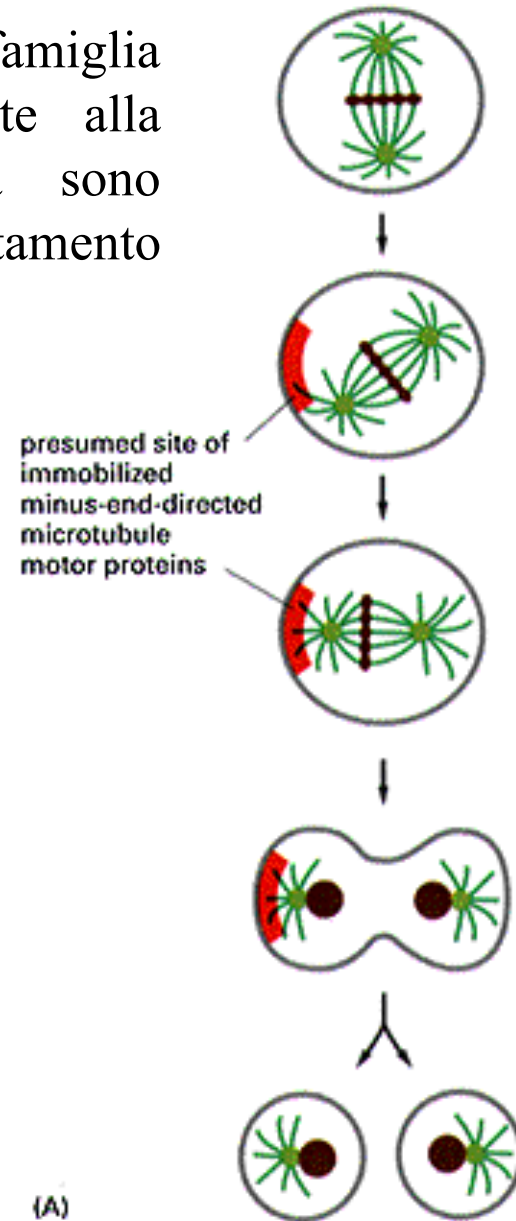


## Divisioni cellulari asimmetriche possono anche essere alla base del differenziamento cellulare

Ruolo dell'orientamento del fuso mitotico e della localizzazione polarizzata di proteine o mRNA. La divisione cellulare può portare alla produzione di due cellule identiche (piano di divisione perpendicolare ai determinanti polarizzati) oppure a due cellule che si differenziano da un punto di vista dell'eredità citoplasmatica (piano di divisione parallelo ai determinanti polarizzati).



Proteine motrici della famiglia delle dineine associate alla membrana plasmatica sono responsabile dell'orientamento del fuso mitotico

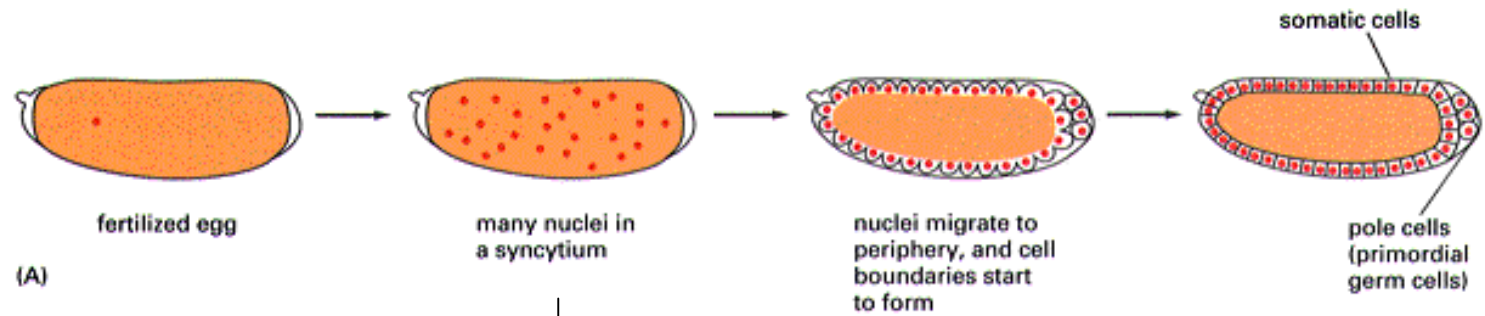


(B)

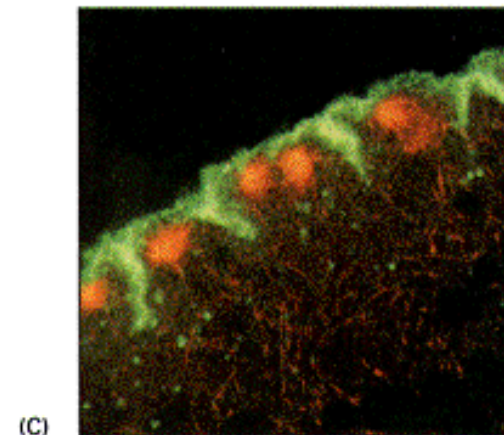
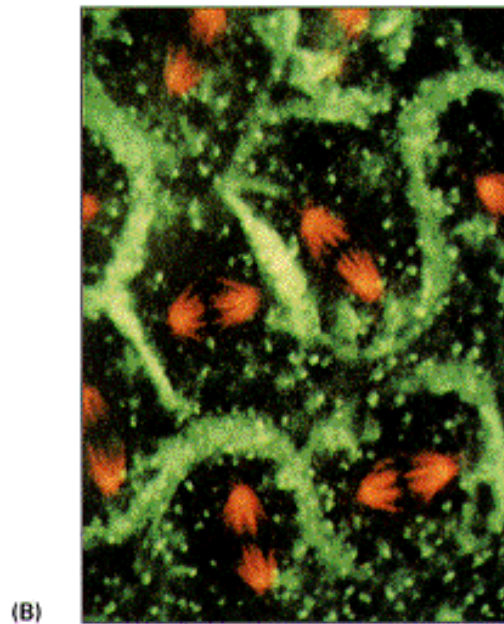
# Sincizio

In alcuni casi la divisione non è completa e i citoplasma rimangono connessi: in questo caso si parla di sincizio.

Drosophila



In molti insetti, il blastoderma che si forma all'inizio dello sviluppo embrionale è un sincizio formato da divisioni incomplete.



Anche le fibre muscolari sono un sincizio ma in questo caso il sincizio è dovuto a fusione cellulare (mioblasti) e non a divisioni incomplete.

