

# Ciclo cellulare MITOSI e MEIOSI

Principi di Biologia e Genetica  
Scienze Motorie  
a.a 2021-22

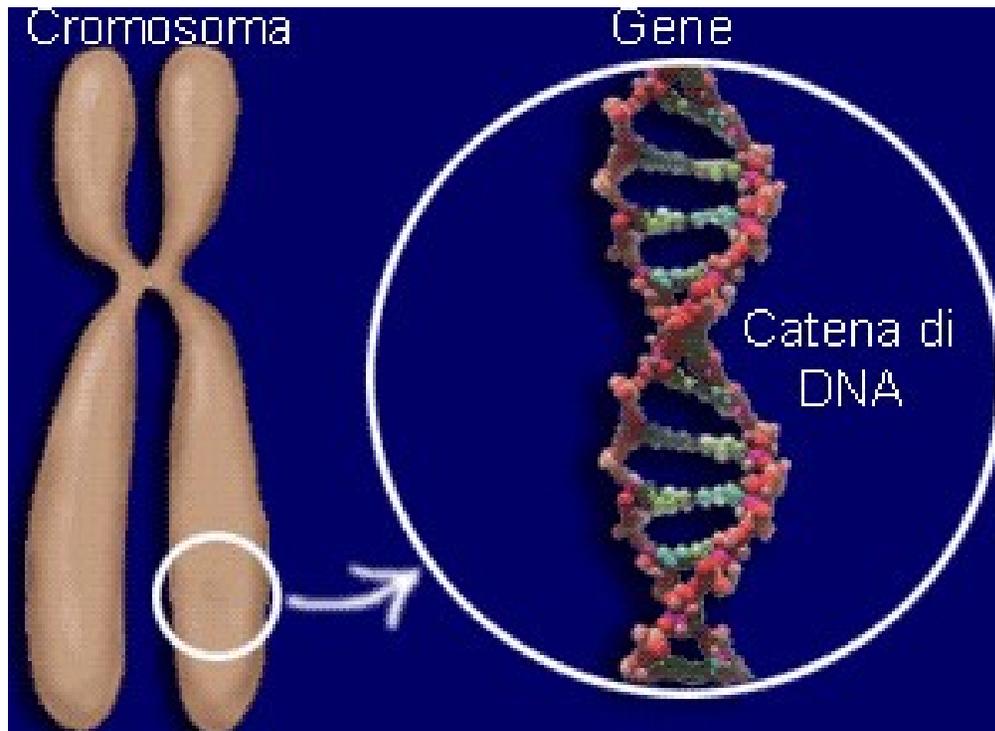
Dott. ssa Mazzoni Elisa, PhD



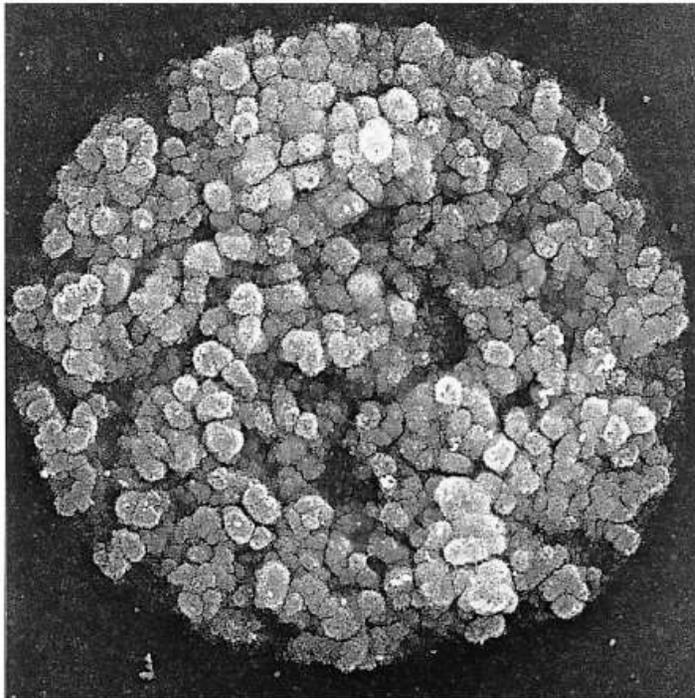
# CROMOSOMI EUCARIOTICI e CROMATINA

Cromosomi  
(corpo colorato, per la capacità di essere colorato)

Il DNA è assemblato con le proteine in unità strutturali chiamate : **cromosomi**  
I cromosomi sono i principali portatori dell'informazione genetica negli eucarioti  
Ogni cromosoma contiene migliaia di geni  
Sono contenuti nel nucleo



## Il DNA è impacchettato in modo altamente organizzato nei cromosomi



5  $\mu\text{m}$

**FIGURA 14.12** I cromosomi di questo nucleo in una precoce profase hanno iniziato il processo di compattamento che li trasformerà in cromosomi mitotici corti, a bastoncino, che si separeranno negli stadi successivi della mitosi. (Da A. T. SUMNER, CHROMOSOMA 100:411, 1991).



Gerald Karp - IV Edizione  
Biologia Cellulare e Molecolare  
EdiSES



10  $\mu\text{m}$

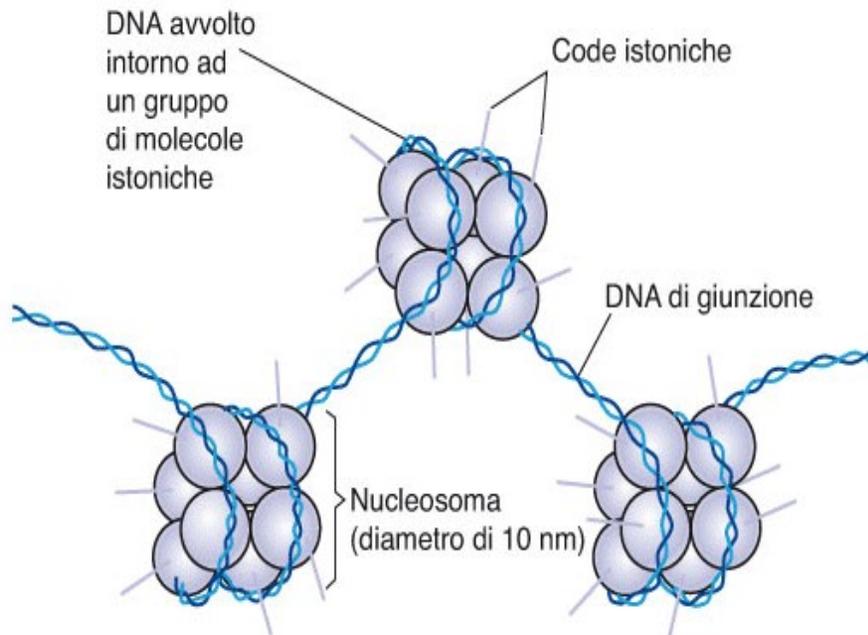
**FIGURA 10-1** I cromosomi

In questa immagine al microscopio ottico a fluorescenza sono mostrati cromosomi umani estratti da una cellula non identificata.

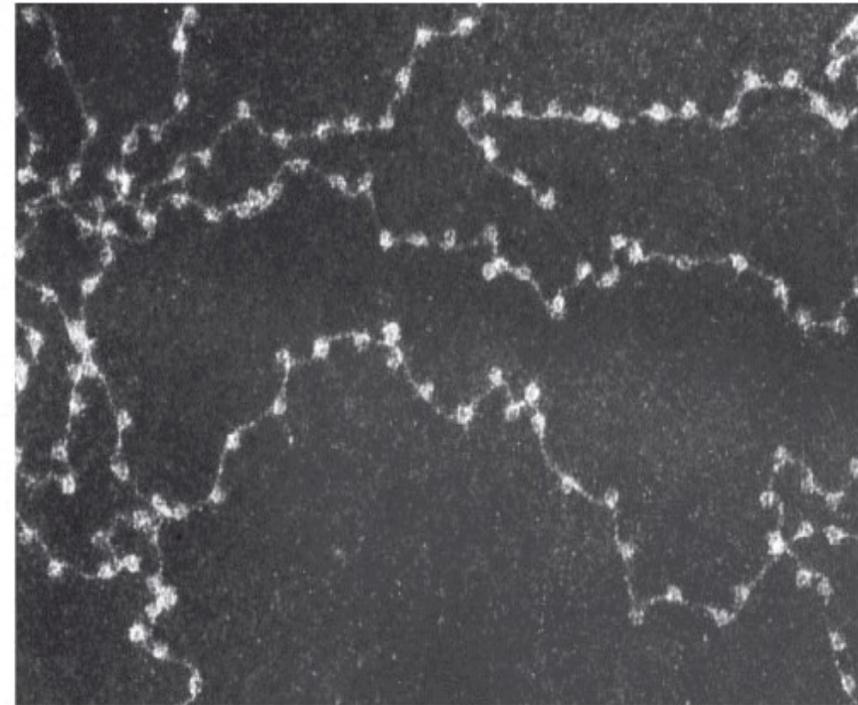


## Il DNA nei cromosomi è compattato con gli ISTONI per formare i Nucleosomi

I cromosomi sono costituiti da cromatina, un materiale complesso composto da DNA e Proteine, a esso associate. Quando una cellula non è in divisione la cromatina si trova sotto forma di lunghi e sottili fili parzialmente srotolati. Che al MET conferiscono aspetto granulare.



**(a) Un modello della struttura di un nucleosoma.** Ciascun nucleosoma contiene un gruppo di otto molecole di istoni che forma un nucleo proteico intorno al quale si avvolge il DNA a doppia elica. Il tratto di DNA che circonda gli istoni è lungo 146 coppie di basi; un altro segmento di DNA, della lunghezza di circa 60 coppie di basi, collega i nucleosomi tra loro.



**(b) Fotografia al microscopio elettronico a trasmissione dei nucleosomi derivanti dal nucleo di una cellula di pollo.** Normalmente, i nucleosomi sono impacchettati più strettamente, ma qui risultano sparsi a causa della procedura di preparazione, rivelando i tratti di DNA di giunzione.



Al momento della divisione cellulare le fibre di cromatina si condensano e i cromosomi si rendono visibili come strutture distinte

# DNA: cromatina e cromosomi

La cromatina di una cellula non in divisione al m.e. ha un aspetto granulare formata da filamenti lunghi e sottili

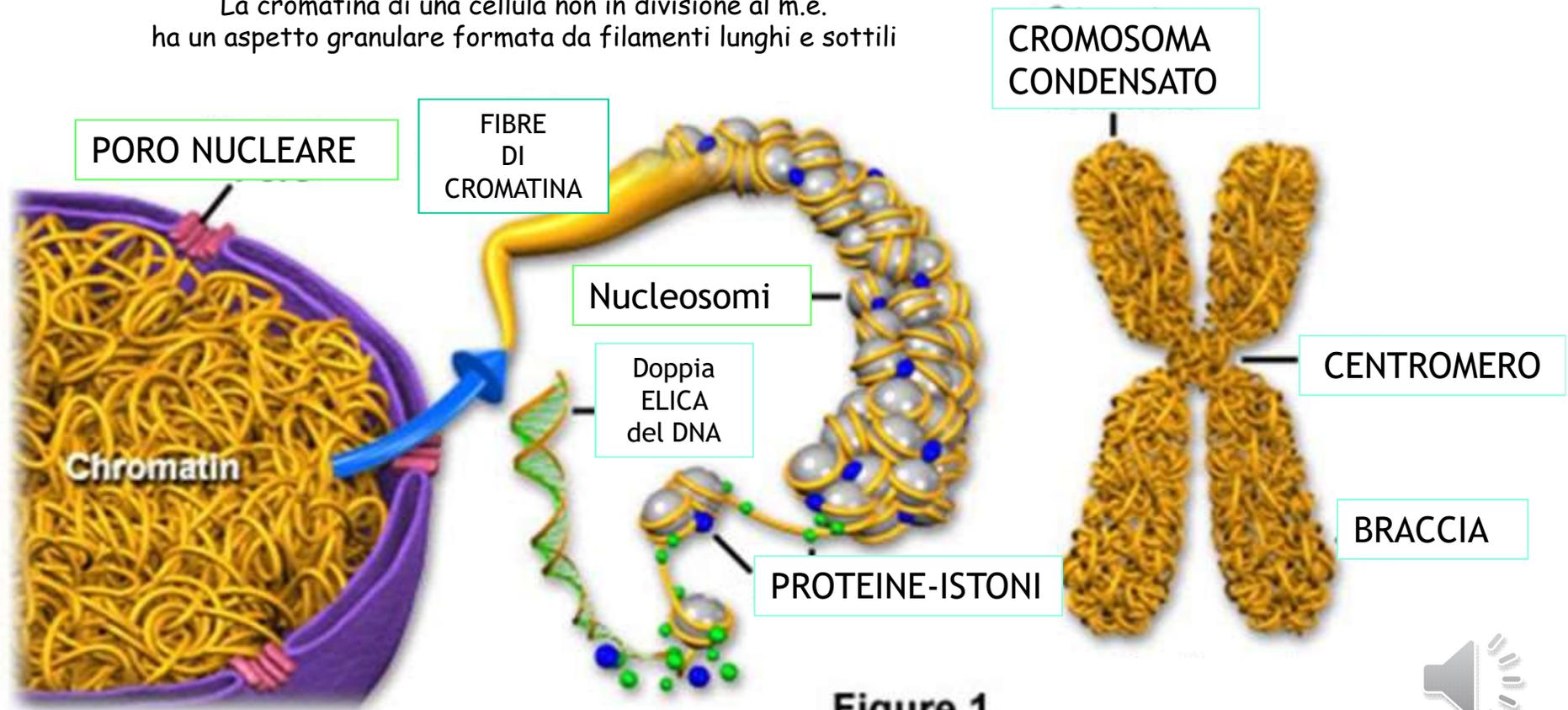
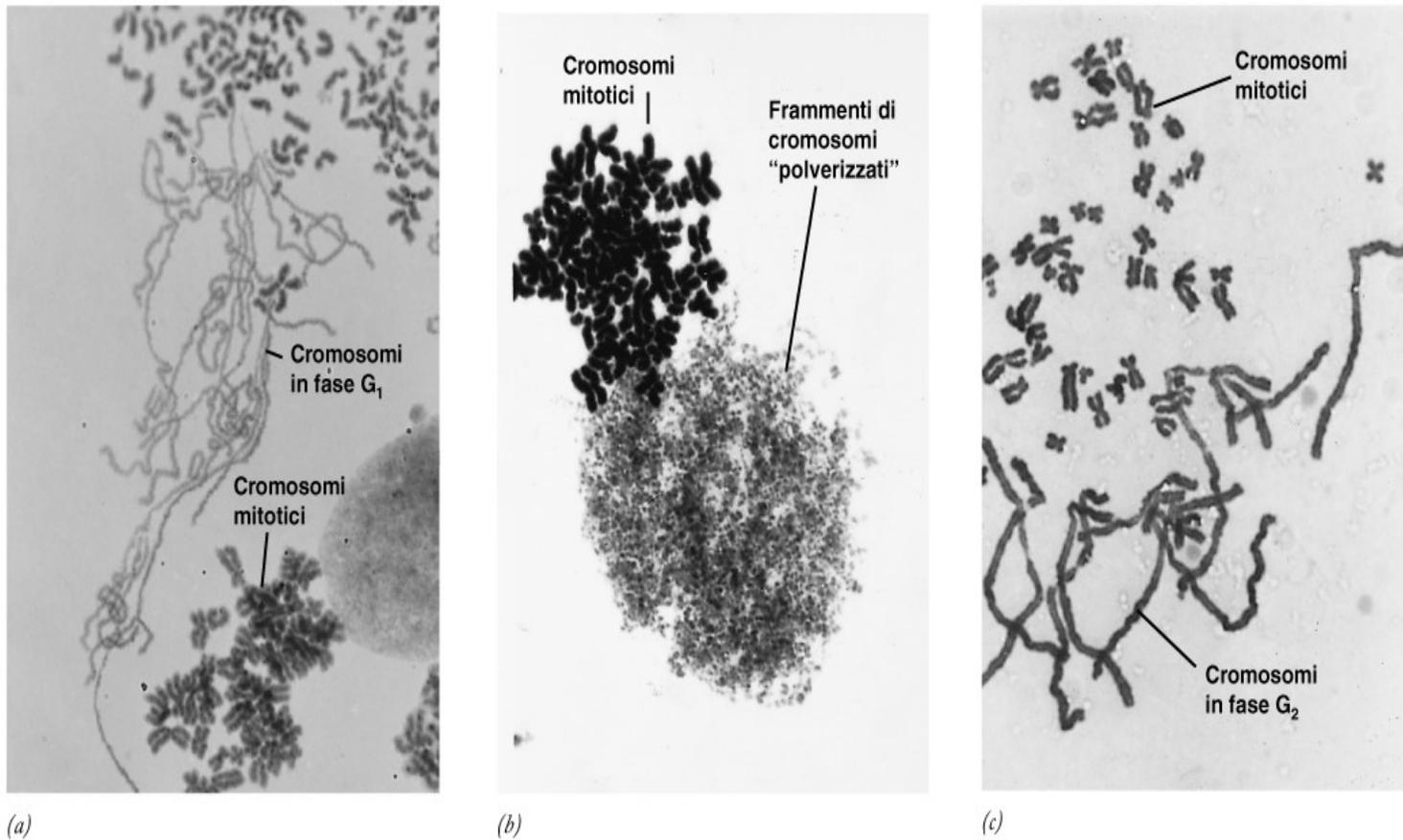


Figure 1



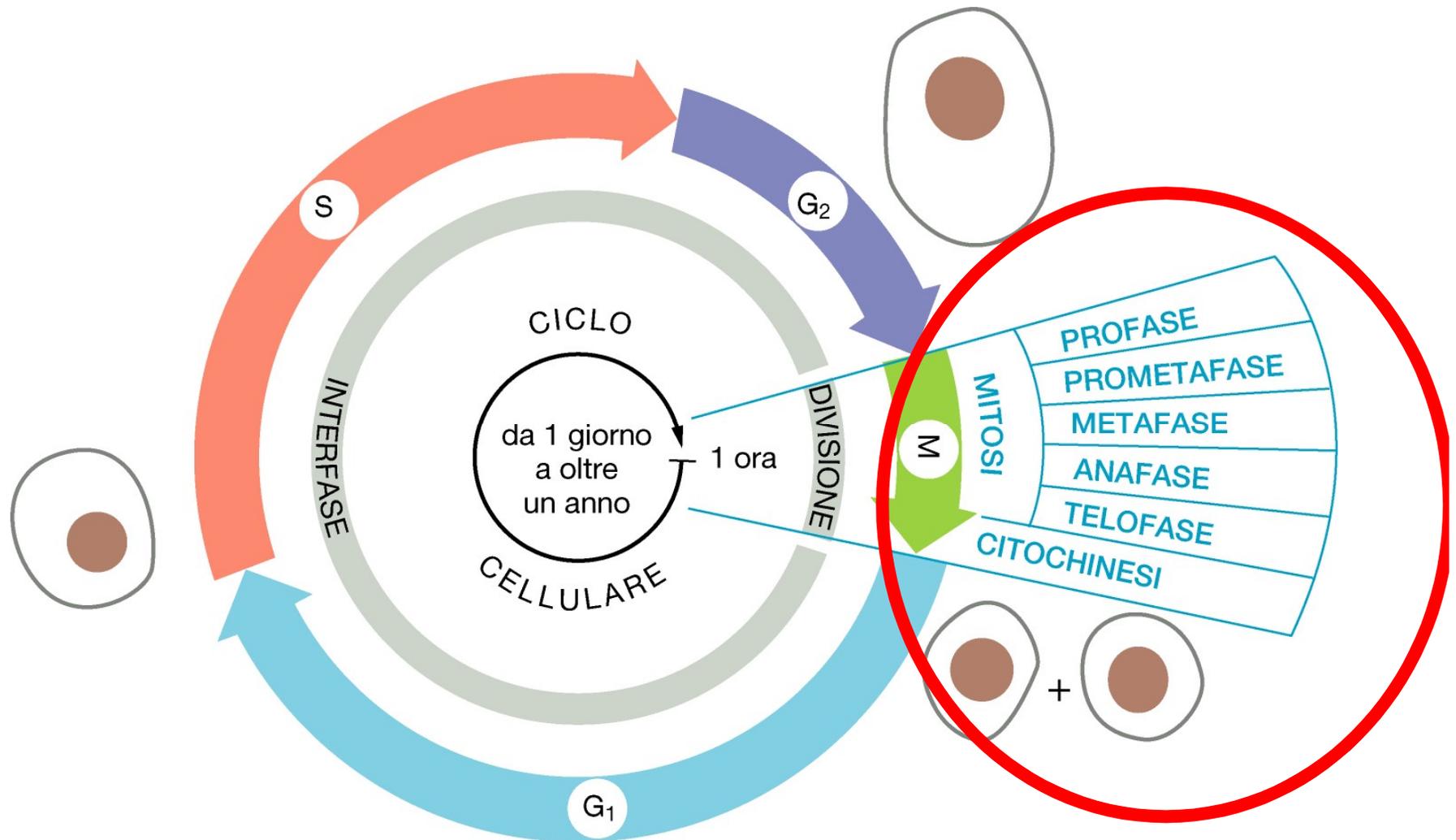


**FIGURA 14.3** Dimostrazione sperimentale che le cellule contengono fattori che determinano l'entrata in mitosi. Le immagini mostrano il risultato che si ottiene quando si fonde una cellula HeLa in fase M con una cellula di ratto canguro PtK2 che al momento della fusione si trovava in (a) fase  $G_1$ , (b) fase S, o (c) fase  $G_2$ . Come è stato descritto nel testo, la cromatina della cellule di ratto canguro, in

fase  $G_1$  e in fase  $G_2$ , va incontro ad una condensazione prematura, mentre la cromatina delle cellule in fase S assume un aspetto "polverizzato". I cromatidi allungati della cellula in fase  $G_2$  in c appaiono doppi rispetto a quelli della cellula in fase  $G_1$  in a. (DA KARL SPERLING E POTU N. RAO, HUMANGENETIK 23:437, 1974).



# CICLO CELLULARE E FASI DELLA MITOSI



G<sub>1</sub>: Sintesi enzimi necessari per la sintesi del DNA

Fase S: duplicazione DNA

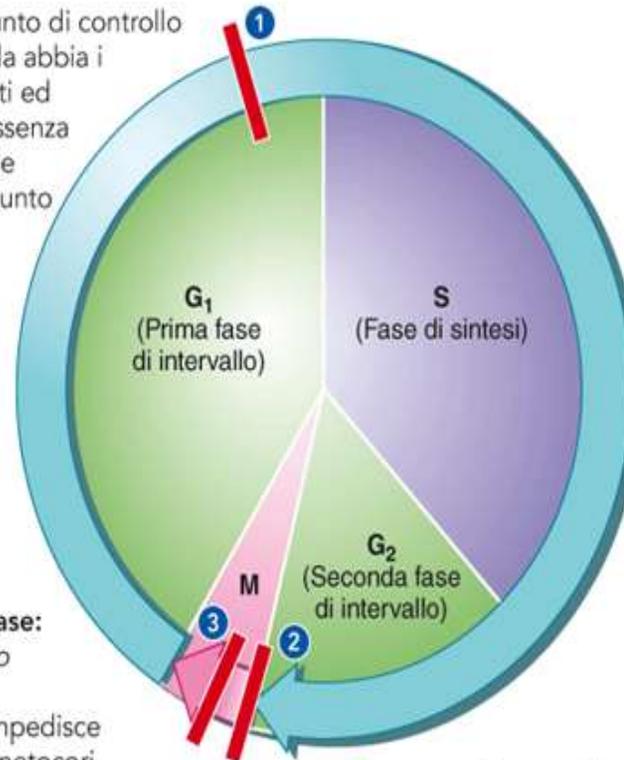
Fase G<sub>2</sub>: sintesi proteica



# REGOLAZIONE DEL CICLO CELLULARE

Quando una cellula non ha completato le fasi che precedono un punto di controllo del ciclo cellulare, il punto di controllo è attivo e blocca il ciclo cellulare. Quando le fasi necessarie sono completate, il punto di controllo viene inattivato e il ciclo cellulare procede.

- 1 Punto di controllo G<sub>1</sub>-S:** primo punto di controllo cruciale che garantisce che la cellula abbia i necessari fattori di crescita, nutrienti ed enzimi per sintetizzare il DNA. In assenza dei segnali corretti che indicano che la cellula è pronta a procedere, il punto di controllo non consente l'inizio della sintesi del DNA.



- 3 Punto di controllo metafase-anafase:** chiamato talvolta *punto di controllo del fuso*, questo punto di controllo si trova alla fine della metafase e impedisce l'inizio dell'anafase fintanto che i cinetocori non sono tutti correttamente attaccati alle fibre del fuso a livello del piano equatoriale della cellula.

- 2 Punto di controllo G<sub>2</sub>-M:** questo punto di controllo garantisce che la replicazione del DNA sia terminata prima dell'inizio della mitosi. Se una cellula ha del DNA danneggiato o non completamente replicato, il punto di controllo non le consente di entrare in mitosi.

## Figura 10-13 Punti di controllo chiave del ciclo cellulare

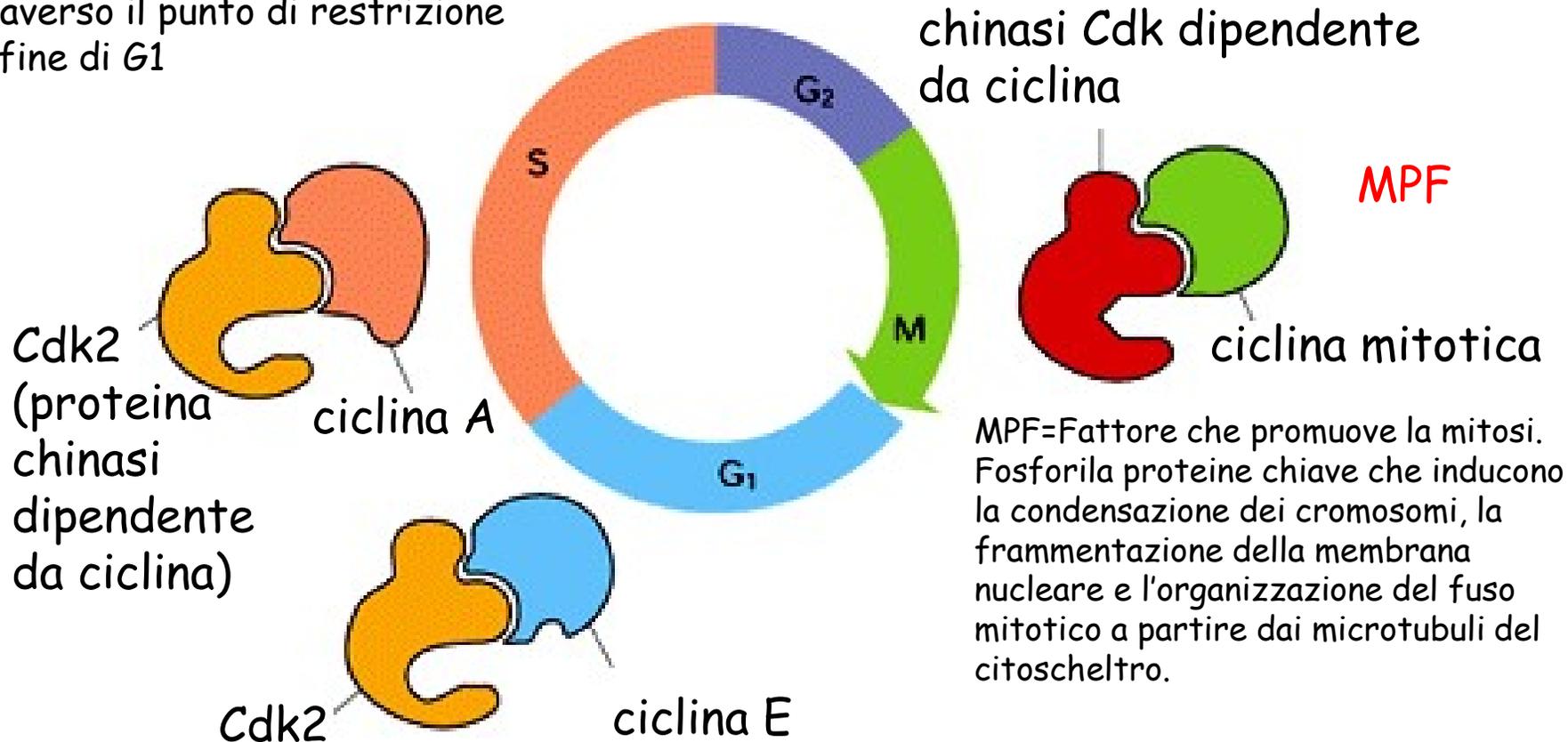
Il ciclo cellulare è costituito da centinaia di eventi sequenziali. Le barre rosse indicano tre importanti punti di controllo che verificano che le fasi precedenti siano complete in modo che la fase successiva possa procedere. Ciascun punto di controllo viene inattivato dopo aver svolto la propria azione, consentendo così la prosecuzione del ciclo cellulare.



# CONTROLLO DEL CICLO CELLULARE

## COMPONENTI CHIAVE DEL CICLO MITOTICO: Proteine chinasi e cicline

**Ciclina D:** promuove il passaggio attraverso il punto di restrizione alla fine di  $G_1$

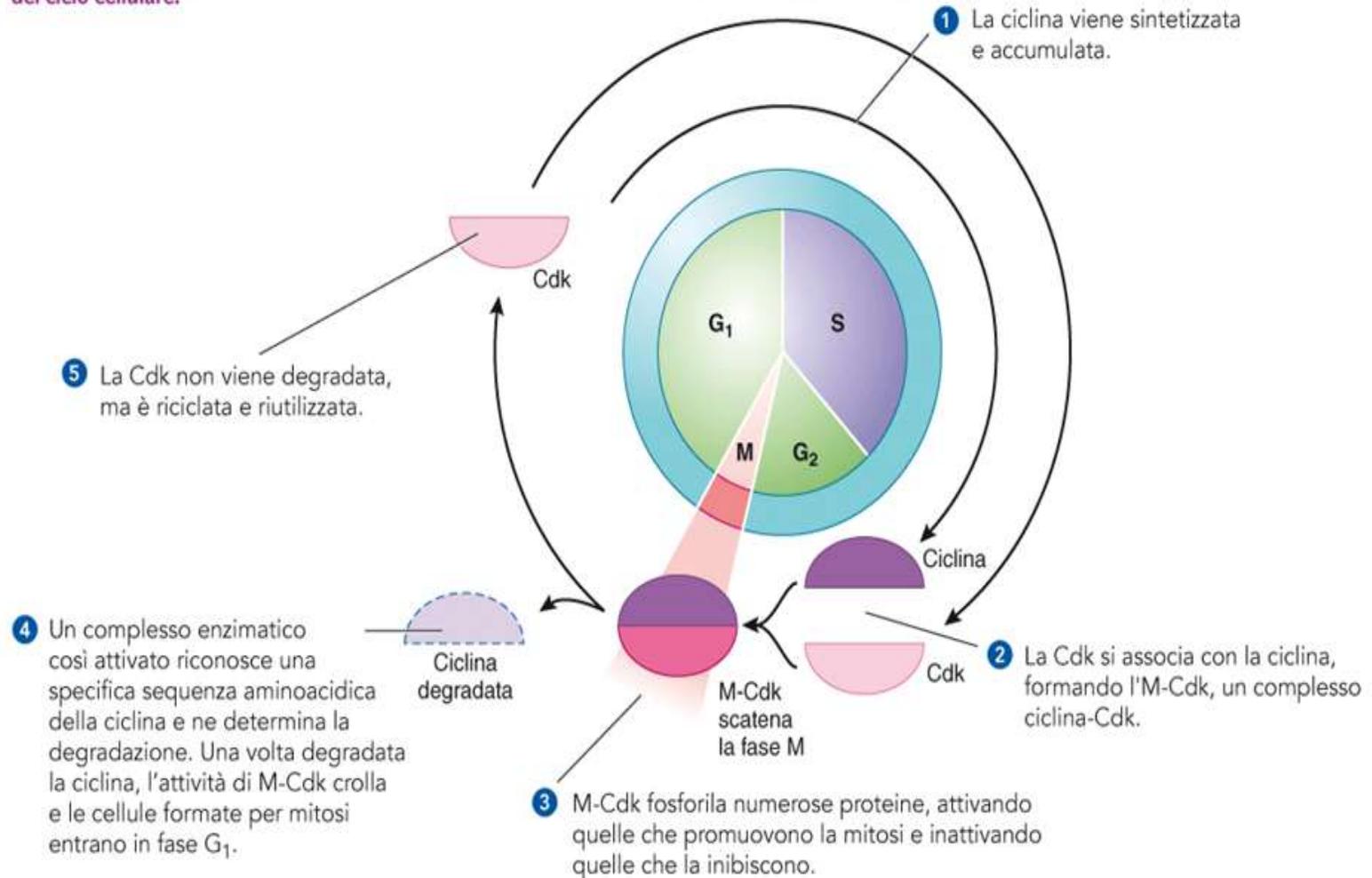


MPF=Fattore che promuove la mitosi. Fosforila proteine chiave che inducono la condensazione dei cromosomi, la frammentazione della membrana nucleare e l'organizzazione del fuso mitotico a partire dai microtubuli del citoscheletro.

Il sistema di controllo del ciclo cellulare si basa su due famiglie chiave di proteine. La prima è la **famiglia della proteina chinasi dipendenti da ciclina (Cdk)**, che inducono processi a valle fosforilando proteine selezionate su serine e treonine. La seconda è una **famiglia** di proteine attivatrici specializzate, chiamate **cicline**, che legano molecole di Cdk e ne controllano la capacità di fosforilare proteine bersaglio appropriate.

# REGOLAZIONE DEL CICLO CELLULARE

Le chinasi ciclina-dipendenti (Cdk) controllano la fosforilazione di altre proteine, regolando in questo modo le transizioni da una fase all'altra del ciclo cellulare.



**Figura 10-14** Controllo molecolare del ciclo cellulare

Questo disegno rappresenta una visione semplificata del sistema di controllo che induce la cellula a passare dalla fase G<sub>2</sub> alla fase M.

