

CELLULA PROCARIOTA
CELLULA EUCARIOTA

Dr ssa Elisa Mazzoni, Ph.D
Corso di laurea in Scienze Motorie
Insegnamento
Biologia applicata all'esercizio fisico

Modulo di
Principi di Biologia e Genetica (6cfu)
a.a 2019-2020
Università di Ferrara

TEORIA CELLULARE



Le cellule sono le **unità strutturali** degli organismi viventi

(→ **Tutti gli organismi sono costituiti da una o più cellule**)

M. Schleiden (Botanico)



Le cellule sono le **unità funzionali** degli organismi viventi

(Le reazioni chimiche e biochimiche di un organismo vivente hanno luogo all'interno della cellula

T. Schwann (Zoologo)

TERMINE CELLULA

Fu proposto da **Robert Hooke** (**1665**), un fisico inglese ma anche naturalista del XVII secolo, osservando una fettina sottile di sughero con un microscopio rudimentale.



Osservò diverse file di celle, ben delimitate, simili a quelle di un alveare, che gli ricordavano le piccole celle di un monastero: “cellette”, da qui:



CELLULA

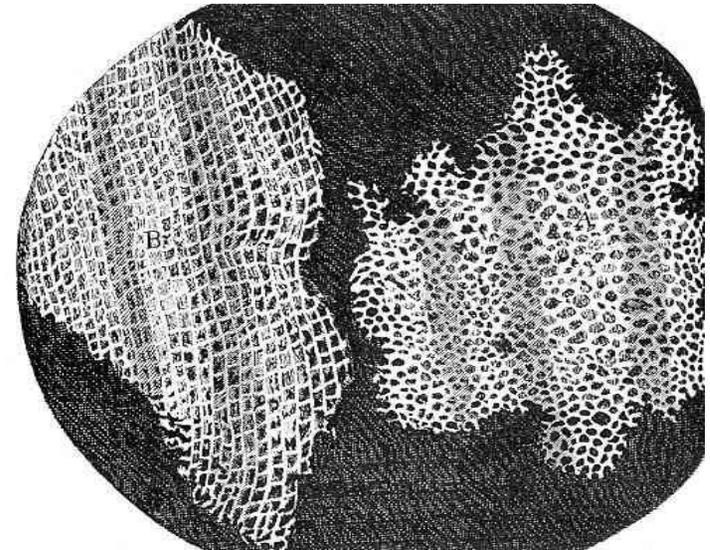


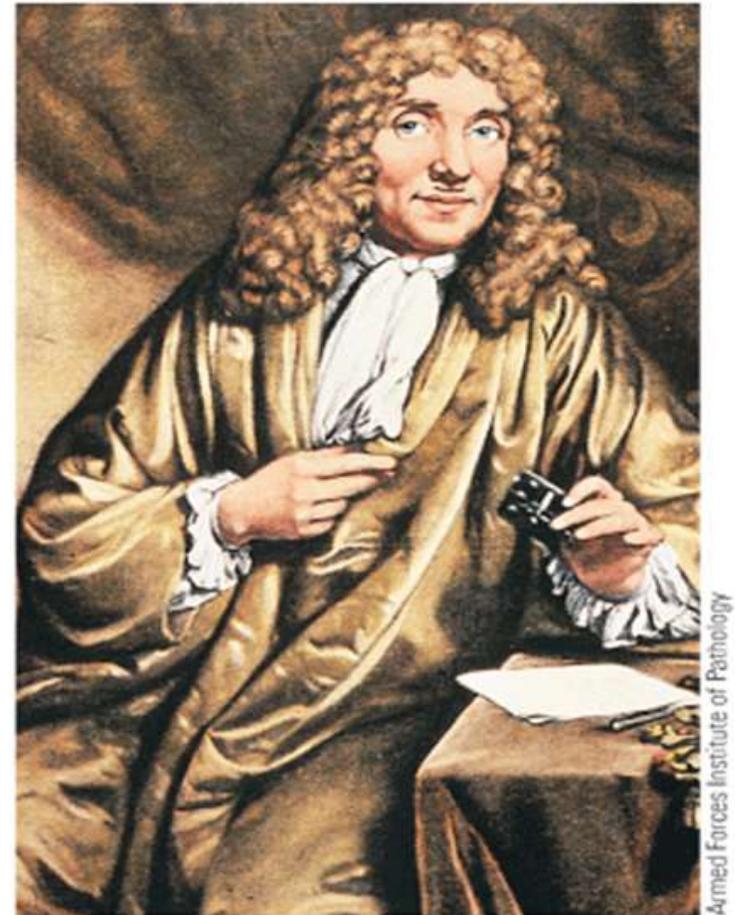
Figura 5.1

Le ricerche che hanno portato alla prima descrizione delle cellule. **(a)** Le cellule di sughero disegnate da Robert Hooke e il microscopio composto usato per osservarle. **(b)** Anton van Leeuwenhoek mentre regge il suo microscopio, composto da una semplice sfera di vetro incassata in un supporto. Leeuwenhoek era solito osservare gli oggetti tenendoli molto vicini alla sfera di vetro e osservandoli attraverso la sfera.

a. Il microscopio di Hooke



b. Leeuwenhoek e il suo microscopio



Nel 1674 Anton van Leeuwenhoek scoprì i batteri mentre osservava una goccia di acqua di lago con una lente di vetro

Gerarchia dell'organizzazione Biologica

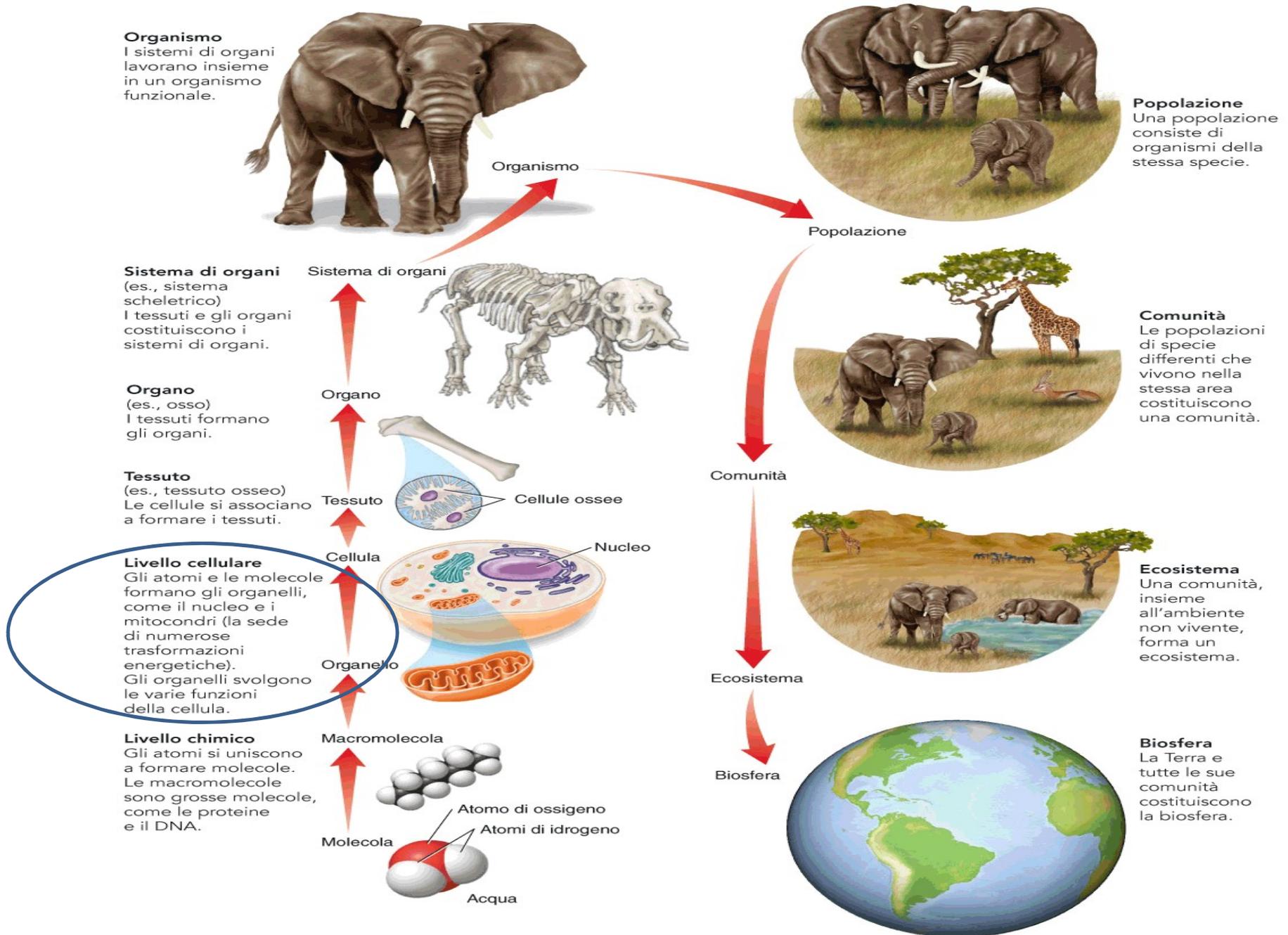
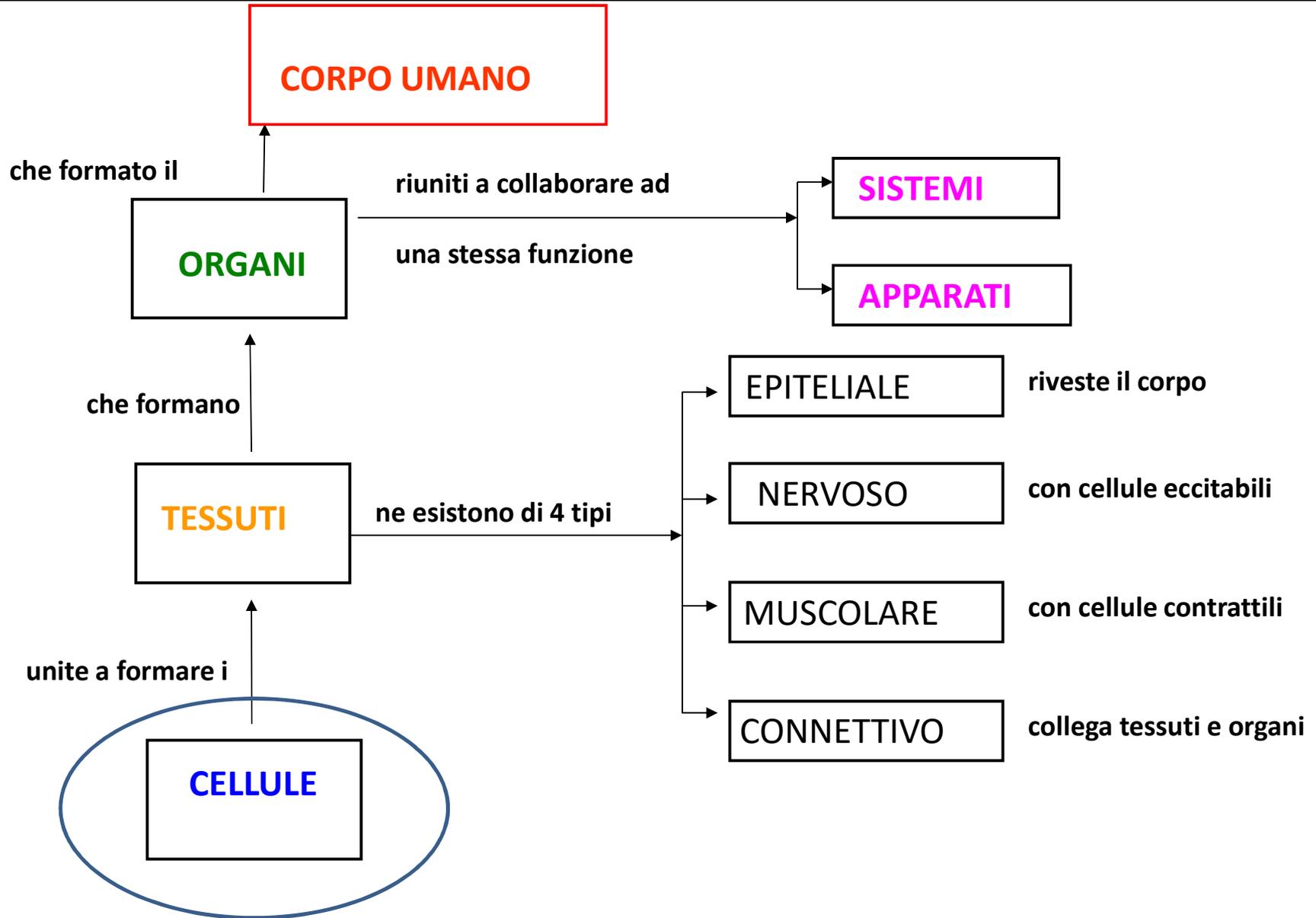


Figura 1-6 La gerarchia dell'organizzazione vivente

Gli organismi hanno diversi livelli di ORGANIZZAZIONE



Proprietà fondamentali delle cellule

Le cellule sono notevolmente complesse ed organizzate

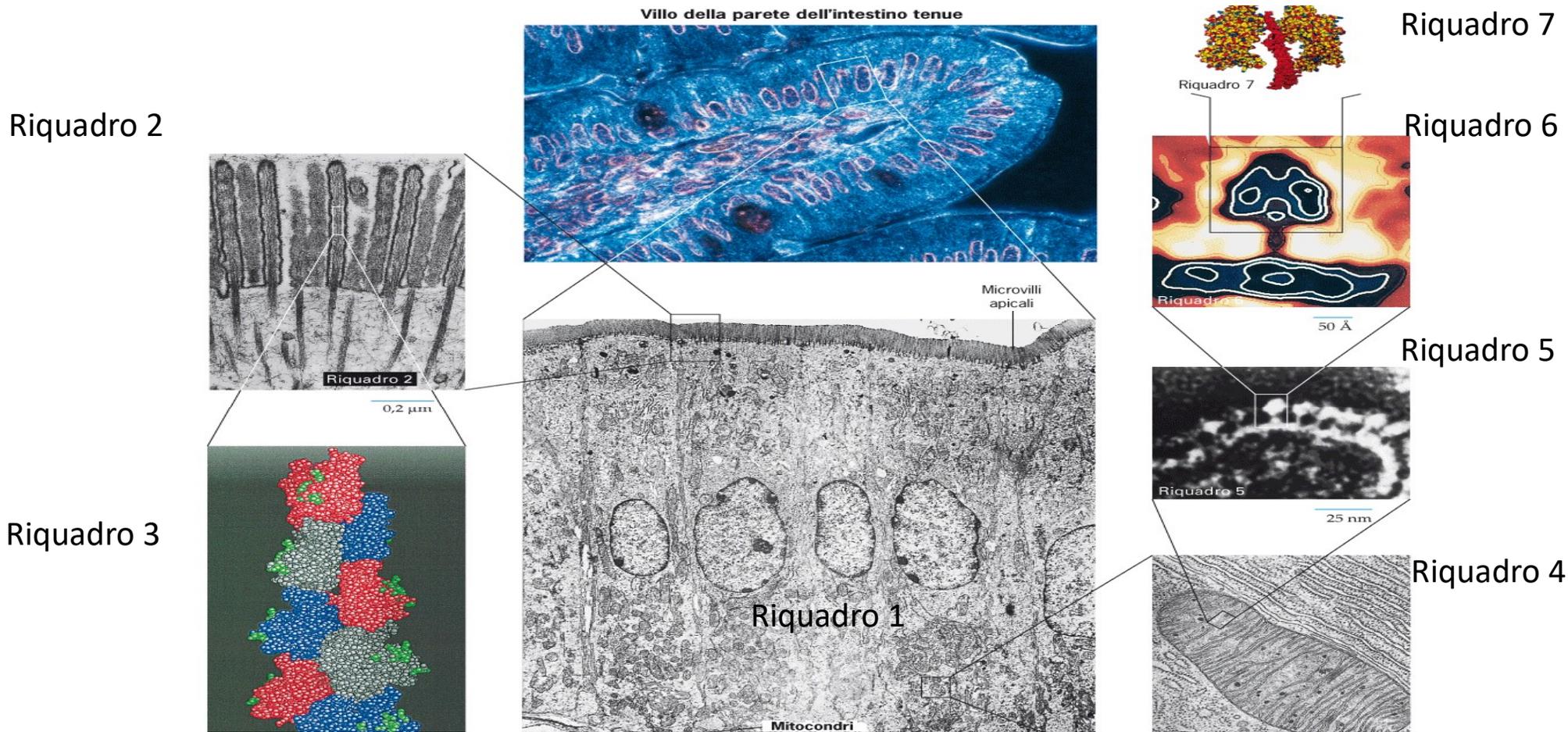


Figura 1.3 Livelli di organizzazione cellulare e molecolare. La fotografia a colori di una sezione colorata mostra la struttura microscopica di un villo della parete dell'intestino tenue come lo si vede al microscopio ottico. Il Riquadro 1 mostra una fotografia al ME delle cellule dello strato epiteliale che tappezza la parete luminale dell'intestino. La superficie apicale di ogni cellula, che si affaccia sul lume intestinale, contiene un gran numero di microvilli implicati nell'assorbimento delle sostanze nutritive. La regione basale di ogni cellula contiene un gran numero di mitocondri, che forniscono energia alla cellula. Il Riquadro 2 mostra i microvilli apicali, ognuno dei quali contiene un fascio di microfilamenti. Il Riquadro 3 mostra la disposizione delle molecole della proteina actina, che costituisce un singolo microfilamento. Il Riquadro 4 mostra un mitocondrio simile a quelli che si trovano nella regione basale delle cellule epiteliali.

Il Riquadro 5 mostra una porzione della membrana interna di un mitocondrio, che comprende particelle peduncolate che si estroflettono dalla membrana e corrispondono ai siti dove viene sintetizzato l'ATP. I Riquadri 6 e 7 mostrano i modelli molecolari dell'apparato che sintetizza l'ATP, che sarà discusso in dettaglio nel Capitolo 5. (MICROGRAFIA OTTICA CONCESSA DA CECIL FOX/PHOTO RESEARCHERS; IL RIQUADRO 1 DA SHAKTI P. KAPUR, GEORGETOWN UNIVERSITY MEDICAL CENTER; IL RIQUADRO 2 DA MARK S. MOOSEKER E LEWIS G. TILNEY, J. CELL BIOL. 67:729, 1975, PER GENT. CONC. DELLA ROCKEFELLER UNIVERSITY PRESS; IL RIQUADRO 3 DA KENNETH C. HOLMES; IL RIQUADRO 4 DA KEITH R. PORTER/PHOTO RESEARCHERS; IL RIQUADRO 5 DA HUMBERTO FERNANDEZ-MORAN; IL RIQUADRO 6 DA RODERICK A. CAPALDI; IL RIQUADRO 7 DA WOLFGANG JUNGE, HOLGER LILL E SIEGFRIED ENGELBRECHT, UNIVERSITÀ DI OSNABRÜCK, GERMANIA.)

TEORIA CELLULARE

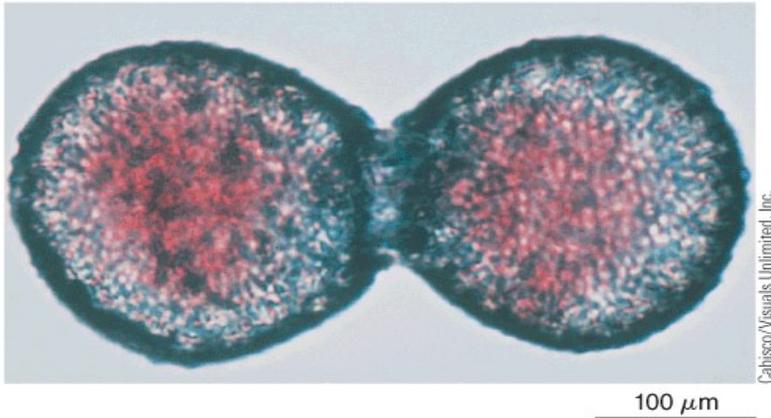


Ogni cellula **deriva da un'altra** cellula preesistente

(Le cellule contengono le informazioni ereditarie degli organismi di cui fanno parte, e queste informazioni passano dalla cellula madre alla cellula figlia
R. Virchow)

LE CELLULE SONO CAPACI DI RIPRODURSI

Figura 1-4 Riproduzione asessuata e sessuata



(a) Riproduzione asessuata. Un singolo individuo dà vita a due o più discendenti che sono simili al genitore. La foto mostra una *Diffugia*, una ameba unicellulare, mentre si divide per formare due amebe.



(b) Riproduzione sessuata. Generalmente ciascuno dei due genitori fornisce un gamete (spermatozoo o uovo). I gameti si fondono per generare un nuovo organismo, il quale ha una combinazione dei caratteri di ciascun genitore. È mostrata una coppia di mosche tropicali in accoppiamento.

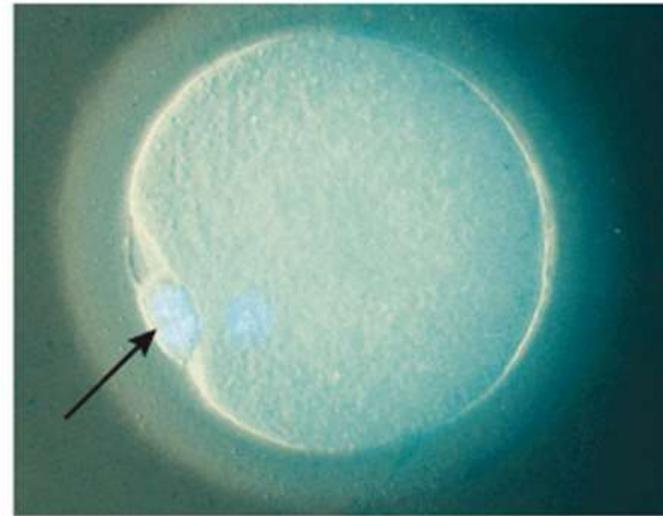
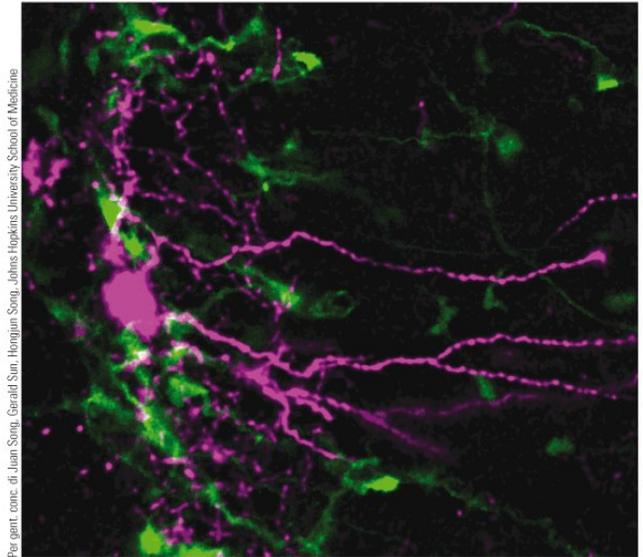
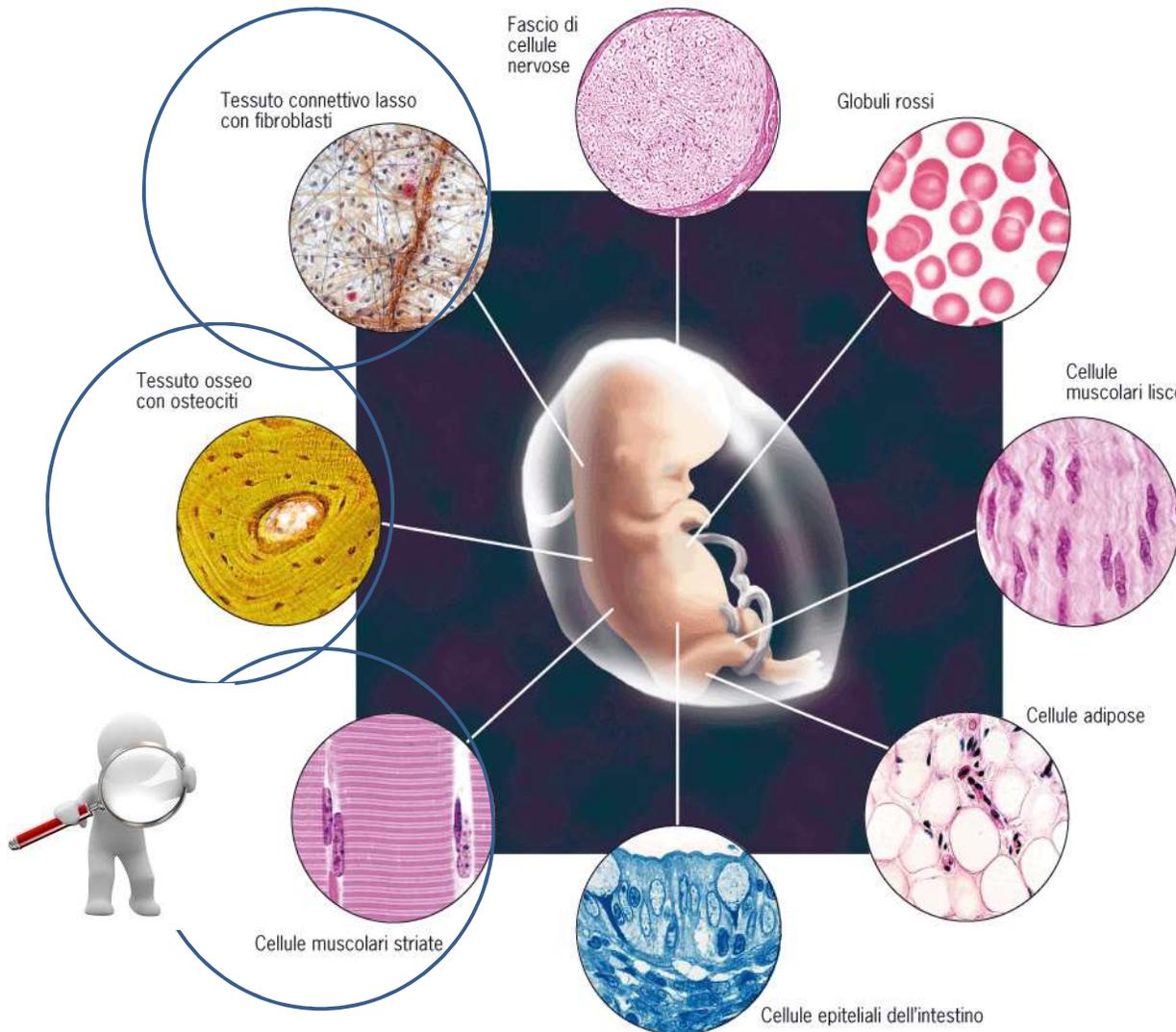


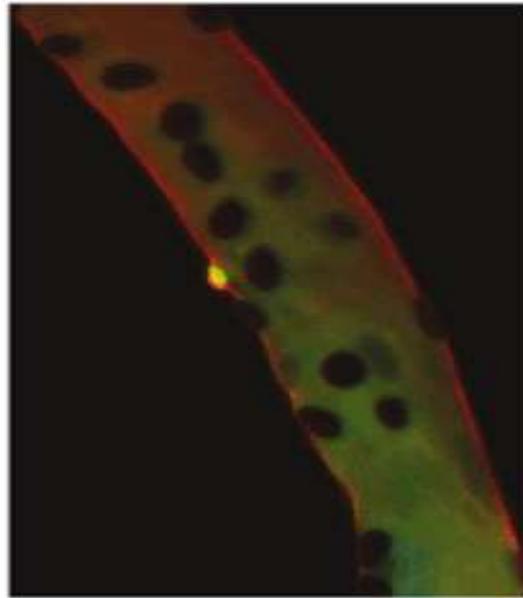
Figura 1.4 Riproduzione cellulare. Questo uovo di mammifero si è diviso recentemente in modo marcatamente ineguale, per cui la maggior parte del citoplasma è rimasta nel grande oocita, che ha la potenzialità di essere fecondato e di svilupparsi in un embrione. L'altra cellula è un residuo non funzionale che consiste pressoché completamente di materiale nucleare (indicato dalla colorazione azzurra dei cromosomi, freccia). (PER GENT. CONC. DI JONATHAN VAN BLERKOM.)

Le cellule si differenziano

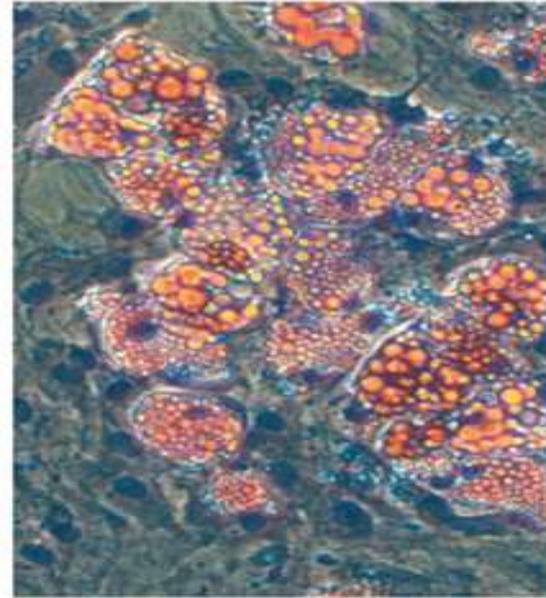


Cellule staminali neurali nell'encefalo. Le cellule staminali (in verde) nell'ipocampo raccolte attorno un neurone (violetto). Le cellule staminali neurali sembrano ricevere e rispondere ai segnali dei neurotrasmettitori da un neurone all'altro.

Figura 1.17 Percorsi del differenziamento cellulare. Alcuni tipi di cellule differenziate presenti nel feto umano. (MICROGRAFIA PER GENT. CONC. DI MICHAEL ROSS, UNIVERSITY OF FLORIDA.)



(a)



(b)

Figura 1 Una cellula staminale di un muscolo adulto. (a) Porzione di una fibra muscolare, con i suoi numerosi nuclei colorati in blu. Una singola cellula staminale (in giallo) è alloggiata tra la superficie esterna della fibra muscolare ed uno strato extracellulare (o membrana basale), colorato in rosso. La cellula staminale indifferenziata mostra questa colorazione gialla in quanto esprime una proteina che non è presente nella fibra muscolare differenziata. (b) Cellule staminali adulte che vanno incontro a differenziamento in cellule adipose (grasso) in coltura. Le cellule staminali capaci di questo processo sono presenti nel tessuto adiposo adulto e nel midollo osseo. (A: DA CHARLOTTE A. COLLINS, ET AL., CELL 122:291, 2005; PER GENT. CONC. DELLA ELSEVIER. B: PER GENT. CONC. DI THERMO FISHER SCIENTIFIC, DA NATURE 451:855, 2008.)

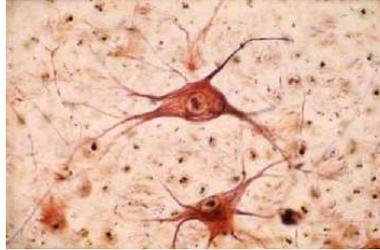
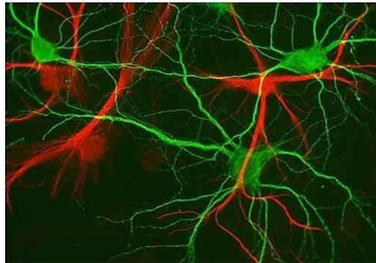
I viventi sono formati da cellule diversificate per funzioni e forma



Figura 2.7 I viventi, un mondo di cellule diversificate per forma e funzioni. Un fiore, una farfalla, un ragno, una pianta di pomodoro sono costituiti da cellule composte da molecole chimiche sostanzialmente simili e che funzionano in base agli stessi principi di base.

Dimensioni e forma delle cellule sono collegate alle loro funzioni

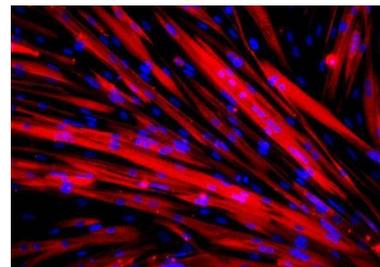
Le cellule del corpo umano sono differenti per forma e funzione



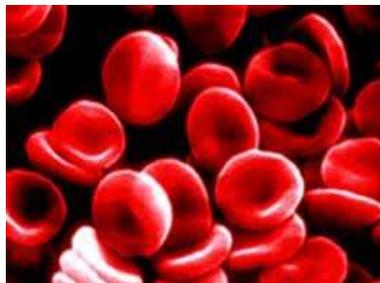
Cellula nervosa stellata
in grado di trasmettere
impulsi nervosi



Cellula della mucosa
dell'intestino a forma
di parallelepipedo in grado
di assorbire sostanze nutritive



Cellula muscolare allungata in
grado di accorciarsi (contrarsi)
ed allungarsi



Cellula del sangue a forma
di disco in grado di trasportare
ossigeno

LE CELLULE POSSIEDONO UN PROGRAMMA GENETICO

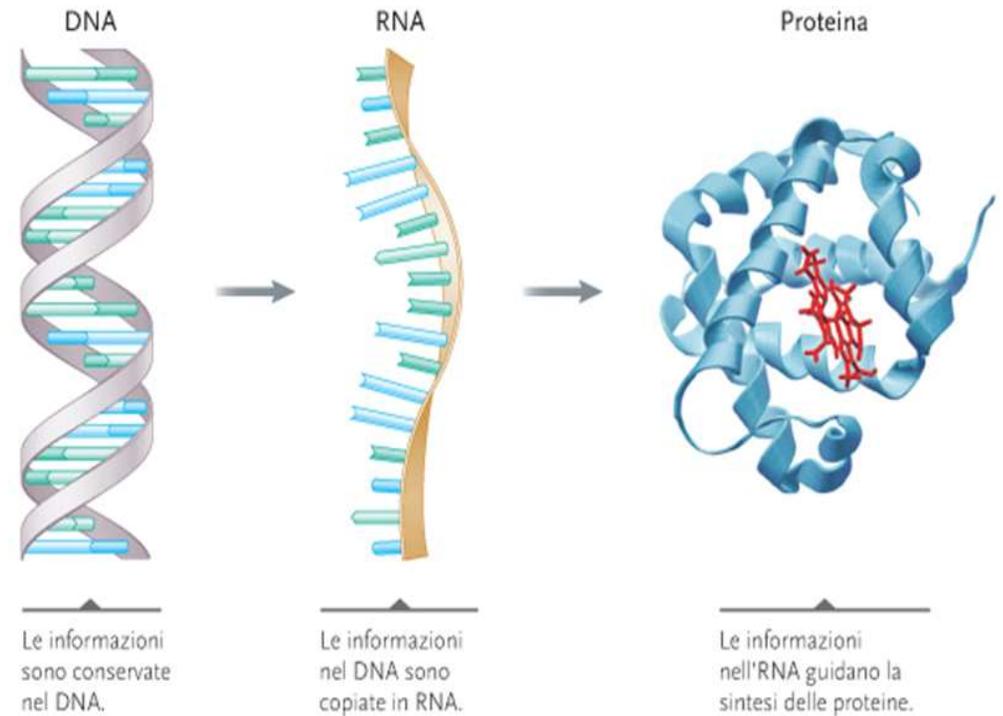


Figura 1.4

Il flusso che seguono le informazioni negli organismi viventi. Le informazioni conservate nel DNA sono copiate in RNA, il quale poi dirige la sintesi delle molecole proteiche. La proteina mostrata in questa immagine è una delle quattro subunità che compongono l'emoglobina, la proteina trasportatrice di ossigeno che si trova all'interno dei globuli rossi.

(PDB ID: 1BBB; Silva, M.M., Rogers, P.H., Amone, A. A third quaternary structure of haemoglobin A at 1.7-Å resolution, *J Biol Chem*, 267, p. 17248, 1992).

LE CELLULE ACQUISISCONO ENERGIA E LA UTILIZZANO

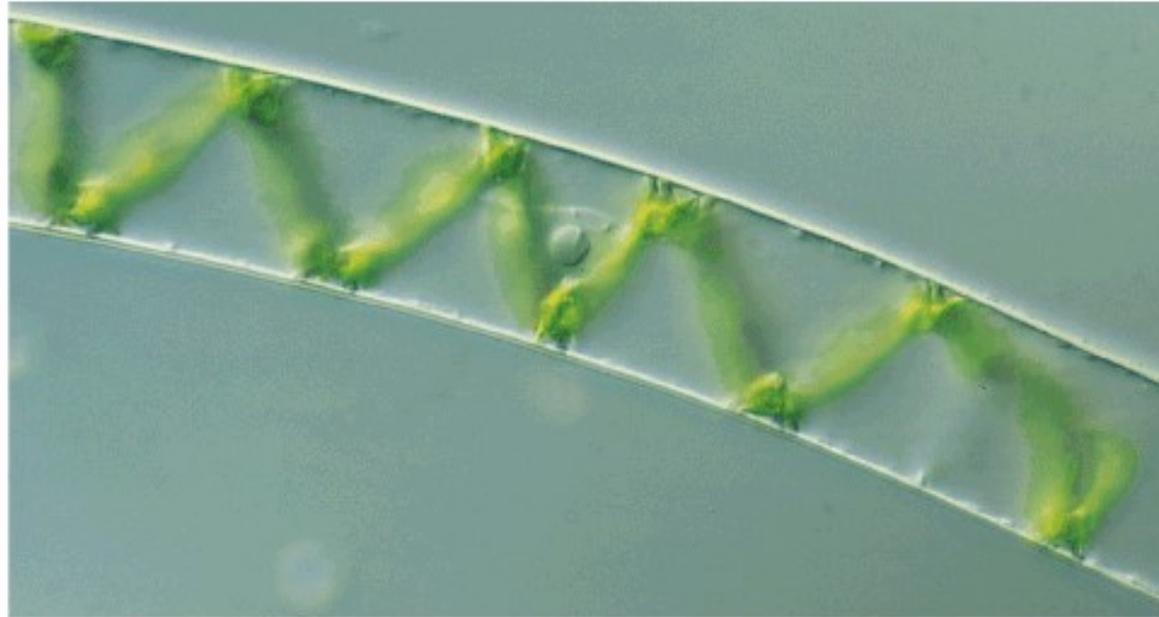
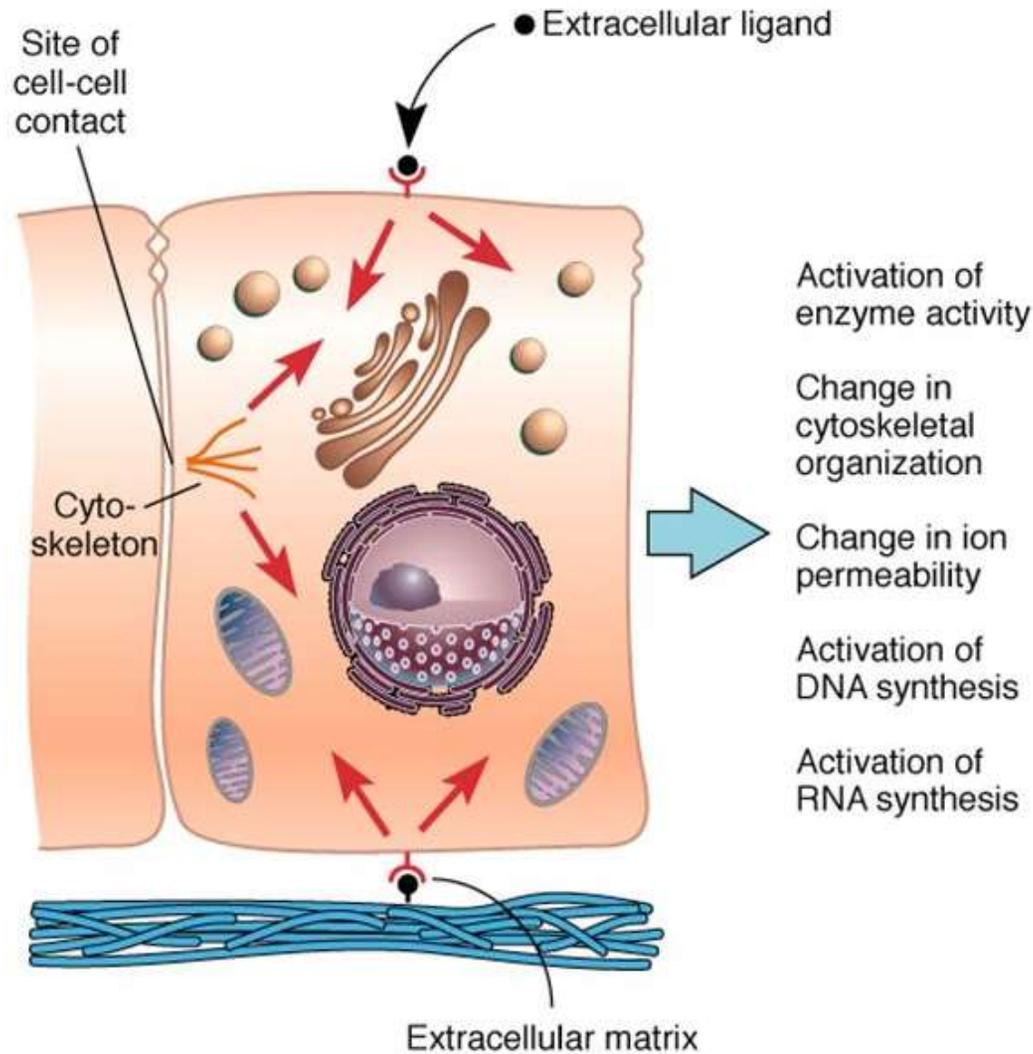


Figura 1.5 **Acquisizione di energia.** Una cellula vivente dell'alga filamentosa *Spirogyra*. Il cloroplasto nastriforme, che percorre la cellula a zig-zag, è la struttura in cui l'energia della luce solare viene catturata e convertita in energia chimica durante la fotosintesi. (M. I. WALKER/PHOTO RESEARCHERS, INC.)

LE CELLULE SONO CAPACI DI RISPONDERE AGLI STIMOLI



LE CELLULE SONO CAPACI DI AUTO-REGOLAZIONE

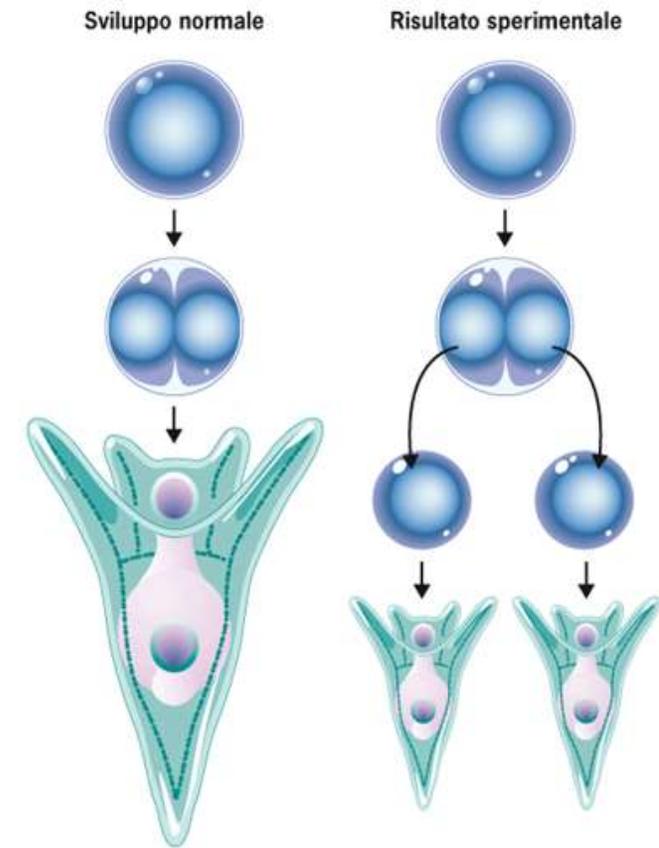
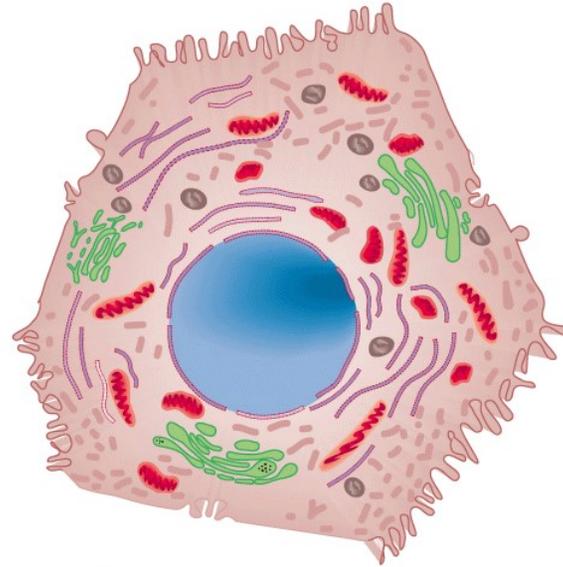


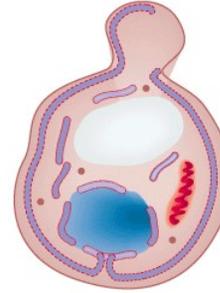
Figura 1.6 Auto-regolazione. La parte sinistra della figura mostra lo sviluppo normale di un riccio di mare in cui un uovo fecondato dà luogo ad un unico embrione. La parte destra illustra un esperimento in cui le cellule di un embrione sono separate l'una dall'altra dopo la prima divisione e poste in condizione di svilupparsi. Esse non danno origine a metà dell'embrione, come farebbero se non fossero separate ma, avvertendo la mancanza della cellula vicina, regolano il loro sviluppo in modo da dare un embrione completo, anche se più piccolo.

Dimensioni e forma delle cellule sono collegate alle loro funzioni

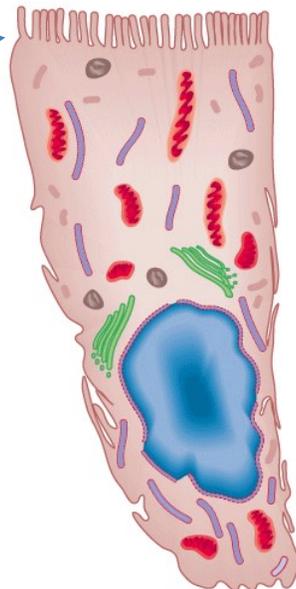
a) Cellula epatica



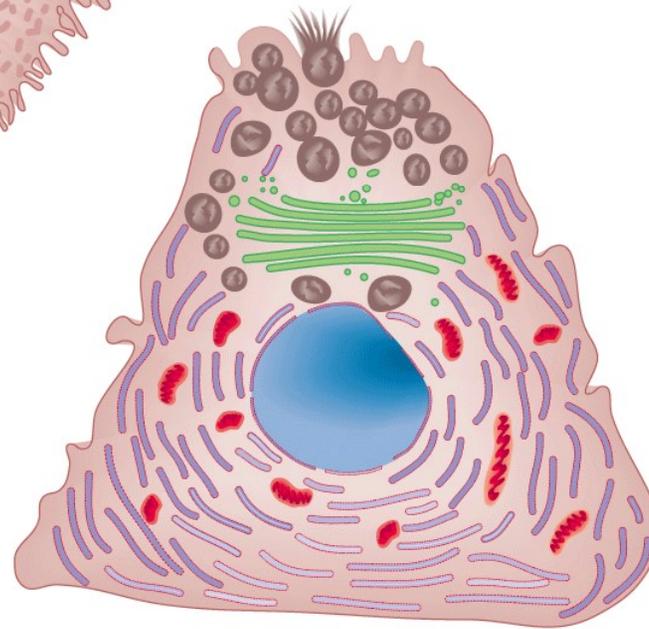
d) *Saccharomyces cerevisiae*



I micrivilli aumentano
l'area superficiale
utilizzata per assorbire
nutrienti e materiali



b) Cellula intestinale



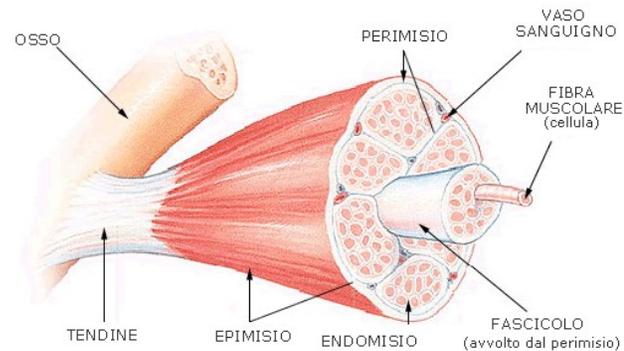
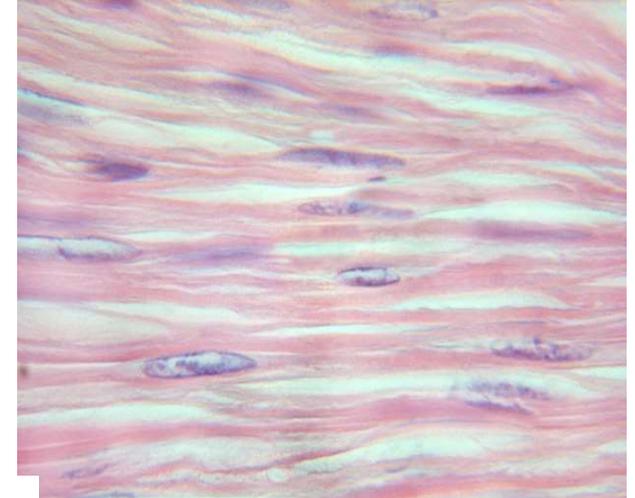
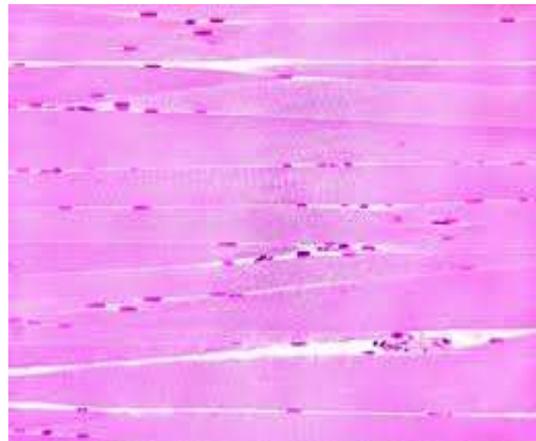
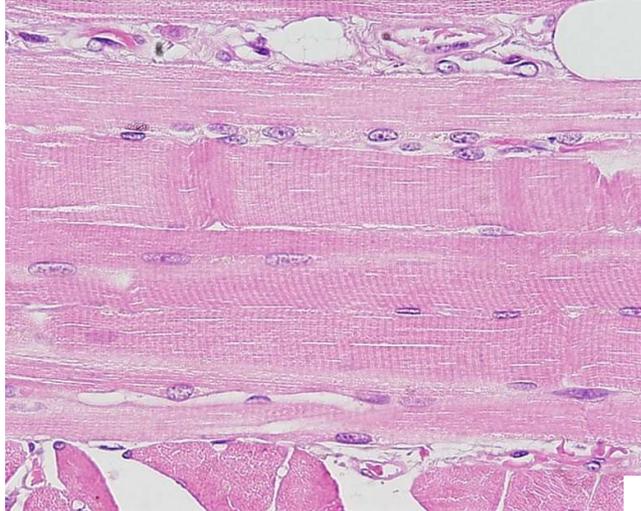
d) Cellula pancreatica

Figura 2.8 Le forme delle cellule possono essere le più svariate. Schema che rappresenta diverse forme di alcune cellule eucariotiche.

TESSUTO MUSCOLARE



E' FORMATO DA **CELLULE ALLUNGATE**
SONO CELLULE **CONTRATTILI**
CIOE' SI POSSONO ALLUNGARE E ACCORCIARE





Tutte le cellule viventi hanno una **origine in comune**

(L'informazione genetica è conservata nei cromosomi)

A. Weissmann (biologo)

CLASSIFICAZIONE degli ESSERI VIVENTI

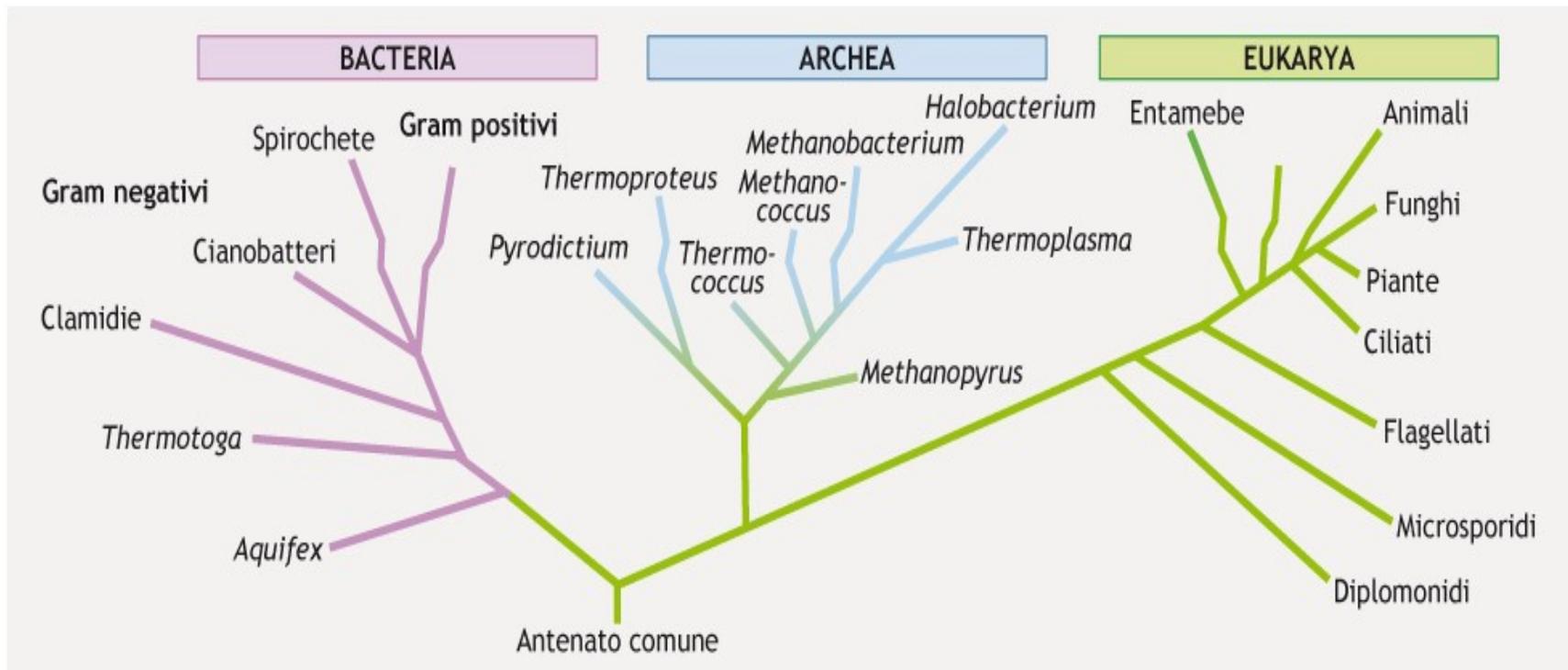
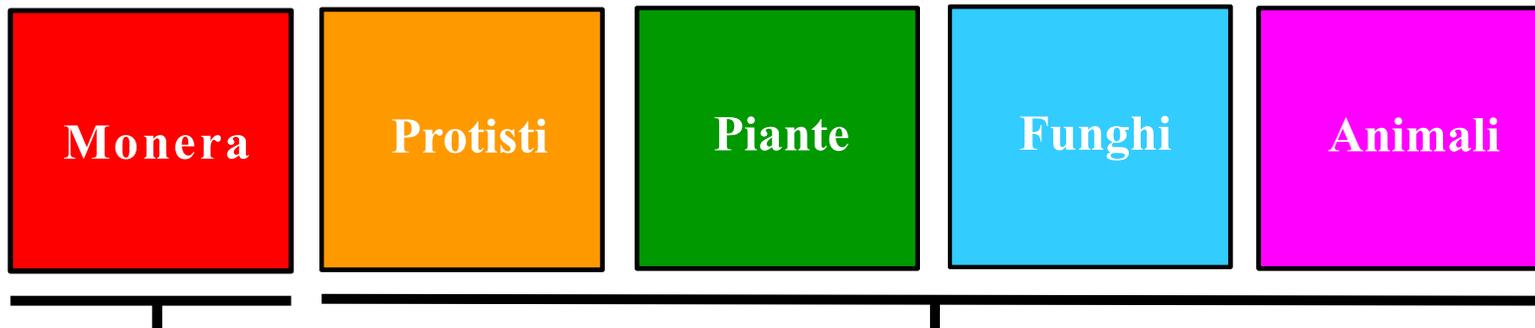


Figura 2.6 L'albero della vita. Questo albero filogenetico è stato preparato comparando le sequenze di rRNA della subunità minore dei ribosomi e mostra le relazioni evolutive tra i tre grandi domini. Archaea ed Eucarioti sono andati incontro a divergenza successivamente ai Batteri e sembrano essere più strettamente correlati tra loro piuttosto che con i batteri, nonostante siano procarioti ed eucarioti.

CLASSIFICAZIONE degli ESSERI VIVENTI

Whittaker 1969

Regni di classificazione degli esseri viventi



Procarioni

Pro = Prima

Karion = Nucleo o nocciolo

"DNA in un'area non delimitata"

Eucarioti

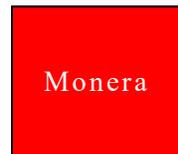
Eu = Bene, Vero

Karion = Nucleo o nocciolo

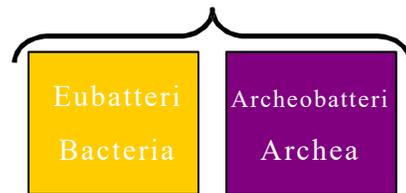
"DNA all'interno di nucleo ben delimitato"

CLASSIFICAZIONE degli ESSERI VIVENTI

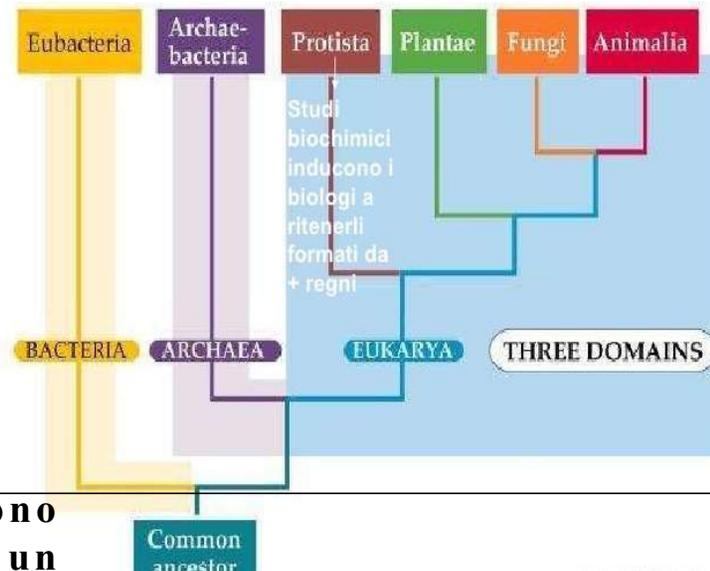
5 REGNI
Whittaker 1969



6 REGNI
Woese 1977



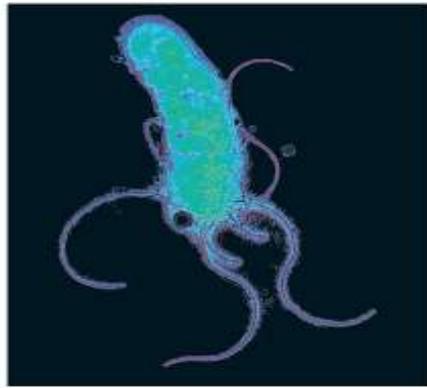
**Albero
Evolutivo**



Gli organismi dei regni sono derivati per divergenza da un **unico progenitore comune**

I tre domini

a. Dominio degli Eubatteri



© P. Hawtin, University of Southampton/SPR Photo Researchers, Inc.

c. Dominio degli Eucarioti
Regno dei Protisti



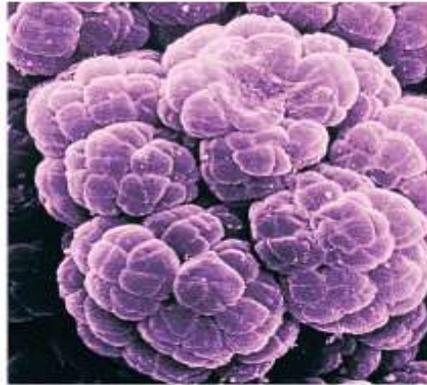
M. Atthey/Visuals Unlimited

Regno dei Funghi



Robert C. Simpson/Nature Stock

b. Dominio degli Archeobatteri



R. Robinson/Visuals Unlimited

Regno delle Piante



John Lotter Guiliny/Tom Stack & Associates

Regno degli Animali



James Carmichael, Jr./NHPA

Figura 1.13

I tre domini della vita. **(a)** Questo rappresentante del Dominio dei Batteri (*Helicobacter pylori*) è responsabile dell'ulcera gastrica negli esseri umani. **(b)** Questo esempio del Dominio degli Archeobatteri (una specie del genere *Methanosarcina*) vive nella fanghiglia priva di ossigeno di letame e acquitrini. **(c)** In questo libro, il Dominio degli Eucarioti è suddiviso in quattro regni. Il Regno dei Protisti è rappresentato da un trichomonade (una specie del genere *Trichonympha*) che vive nell'intestino delle termiti. Le sequoie (*Sequoia sempervirens*) sono tra i rappresentanti del Regno delle Piante di dimensioni maggiori; l'immagine mostra un giovane albero in primo piano e sullo sfondo il tronco di un albero molto più vecchio. Il Regno dei Funghi comprende il grande fungo esilarante (una specie del genere *Gymnophilus*), che cresce sul terreno forestale. I rappresentanti del Regno degli Animali sono consumatori, come illustrato dal ragno pescatore (una specie del genere *Dolomedes*), che sta banchettando con un pesciolino d'acqua dolce che ha catturato.

Le cellule evolvono

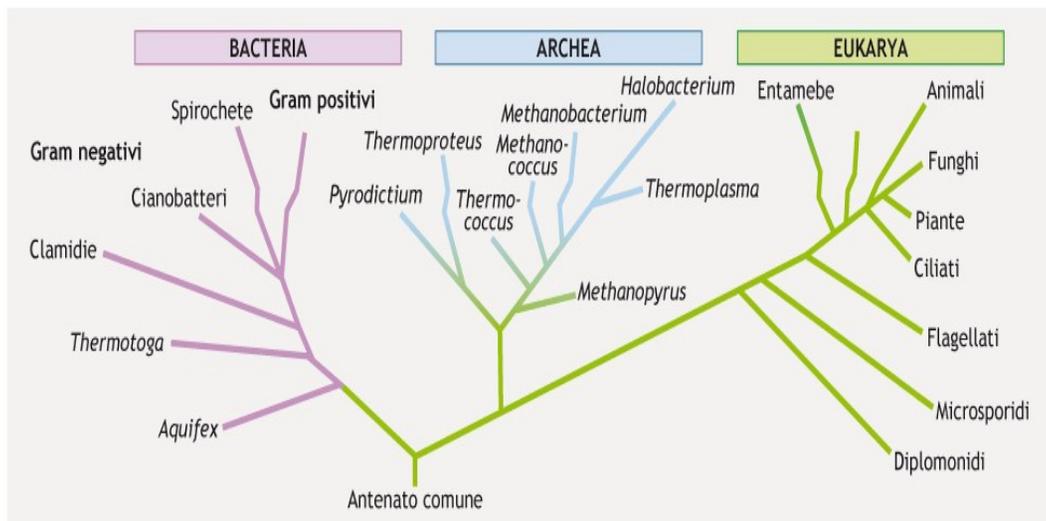


Figura 2.6 L'albero della vita. Questo albero filogenetico è stato preparato comparando le sequenze di rRNA della subunità minore dei ribosomi e mostra le relazioni evolutive tra i tre grandi domini. Archae ed Eucarioti sono andati incontro a divergenza successivamente ai Batteri e sembrano essere più strettamente correlati tra loro piuttosto che con i batteri, nonostante siano procarioti ed eucarioti.

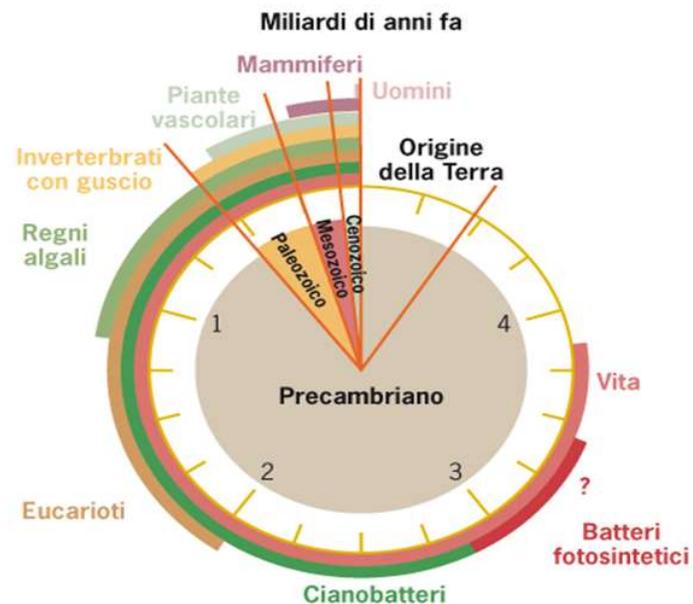


Figura 1.9 L'orologio biologico della Terra. Un ritratto degli ultimi 5 miliardi di anni della storia della Terra che illustra il periodo di apparizione dei principali gruppi di organismi. Gli animali complessi (invertebrati con guscio) e le piante vascolari sono arrivi relativamente recenti. Il tempo indicato per l'origine della vita è approssimativo. Inoltre, i batteri fotosintetici potrebbero essere apparsi molto prima e sono indicati perciò con un punto di domanda. Le ere geologiche sono indicate al centro dell'illustrazione. (RIPRODOTTA PER GENT. CONC. DI D. J. DES MARAIS, SCIENCE 289:1704, 2001. COPYRIGHT © 2000 AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE.)

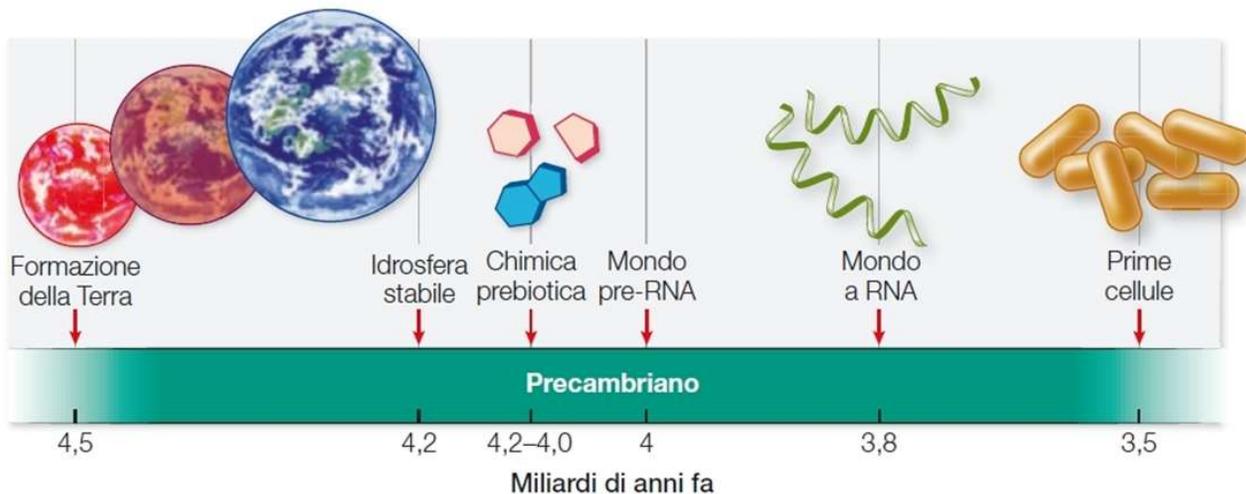


Figura 4.12 L'origine della vita Questa scala di tempi assai semplificata dà un'idea degli eventi principali culminati nell'origine della vita più di 3,5 miliardi di anni fa.

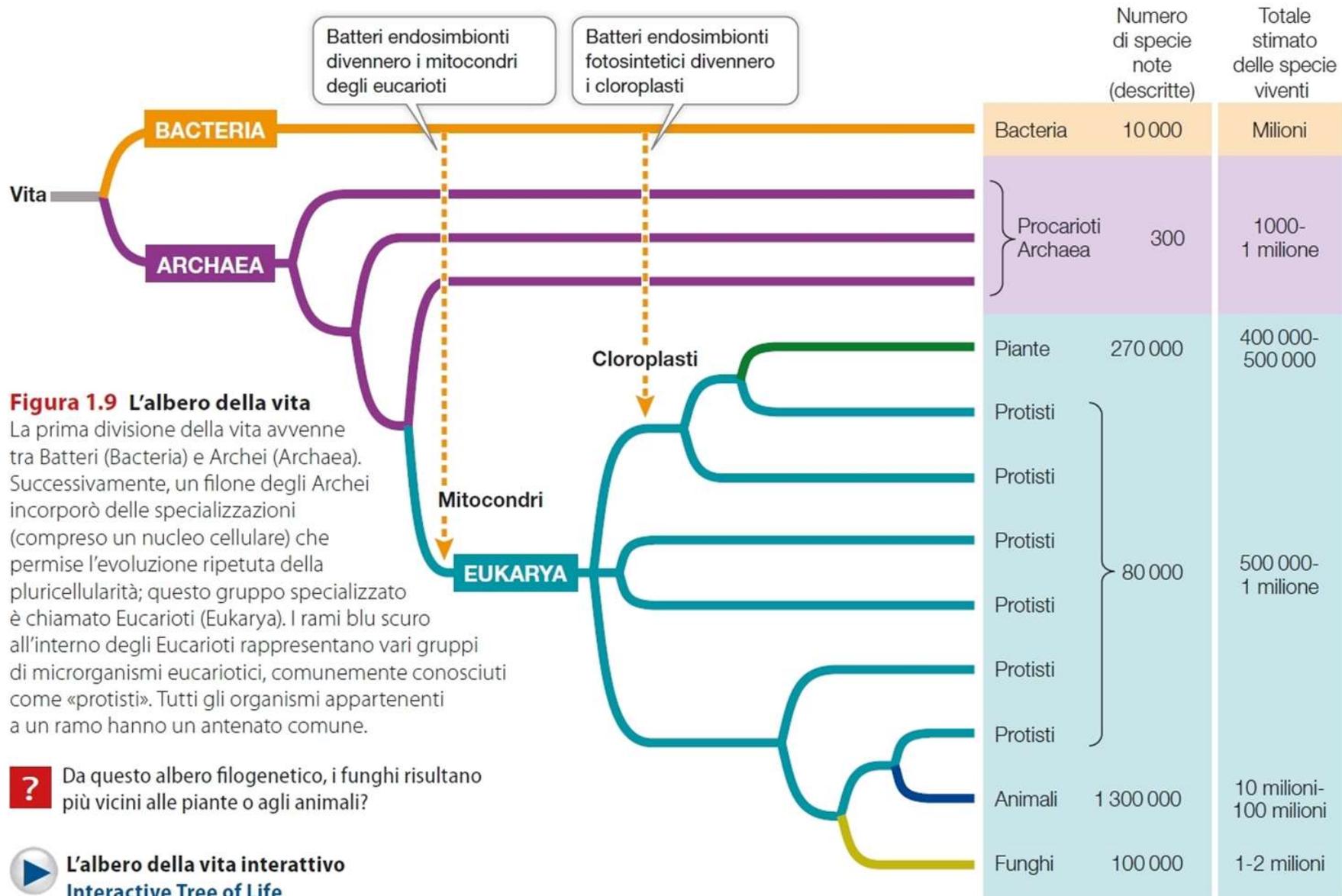


Figura 1.9 L'albero della vita
 La prima divisione della vita avvenne tra Batteri (Bacteria) e Archei (Archaea). Successivamente, un filone degli Archei incorporò delle specializzazioni (compreso un nucleo cellulare) che permise l'evoluzione ripetuta della pluricellularità; questo gruppo specializzato è chiamato Eucarioti (Eukarya). I rami blu scuro all'interno degli Eucarioti rappresentano vari gruppi di microrganismi eucariotici, comunemente conosciuti come «protisti». Tutti gli organismi appartenenti a un ramo hanno un antenato comune.

? Da questo albero filogenetico, i funghi risultano più vicini alle piante o agli animali?

L'albero della vita interattivo
Interactive Tree of Life

Evoluzione

Le cellule eucariotiche hanno avuto origine molto tempo dopo rispetto a quelle procariotiche.

I Procarioti abitano il nostro pianeta da più di 3,5 miliardi di anni a differenza degli eucarioti che sono apparsi circa 2,2 miliardi di anni fa.

Alcuni organuli possono essersi evoluti per **introflessione della membrana** plasmatica, mentre altri si sono evoluti per endosimbiosi.

Endosimbiosi: significa «vita insieme» ovvero organuli generati per ingestione di una cellula da parte di un'altra che avrebbe generato una relazione simbiotica. Un esempio possono essere i **MITOCONDRI** e **CLOROPLASTI**

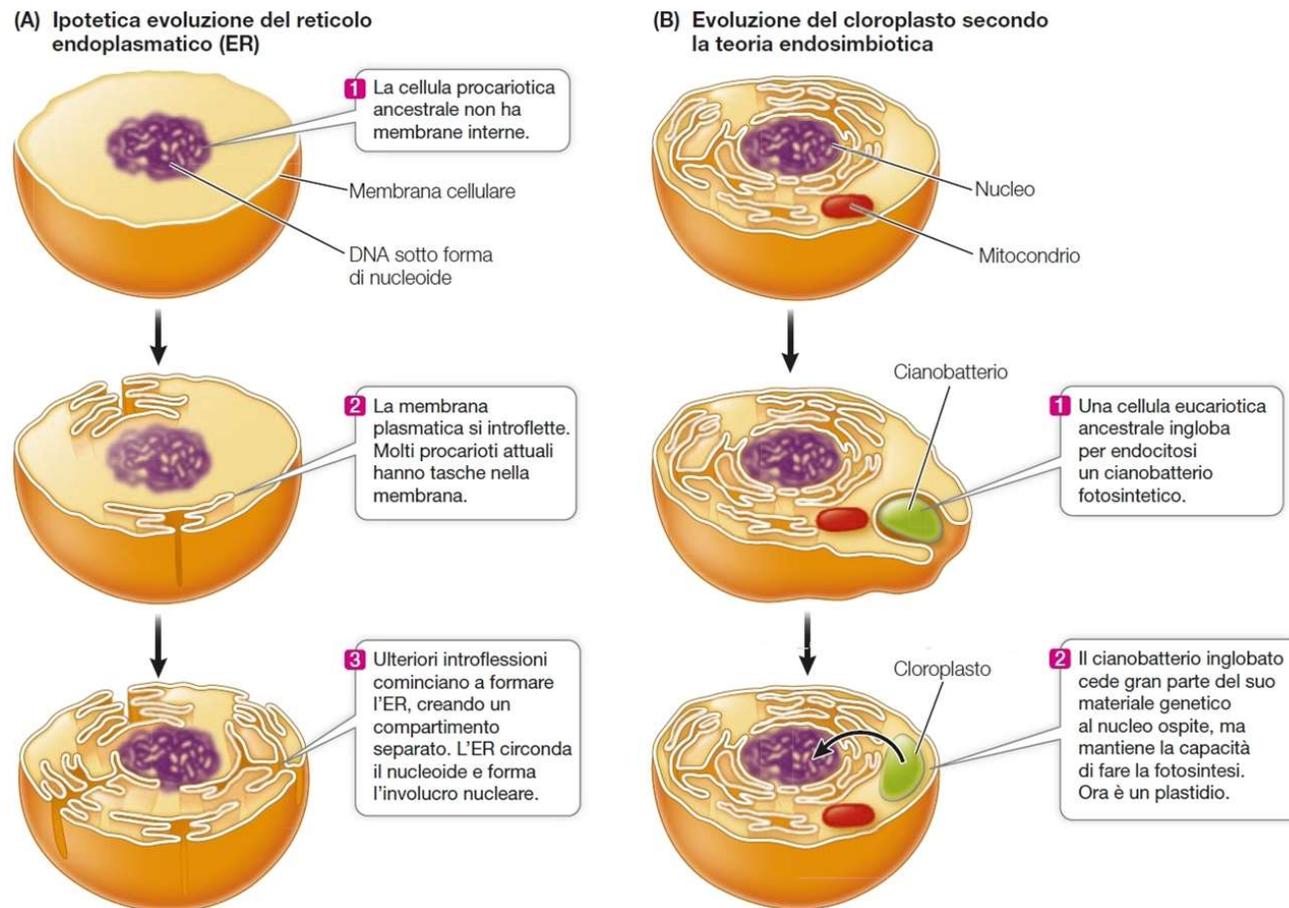


Figura 5.23 L'origine degli organuli (A) Il sistema di endomembrane e l'involucro nucleare potrebbero essersi formati per introflessione della membrana plasmatica e successiva fusione dei margini della tasca. (B) La teoria endosimbiotica suggerisce che alcuni organuli siano derivati da procarioti inglobati da altre cellule più grandi.

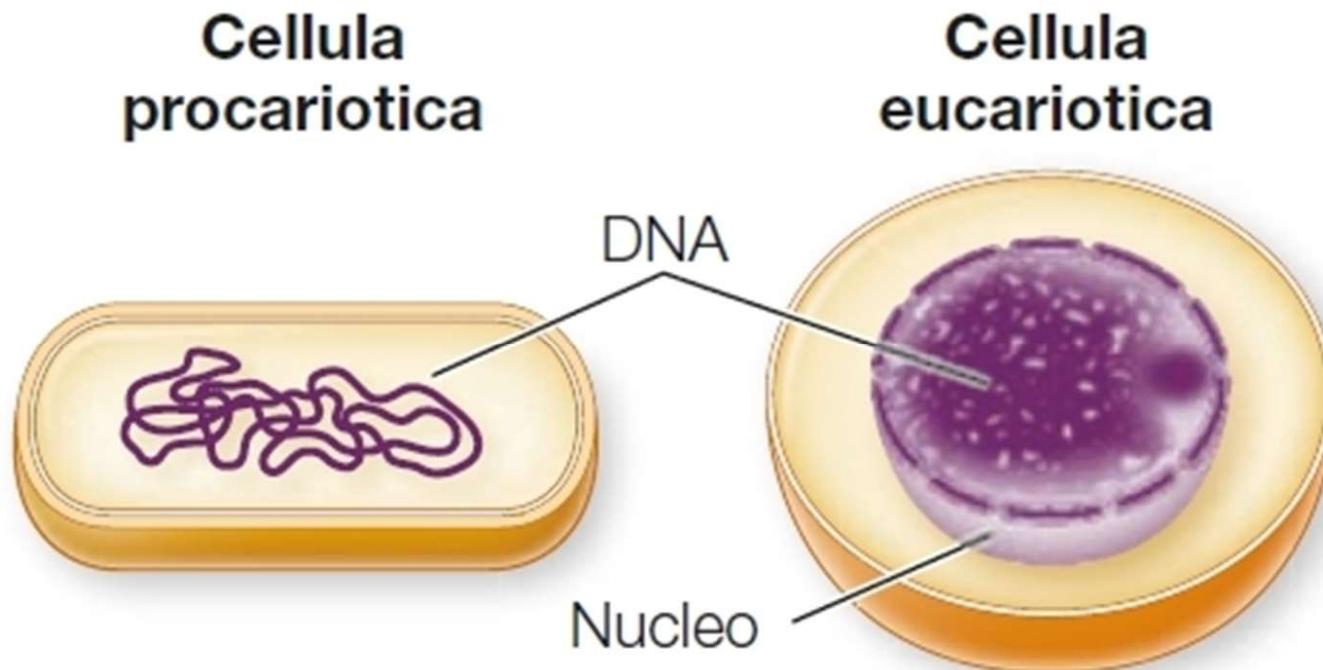
PROCARIOTI ed EUCARIOTI

Dalla semplice osservazione al microscopio è chiaro da molto tempo che gli organismi viventi possono essere classificati in base alla struttura cellulare in due gruppi: gli **eucarioti** e i **procarioti**.

Negli eucarioti il DNA si trova in un compartimento intracellulare distinto circondato da una membrana, chiamato **nucleo**. (Il termine *eucariote* deriva dal greco e significa “veramente nucleato”, dalle parole *eu*, “bene” o “veramente”, e *karyon*, “nocciolo” o “**nucleo**”)

I procarioti **non hanno un compartimento nucleare distinto per accogliere il loro DNA**.

Vegetali, funghi e animali sono eucarioti; i batteri sono procarioti, come gli archei, una classe separata di cellule procariotiche.



CELLULA PROCARIOTICA

- Il microscopista olandese Anton van Leeuwenhoek scoprì i batteri e altri microrganismi nel 1674 mentre osservava una goccia d'acqua di lago attraverso una lente di vetro.
- I procarioti costituiscono due dei tre domini : Bacteria e Archea
- DIMENSIONI RIDOTTE**
- DIVERSE FORME**
- Non hanno organelli racchiusi in membrane**
- Ampia capacità di **ADATTAMENTO**
- Rapida capacità di **RIPRODUZIONE**
- Processi metabolici **AEROBI e/o ANAEROBI**
- Molti hanno una parete cellulare**
- La maggior parte dei batteri e archea contengono 1000-6000 geni**
- In grado di fissare** azoto e anidride carbonica, in modo da rendere N e C disponibili per gli organismi viventi
- I procarioti giocano un ruolo fondamentale in ecologia e tecnologia**

COMPONENTI COMUNI a PROCARIOTI ed EUCARIOTI

MEMBRANA PLASMATICA (PLASMALEMMMA)

Struttura che circonda la cellula, racchiudendone il contenuto e definendo i confini. È composta da un doppio strato fosfolipidico e proteine, spessa 5-10 nm.

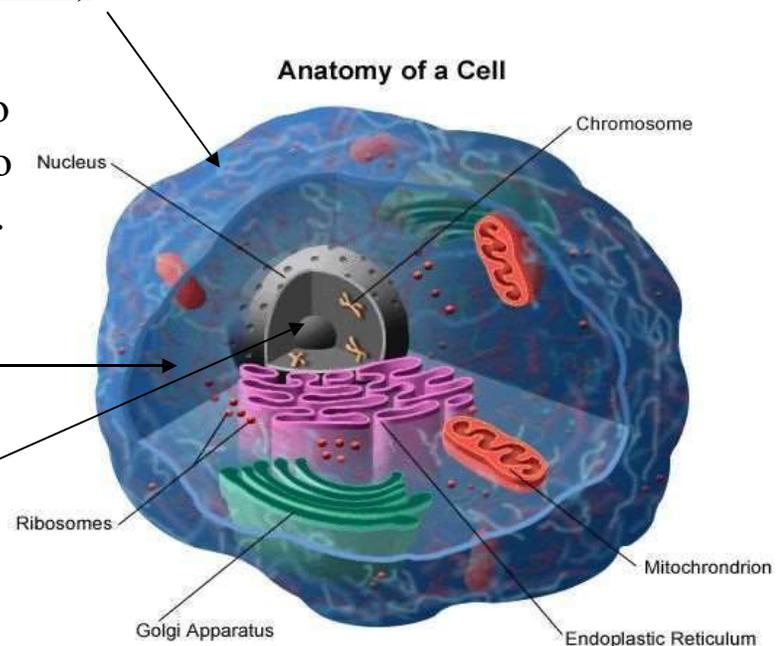
CITOPLASMA

Rappresenta il “corpo” della cellula contiene il nucleo e gli organuli.

MATERIALE GENETICO

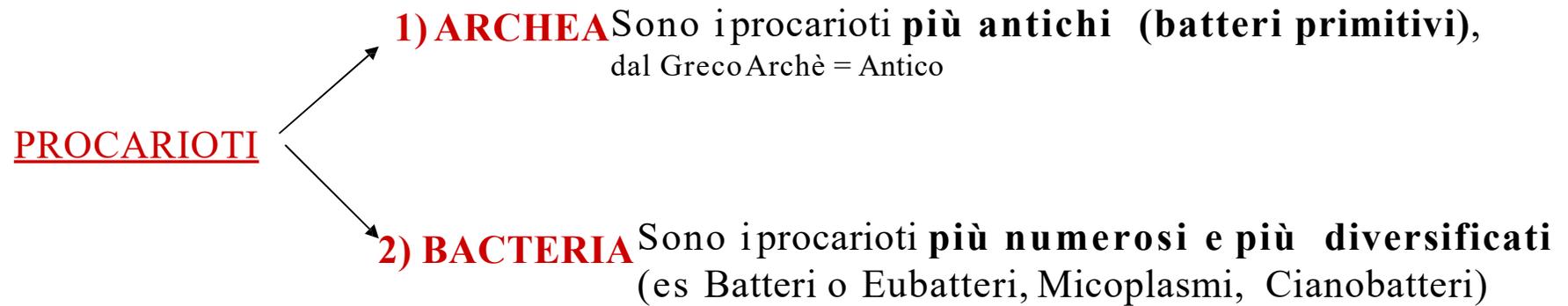
Nella cellula procariote non è presente il nucleo.
Unica molecola di DNA localizzata nel NUCLEOIDE.

Nella cellula eucariote è contenuto nel nucleo.
Il suo interno è definito come NUCLEOPLASMA.



CELLULA PROCARIOTICA

I procarioti sono classificati in 2 Gruppi Principali:



DIMENSIONI: LE CELLULE PROCARIOTICHE SONO PIU' PICCOLE DELLE CELLULE EUCARIOTICHE

- Generalmente diametro da 0,5 a 1 μm e lunghezza da 1 a 5 μm

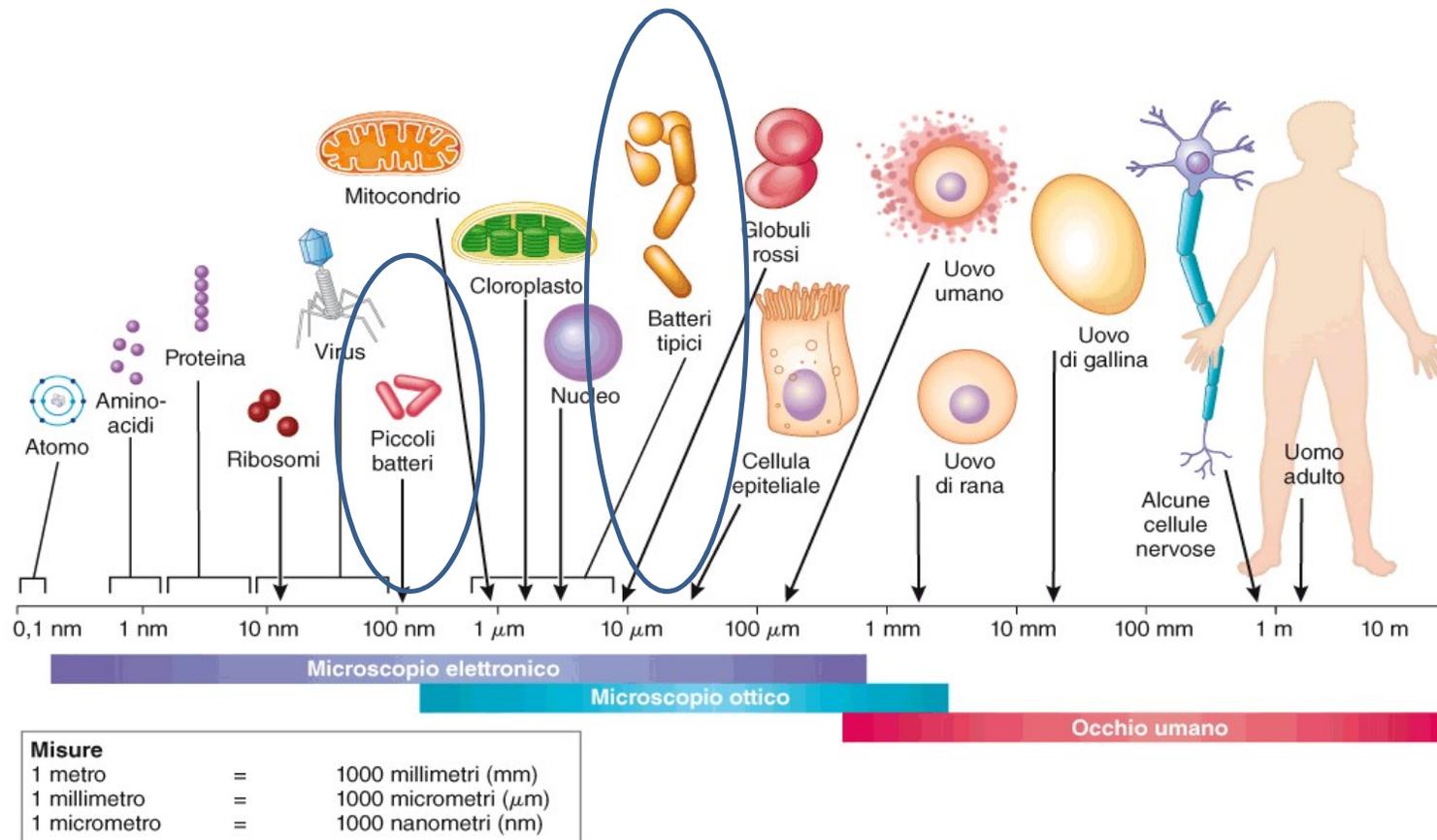


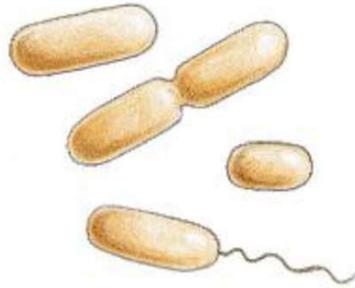
Figura 4-1 Dimensioni biologiche e diversità delle cellule

Le dimensioni relative dal livello chimico a quello di un intero organismo possono essere confrontate utilizzando una scala logaritmica (multipli di 10). Le cellule procariotiche dei batteri vanno tipicamente da 1 a 10 μm di lunghezza. Le cellule eucariotiche hanno tipicamente un diametro che va dai 10 ai 30 μm . I mitocondri hanno all'incirca le dimensioni di piccoli batteri, mentre i cloroplasti sono generalmente più grandi (circa 5 μm di lunghezza). Le cellule uovo sono tra le cellule più grandi. Anche se microscopiche, alcune cellule nervose sono molto lunghe. Le cellule qui rappresentate non sono disegnate in scala.

• CELLULE PROCARIOTICHE : DIVERSE FORME



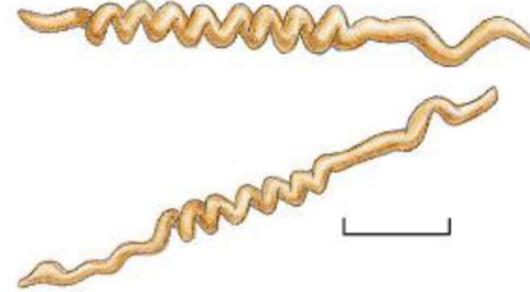
Cocchi
(forma rotondeggiante)



cellule a bastoncino,
ad es. *Escherichia coli*,
Vibrio cholerae

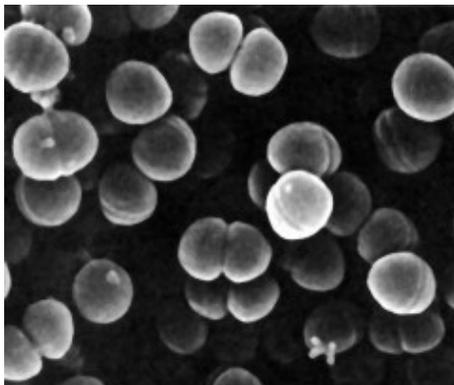


le cellule più piccole,
ad es. *Mycoplasma*,
Spiroplasma

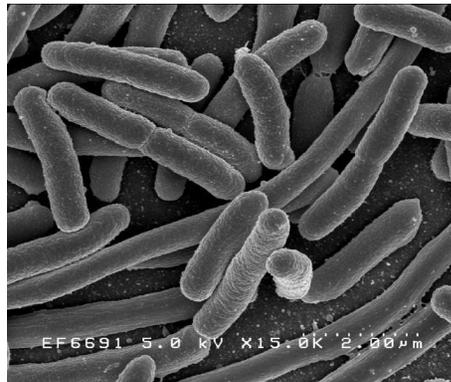


cellule spirali,
ad es. *Treponema pallidum*

Vari tipi di cellule batteriche viste al microscopio elettronico



Cocchi



Bacilli



Spirilli

COCCHI: Le cellule possono essere raggruppate in coppie (diplococchi) oppure in lunghe catene (streptococchi) o aggregati irregolari simili a grappoli (stafilococchi)

• CELLULE PROCARIOTICHE : DIVERSE FORME

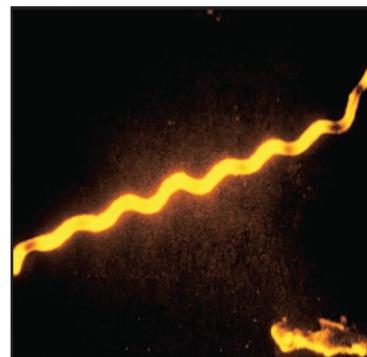
Alcuni procarioti hanno la forma elicoidale: se l'elica è rigida è chiamato **spirillo**; se l'elica è flessibile è detto **spirocheta**



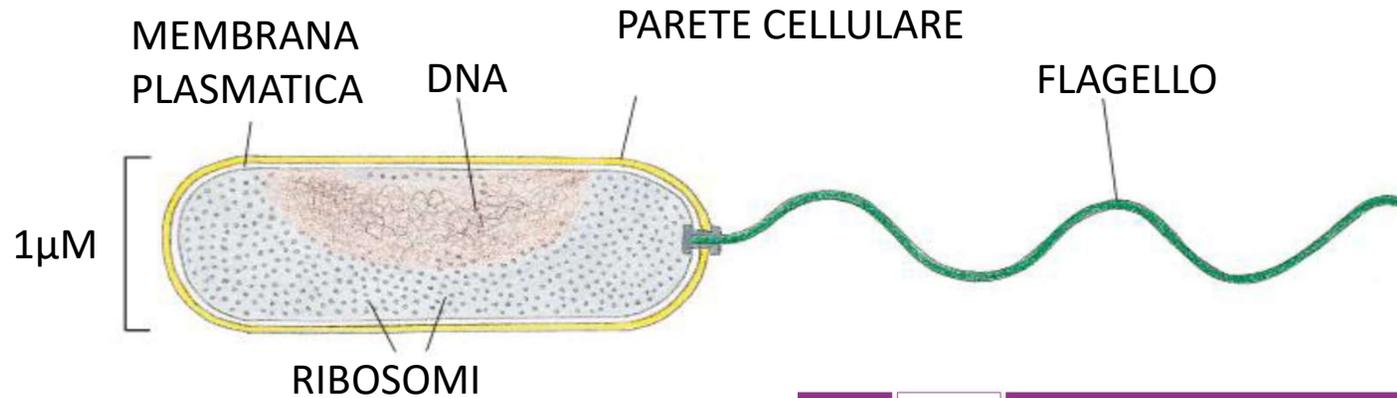
Uno spirillo a forma di virgola è chiamato **vibrione**.
Vibrione Cholerae: dotato di flagello



Microscopio a contrasto di fase:
Treponema pallidum,
(spirocheta che provoca la sifilide)



CELLULA PROCARIOTICA STRUTTURA



PUNTO CHIAVE

Diversamente dalle cellule eucariotiche, le cellule procariotiche non hanno un nucleo o altri organelli delimitati da membrana. Tipicamente esse contengono un'area nucleare con una singola molecola di DNA circolare.

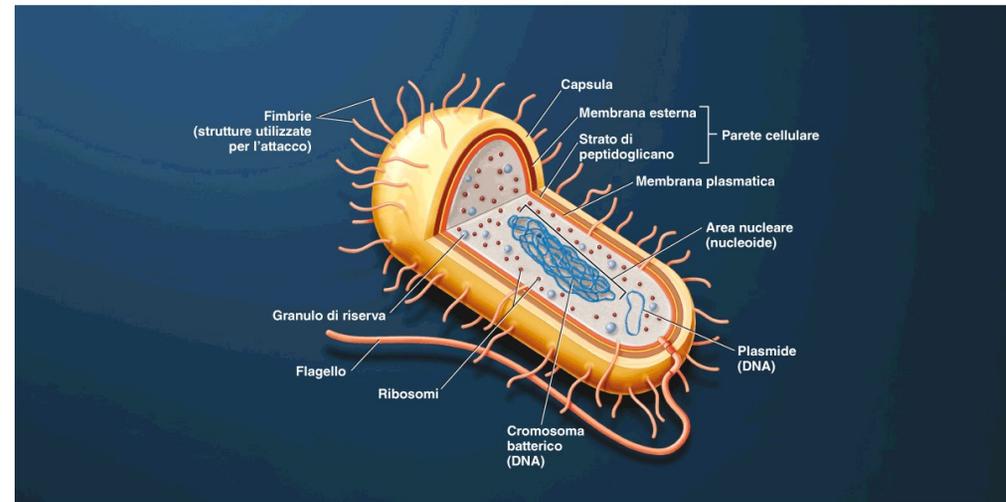


Figura 20-2 Struttura di una cellula procariotica

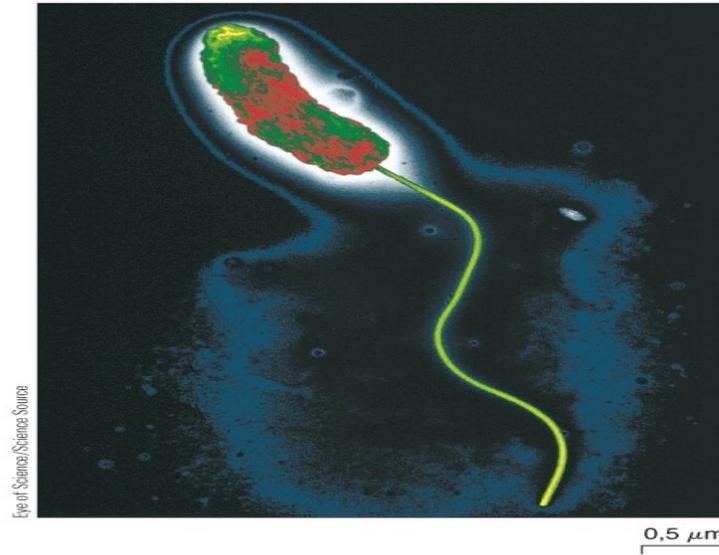
Questo bacillo è un batterio Gram-negativo (discusso nel testo). Si noti l'assenza di un involucro nucleare che circonda il DNA del batterio.

Il citoplasma della cellula procariotica contiene **enzimi necessari per attività metaboliche e granuli di riserva** contenenti **lipidi, glicogeno e composti fosforilati**

Le cellule procariotiche hanno capacità biochimiche diversificate in modo stupefacente, molto più delle cellule eucariotiche.

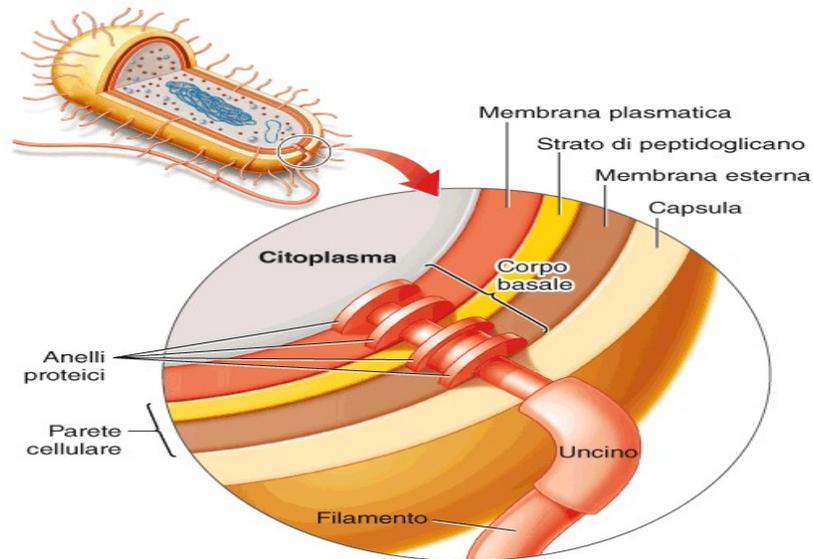
Flagelli dei procarioti

La maggior parte dei batteri si muove grazie alla presenza di flagelli



(a) Immagine MET a colori intensificati di *Vibrio cholerae*. Il batterio flagellato che causa il colera nell'uomo.

Ogni flagello batterico è formato da tre parti: un corpo basale, un uncino ed un filamento singolo.



(b) Struttura di un flagello batterico. Il motore è il corpo basale, che è formato da una serie di piastre discoidali che ancorano il flagello alla parete cellulare e alla membrana plasmatica e fanno girare l'uncino e il filamento del flagello.

Figura 20-5 I flagelli batterici

Alcuni procarioti hanno fimbrie o pili

SONO PREVALENTEMENTE ORGANI DI ANCORAGGIO PER INFETTARE LA CELLULA

PERMETTONO AI BATTERI DI ADERIRE GLI UNI AGLI ATRI

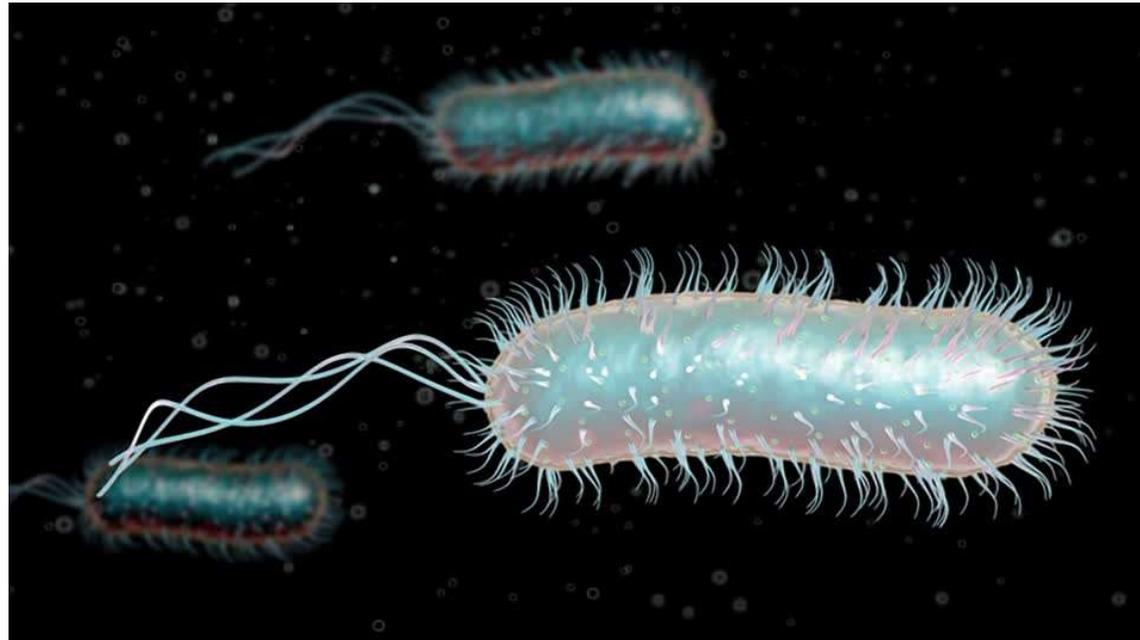
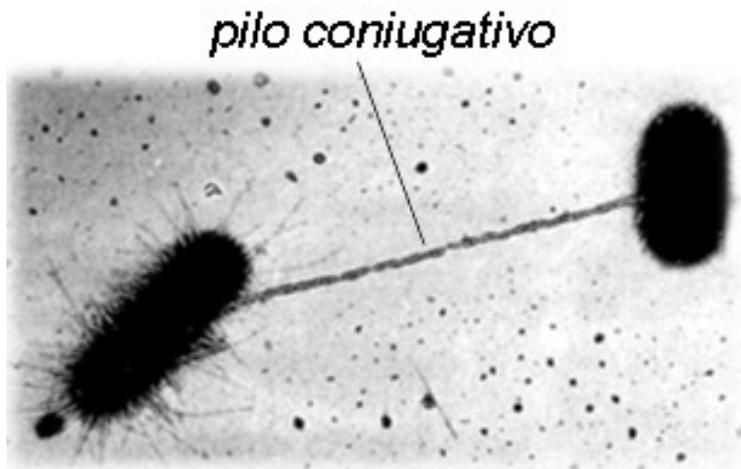
I PILI sono generalmente piu' lunghi delle fimbrie

PILI: sono strutture proteiche filamentose che si ritrovano sulla superfici e di alcune cellule batteriche

I pili sono strutture costituite da filamenti di una proteina denominata PILINA

PILI CAVI =permettono il passaggio di DNA, detto **PILO CONIUGATIVO** o PILO SESSUALE

PILI non cavi (permettono l'ancoraggio a substrati nutritivi)



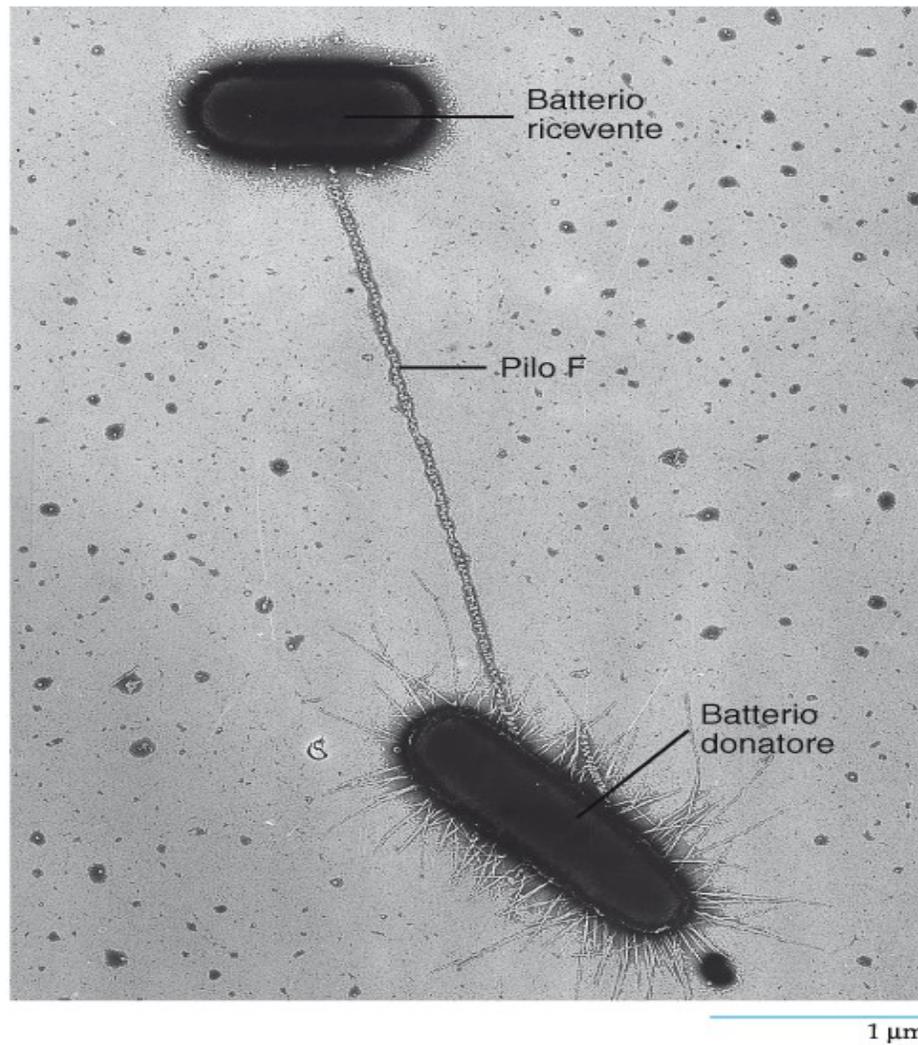


Figura 1.13 Coniugazione batterica. Micrografia elettronica di una coppia di batteri in coniugazione uniti da una struttura formata dalla cellula donatrice, il pilo F, attraverso cui si ritiene passi il DNA. (PER GENT. CONC. DI CHARLES C. BRINTON, JR., E JUDITH CARNAHAN.)

PARETE CELLULARE

La maggior parte dei procarioti ha una parete cellulare

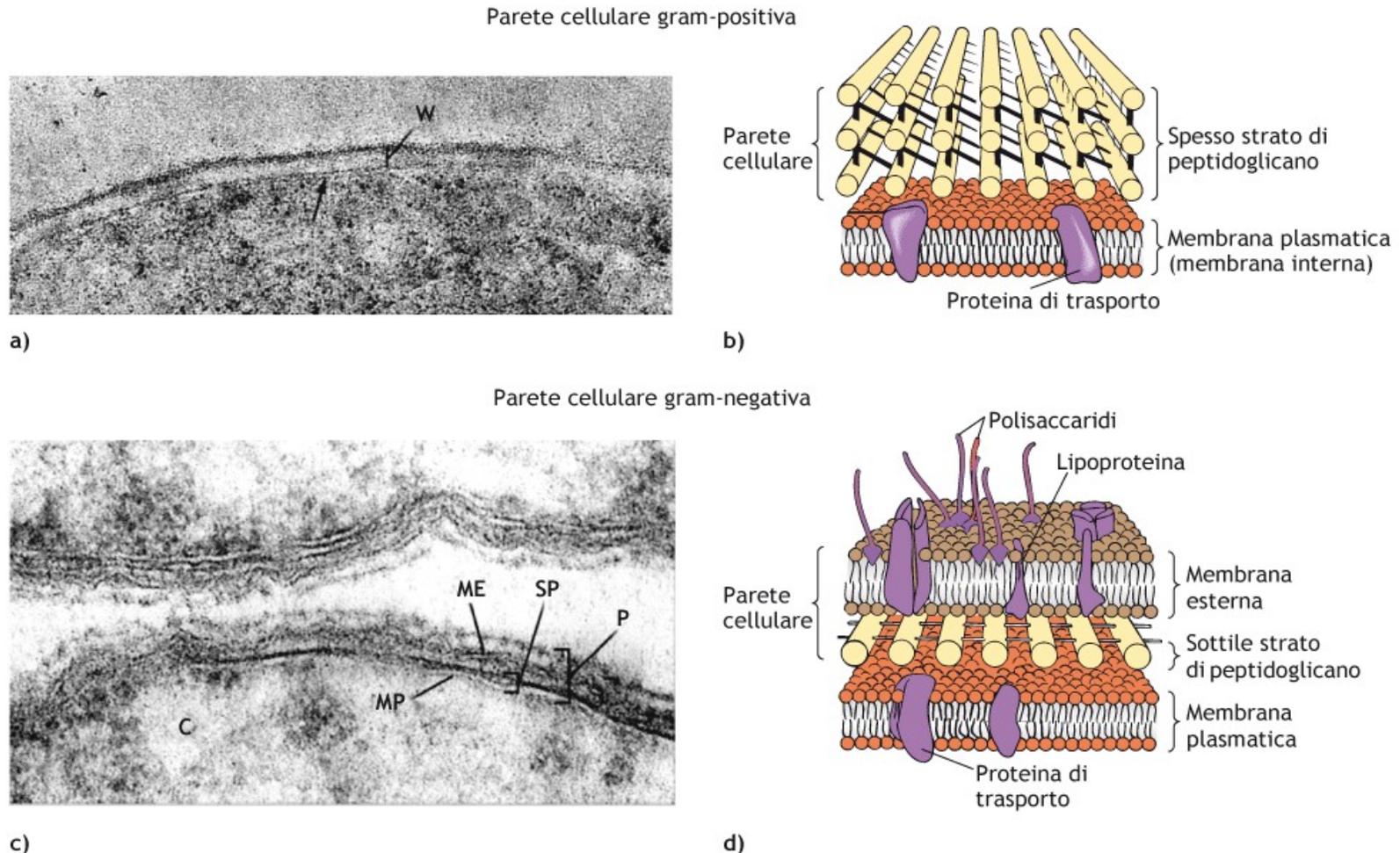
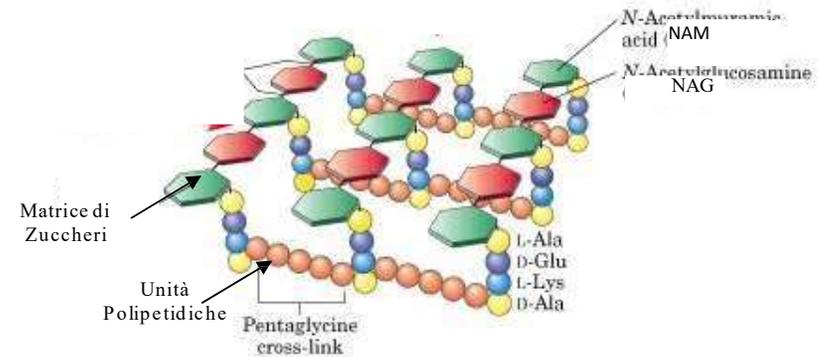


Figura 2.11 La parete cellulare batterica. (a, b) Nei batteri gram-positivi la parete cellulare è costituita da molti strati di peptidoglicani uniti tra loro da amminoacidi; (c, d) nei batteri gram-negativi un sottile strato di peptidoglicani è ricoperto da una spessa membrana esterna di fosfolipidi. Notare come la parete gram-positiva appaia uniforme, mentre la parete dei gram-negativi ha una struttura più complessa e con più strati. C = citoplasma; W e P = parete; ME = membrana esterna; MP = membrana plasmatica; SP = spazio periplasmatico. a e c: Micrografie al microscopio elettronico a trasmissione (TEM).

PARETE CELLULARE

La maggior parte dei procarioti ha una parete cellulare

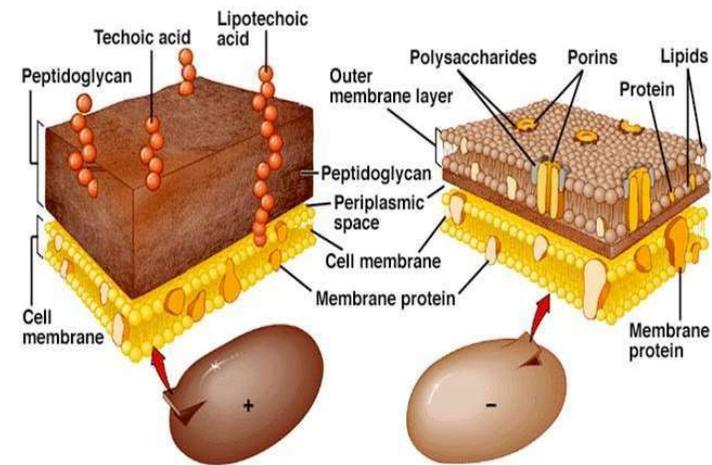
- E' formata da PEPTIDOGLICANO= zuccheri e amminoacidi che forma uno strato simile alla rete al di fuori della membrana plasmatica della maggior parte dei batteri
- La componente zuccherina consiste in residui alternati di N- acetilglucosamina (NAG) e acido N- acetilmuramico (NAM)



DISTINZIONE dei BATTERI in base alla loro PARETE CELLULARE:

GRAM + Parete molto spessa, con molti strati di petidoglicano

GRAM - Parete costituita da due membrane fosfolipidiche che racchiudono un sottile strato di petidoglicano

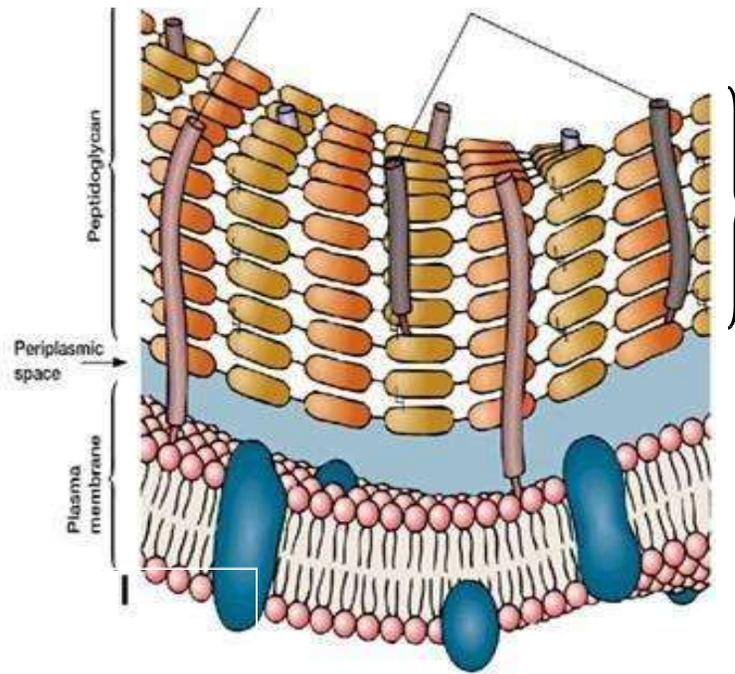


GRAM: dal nome del medico danese Christian Gram

PARETE CELLULARE

GRAM +

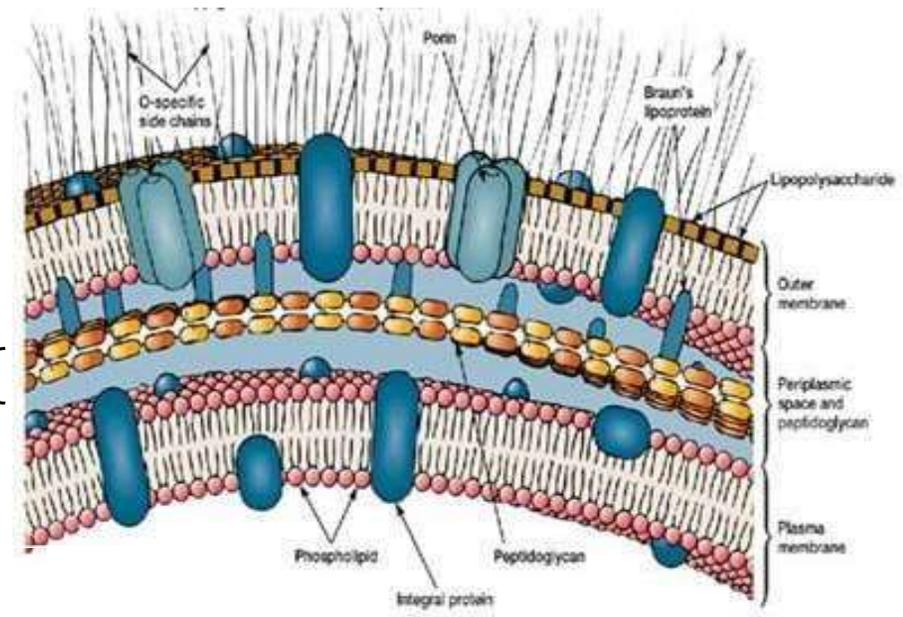
Parete molto spessa, con molti strati di petidoglicano



peptidoglicano

GRAM -

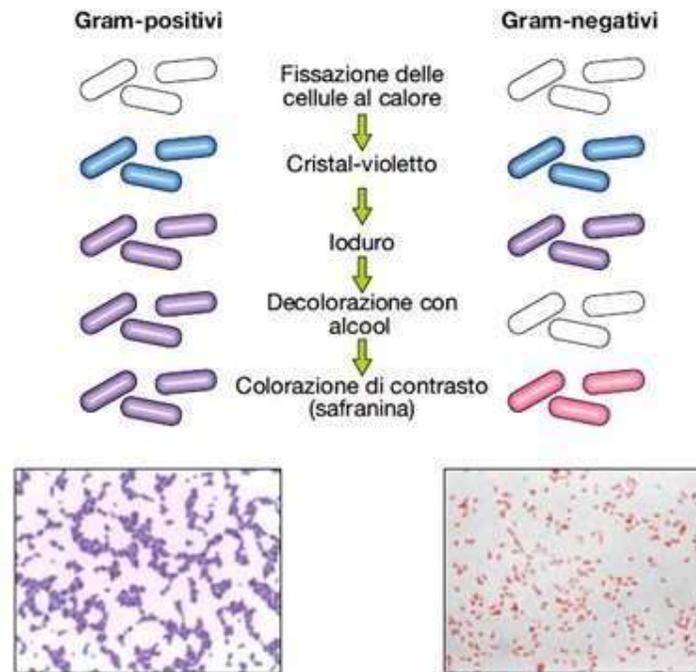
Parete costituita da due membrane fosfolipidiche che racchiudono un sottile strato di petidoglicano



PARETE CELLULARE

Colorazione di GRAM, ideata dal medico danese Christian Gram, per rilevare batteri patogeni:

I batteri che adsorbono e mantengono la colorazione al violetto di genziana, appaiono al microscopio **BLU-VIOLA** e sono detti gram-positivi, i batteri che perdono la colorazione, e al microscopio appaiono **ROSA-ROSSO**, sono detti gram-negativi



Importante per la terapia antibiotica:
Es. Penicillina efficace nei confronti dei Gram+

CELLULA PROCARIOTICA

Batteri Patogeni (per piante e animali)



Procarioti non patogeni ma utili



Esempi di Batteri patogeni:

- Clostridium Botulinum
- Salmonella
- Vibrio Cholerae
- Ecc....

- Decompongono sostanze inquinanti (petrolio, ecc)
- Decompositori: scindono le molecole organiche in composti piu' semplici (C, S, N₂, P) utili a piante ed animali
- Fissazione dell'azoto: alcuni batteri e archeobatteri possono ridurre l'azoto atmosferico (N₂) in ammoniaca (NH₃) e quindi in nitrati, forma in cui l'N₂ puo' essere assimilato dalle piante.

BACTERIA

Nei Bacteria vi sono:

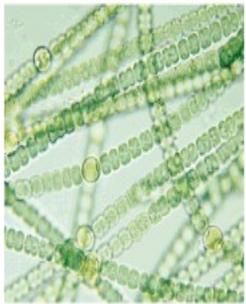
CIANOBATTERI

- ❑ Organismi fotosintetici in grado di produrre ossigeno
- ❑ Vivono in piscine, stagni, terreno umido
- ❑ Alcune specie hanno strutture speciali per fissare l'azoto



Figura 2.12 Micrografia elettronica di un cianobatterio. All'interno di esso sono visibili i sistemi di membrana plasmatica, in cui avviene la fotosintesi, che risultano molto simili alle membrane dei tilacoidi dei cloroplasti delle cellule vegetali.

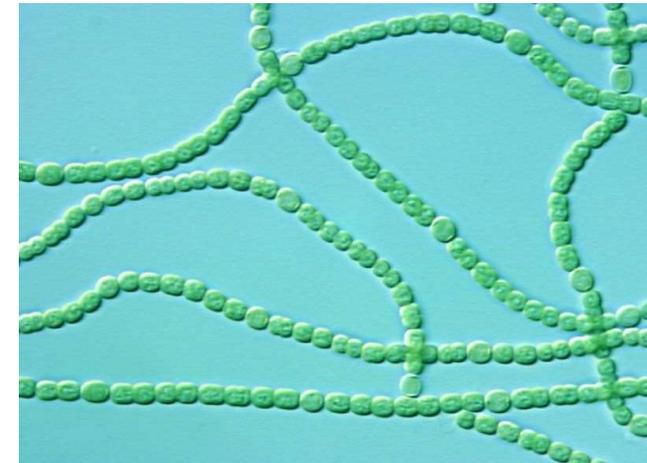
CIANOBATTERI (GRAM-NEGATIVI)



20 μm

Immagine al microscopio ottico di *Anabaena*, un cianobatterio filamentoso che fissa l'azoto. La fissazione dell'azoto ha luogo nelle cellule tondeggianti, dette *eterocisti*.

I **cianobatteri** contengono clorofilla *a* e sono gli unici procarioti che, come le piante e le alghe, svolgono la fotosintesi che genera ossigeno. I cianobatteri sono stati i primi organismi a effettuare la fotosintesi che libera ossigeno; sono considerati molto importanti nell'evoluzione delle forme di vita perché la loro fotosintesi ha trasformato l'atmosfera della Terra da riducente, come era inizialmente, a ossidante. I cloroplasti si pensa si siano evoluti da cianobatteri endosimbionti. Vivono in stagni, laghi, piscine, nel terreno umido, nei tronchi morti e nelle cortecce d'albero. Alcune specie formano filamenti; altre sono solitarie. Come produttori primari sono un'importante fonte di cibo per gli organismi marini e d'acqua dolce. Alcune specie hanno strutture speciali che fissano l'azoto.



Ruoli ecologici chiave dei PROCARIOTI

Figura 20-12 Biotrattamento

Alcuni batteri si nutrono di petrolio o di altri prodotti di scarto che contaminano il suolo convertendo gli idrocarburi in anidride carbonica e acqua. Fotografia effettuata nei pressi di una raffineria di petrolio.



I batteri sono usati come bio-risanamento per eliminare petrolio, benzina, e altre sostanze inquinanti per l'ambiente.

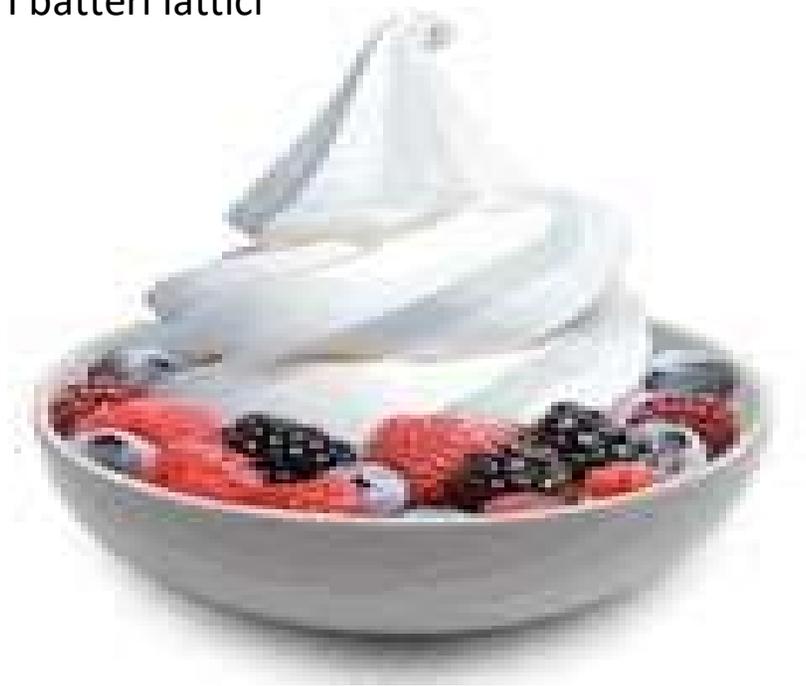
Ad oggi 1000 specie fra batteri e funghi sono usate per bonificare numerose aree inquinate

Anche gli archeobatteri hanno avuto una certa importanza esempio per ricavare enzimi che resistono ad alte temperature

I metanogeni ad esempio per produrre biogas da industria

I PROCARIOTI SONO USATI IN NUMEROSI PROCESSI COMMERCIALI E NELLA TECNOLOGIA

I batteri lattici



I BATTERI LATTICI vengono impiegati
nella produzione di :
panna acida,
yogurt , formaggi
ecc...

BATTERI UTILI

Dislocazione dei
Batteri nell'uomo

Pelle
cavo orale
tubo digerente
vie respiratorie
mucose genitali



Alcune COLONIE POSSONO ESSERE definite come commensali o **simbionti**

Flora batterica Intestinale



- ✓ consente la liberazione di moltissime vitamine del gruppo B
 - ✓ favorisce il mantenimento dell'integrità della mucosa intestinale
 - ✓ si oppone alla proliferazione di altri microorganismi patogeni
-

Il microbiota umano

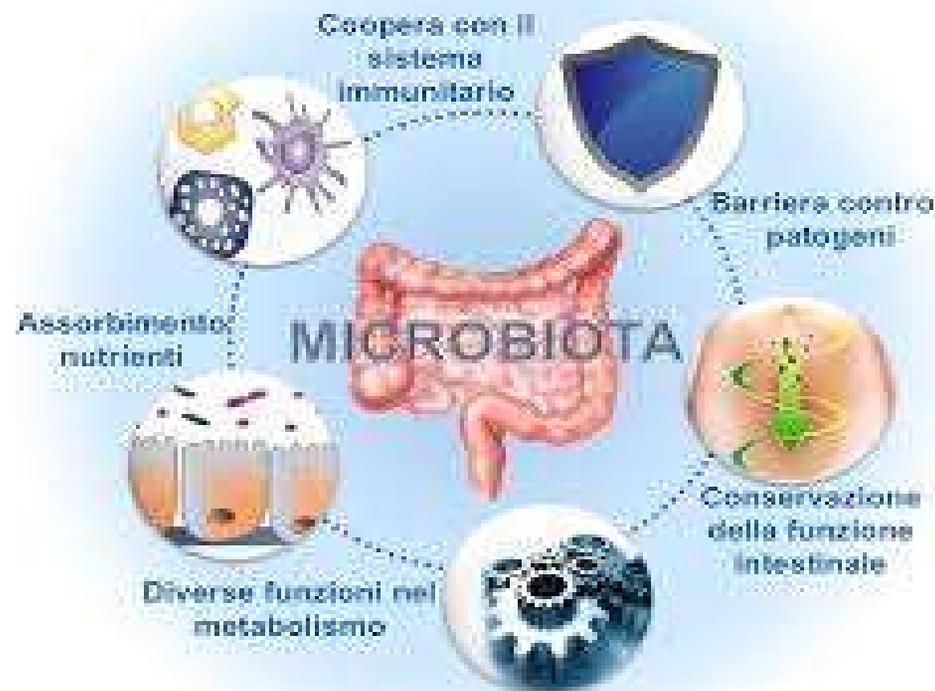
è l'insieme di microorganismi simbiotici che convivono con l'organismo umano senza danneggiarlo.

Negli esseri umani si trovano tra le 500 e 10.000.000 specie differenti di microorganismi, i più numerosi dei quali sono batteri, ma anche in misura inferiore miceti e virus.

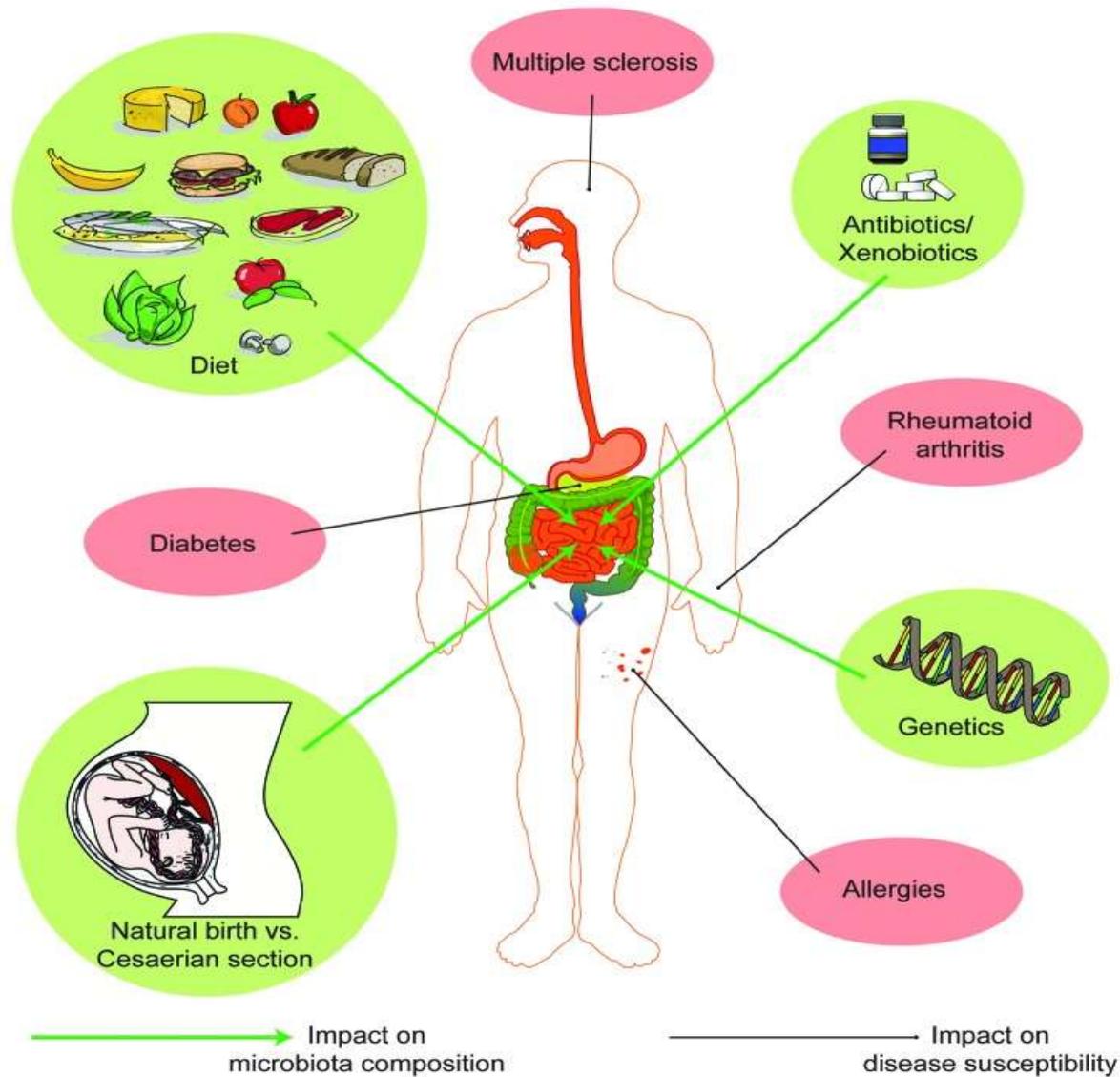
Tra i batteri la maggioranza SONO IN ANAEROBIA, più o meno stretta o facoltativa (molti sopravvivono in assenza di ossigeno e alcuni ne tollerano la presenza).

Il batterio intestinale più conosciuto nell'Uomo è l'Escherichia coli.

Il microbiota umano si sviluppa nel corso dei primi giorni di vita e sopravvive, salvo in caso di malattie, sorprendentemente a lungo.



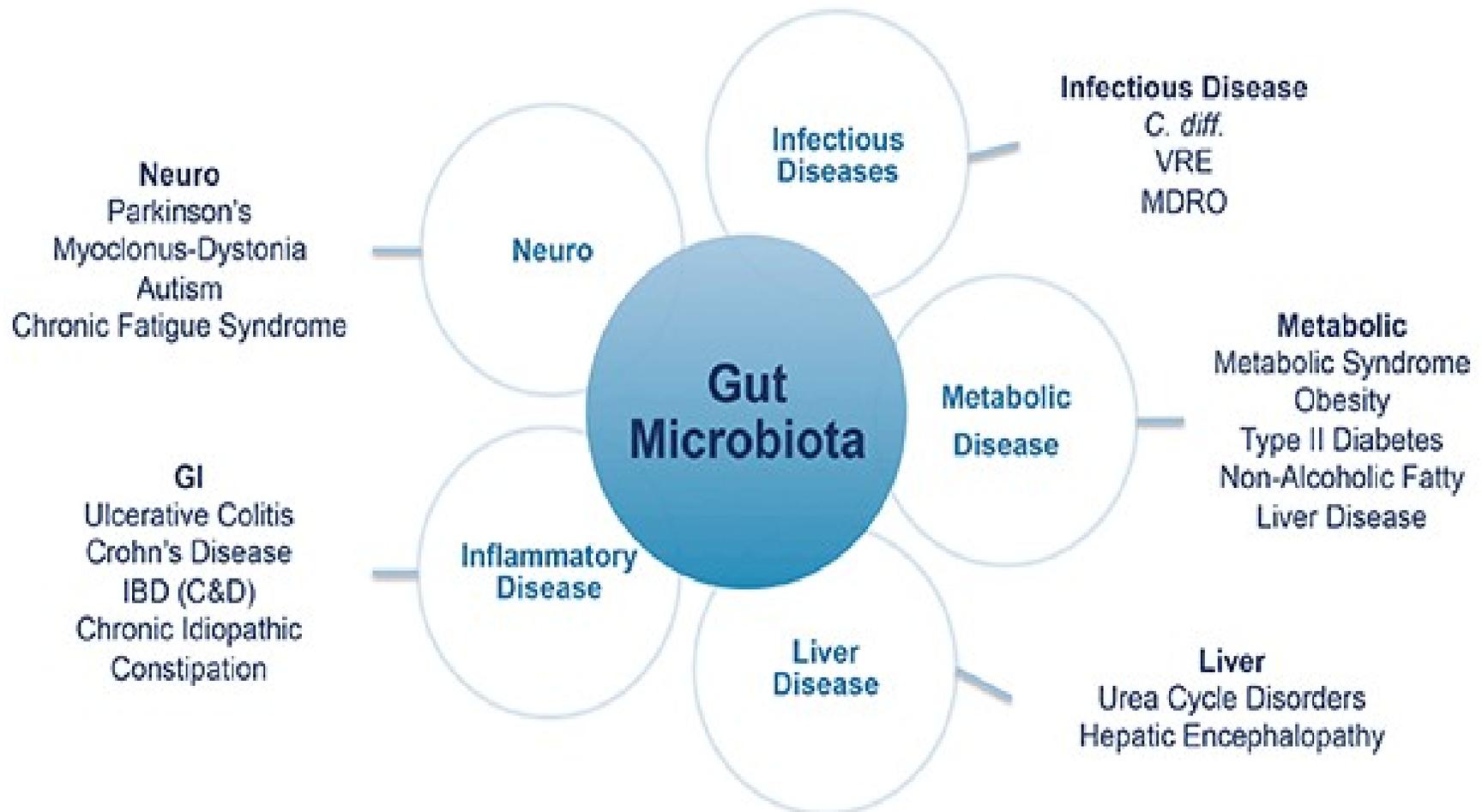
Antibiotics, diet, mode of delivery at birth, and genetics all seem to have a significant impact on the microbiota composition, which in turn might affect the susceptibility to immune mediated disorders



The interplay between the gut microbiota and the immune system. Markus B Geuking, et al. Gut Microbes. 2014 May 1;5(3):411-418.

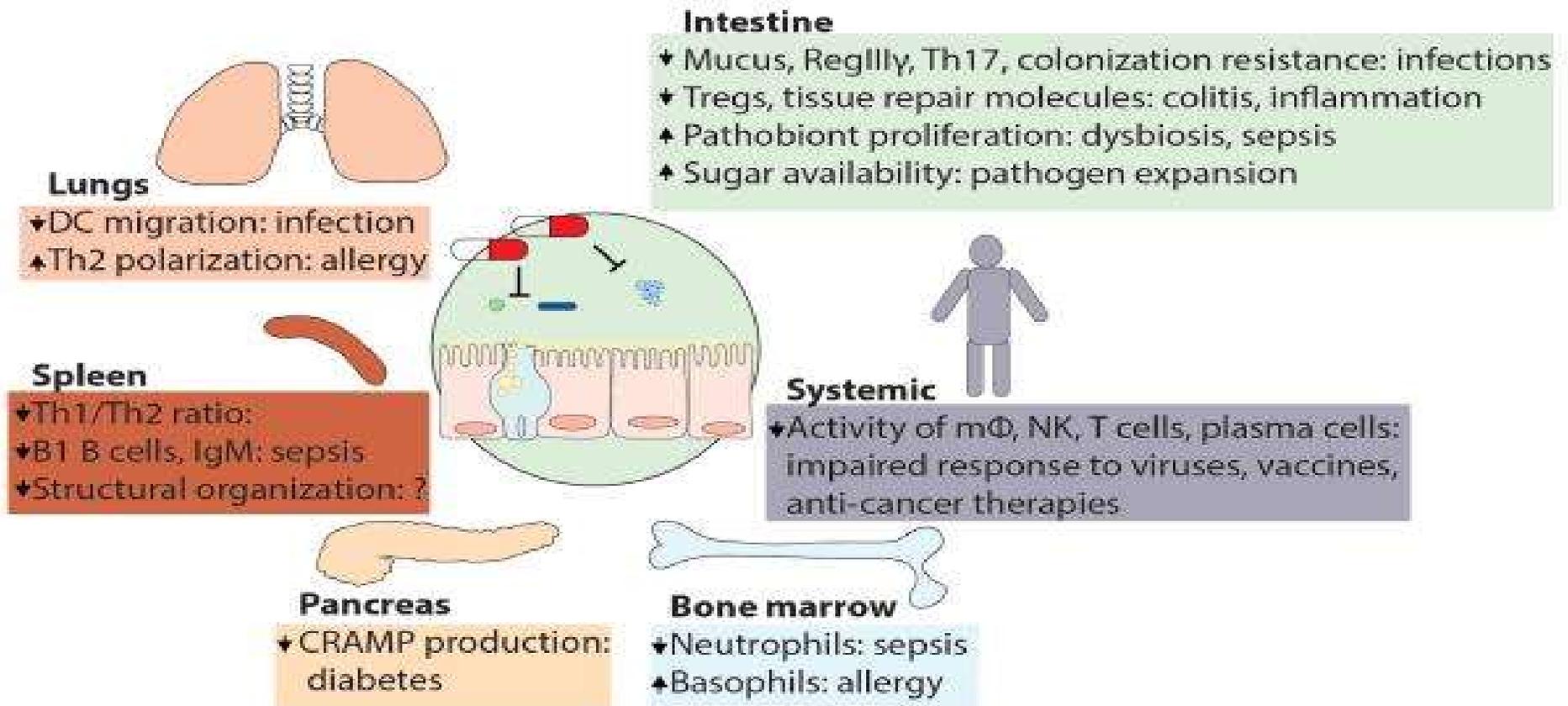
Microbiota

Ruolo in diverse patologie



Antibiotic-Mediated Microbiota Depletion Causes Disease in Multiple Organs.

Antibiotics act on the gut microbiota by decreasing its density and modifying its composition in a long-lasting fashion. This causes reduced signaling to the intestinal mucosa and peripheral organs, which results in impaired functioning of the immune system. Depicted are examples of diseases that were shown to arise or be worsened as a consequence of antibiotic treatment in **mouse models**.



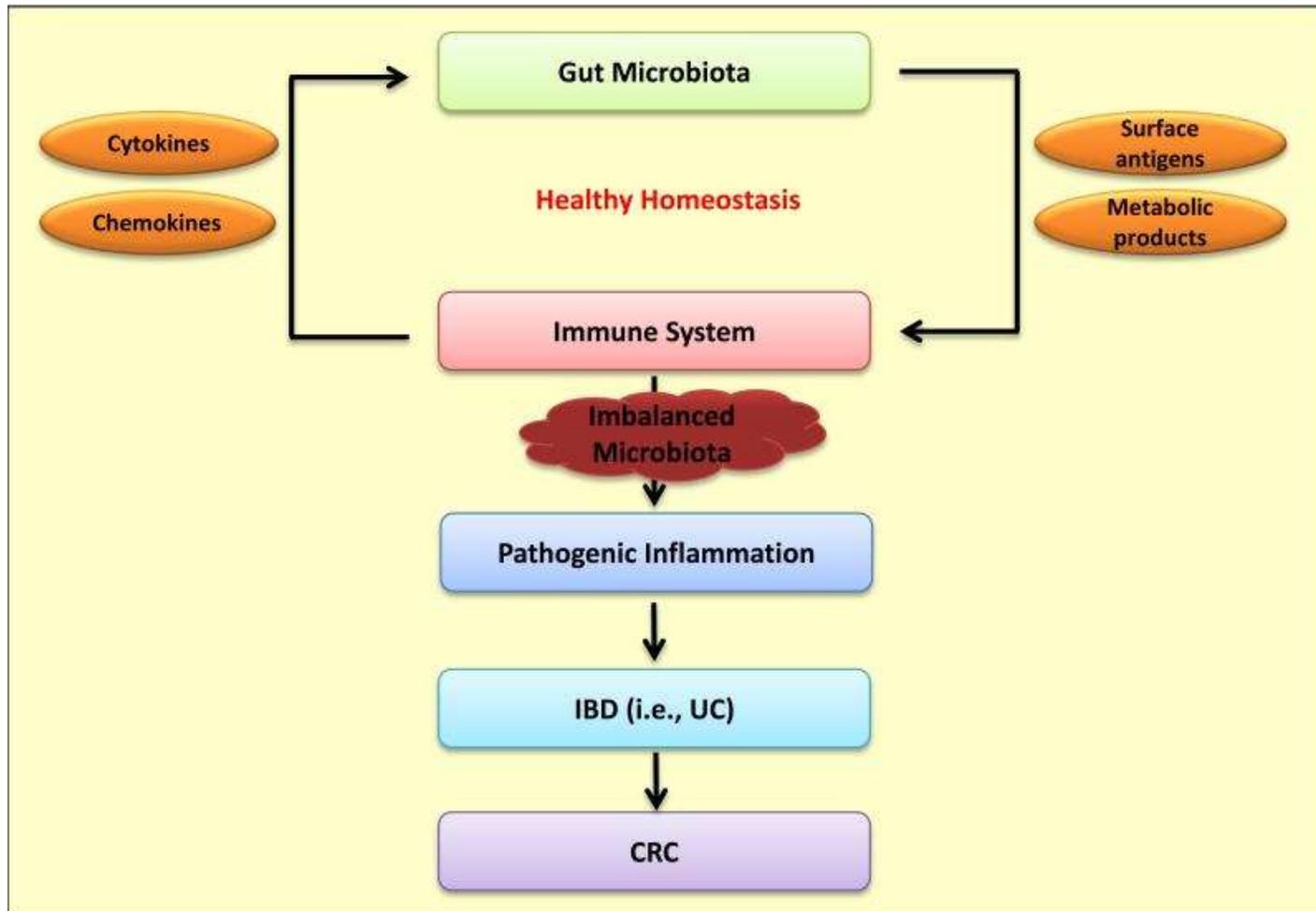
Trends Mol Med. 2016 Jun;22(6):458-478. doi: 10.1016/j.molmed.2016.04.003. Epub 2016 May 10. Antibiotic-Induced Changes in the Intestinal Microbiota and Disease. Becattini S., Taur Y., Pamer EG.

Interactions between the gut microbiota and the immune system maintain healthy homeostasis.

Microbiota impact on the epigenetic regulation of colorectal cancer.

Either alteration of the gut microbiota composition or over activation of the immune system may disrupt the balance, and therefore, induce inflammation and even IBD or CRC.

IBD, Inflammatory Bowel Disease; UC, Ulcerative Colitis; CRC, Colorectal Cancer



Batteri PATOGENI



Figura 20-13 Immagine MES di *Helicobacter pylori* adeso al rivestimento epiteliale dello stomaco

Helicobacter pylori causa ulcera peptica.

Gli **stafilococchi** vivono normalmente nel naso e sulla pelle. Sono patogeni opportunisti che causano malattie quando il sistema immunitario dell'ospite è compromesso. *Staphylococcus aureus* è responsabile dei foruncoli e di infezioni cutanee anche molto gravi; può infettare le ferite. Alcuni ceppi di *S. aureus* causano una forma di avvelenamento alimentare; altri ceppi provocano la sindrome da shock tossico (vedi Figura 20-14).

I **clostridi** sono anaerobi. Una specie causa il tetano, un'altra la cancrena gassosa. *Clostridium botulinum* può provocare il botulismo, un tipo di avvelenamento alimentare spesso letale.

Batteri PATOGENI

TABELLA 20-4 Importanti malattie batteriche e loro agenti eziologici

MALATTIA	PATOGENO	EPIDEMIOLOGIA/COMMENTI
Antrace	<i>Bacillus anthracis</i>	Colpisce più comunemente gli animali domestici, come il bestiame. Può essere trasmesso all'uomo da animali o da prodotti di animali infetti. Le endospore possono sopravvivere nel suolo per molti anni. L'antrace non si trasmette da persona a persona. L'infezione può verificarsi in tre forme: cutanea, per inalazione e gastrointestinale.
Diarrea associata agli antibiotici e infiammazione del colon	<i>Clostridium difficile</i>	Sono a rischio la maggior parte delle persone anziane che prendono gli antibiotici, quelle con sistema immunitario debilitato e i pazienti in ospedale e strutture sanitarie per periodi di tempo lunghi.
Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i>	Si contrae consumando alimenti che contengono l'endotossina o attraverso ferite infette. Il botulismo infantile è causato dall'ingestione di endospore. Causa paralisi muscolare e può determinare la morte per blocco respiratorio.
Clamidia	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Una delle più frequenti malattie a trasmissione sessuale negli Stati Uniti. Circa il 75% delle donne infette e il 50% degli uomini infetti sono asintomatici. Se non trattata, l'infezione si diffonde e danneggia gli organi riproduttivi; può portare all'infertilità. Questo patogeno può anche infettare gli occhi ed è responsabile di milioni di casi di cecità in tutto il mondo ogni anno.
Colera	<i>Vibrio cholerae</i>	Si contrae consumando alimenti o acqua contaminati dal batterio. È comune nelle zone con acque impure e inadeguati trattamenti delle acque di scarico. In batterio infetta l'intestino e può causare una grave diarrea. La rapida perdita di liquidi può portare alla disidratazione e alla morte.
Difterite	<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Si trasmette da persona a persona attraverso stretti contatti respiratori e fisici. È endemica nei paesi in via di sviluppo. Negli Stati Uniti non è più comune dagli anni '20 del secolo scorso, quando si rese disponibile il vaccino. Il batterio infetta il muscolo cardiaco e le vie respiratorie.
Tifo epidemico	<i>Rickettsia prowazekii</i>	È trasmesso da pidocchi del corpo infetto. Dopo un periodo di incubazione di 8-12 giorni, si sviluppano i sintomi, che includono febbre, forte emicrania, dolori muscolari e brividi. Dopo diversi giorni, compare un'eruzione cutanea. Circa il 40% dei pazienti non trattati muore.
Gonorrea	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Comune malattia a trasmissione sessuale.
Malattia di Hansen (lebbra)	<i>Mycobacterium leprae</i>	Si pensa che possa essere trasmessa da persona a persona attraverso le secrezioni nasali. Questa malattia ha provocato la morte di 2 milioni di persone in tutto il mondo. Tipicamente, colpisce la pelle, i nervi e le membrane.
Malattia di Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i>	È trasmessa all'uomo dal morso di zecche infette. I sintomi includono eruzioni cutanee, emicrania, febbre e affaticamento. Se non trattata, l'infezione può diffondersi alle articolazioni, al cuore e al sistema nervoso.
Ulcera peptica	<i>Helicobacter pylori</i>	L'ulcera peptica è una lesione nel rivestimento interno dello stomaco o del duodeno (parte superiore dell'intestino tenue).
Pertosse (tosse convulsiva)	<i>Bordetella pertussis</i>	È altamente trasmissibile da persona a persona. Causa violenti spasmi di tosse. È disponibile la vaccinazione.
Peste	<i>Yersinia pestis</i>	È trasmessa all'uomo da roditori, scoiattoli e gatti selvatici attraverso pulci infette. Se non trattata, può portare alla morte. Ha ucciso milioni di persone in Europa durante il Medioevo.
Polmonite	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	È trasmessa da persona a persona. Ceppi di <i>S. pneumoniae</i> sono resistenti a uno o più antibiotici comunemente utilizzati per il trattamento di questa infezione. L'incidenza è diminuita in seguito all'introduzione di un vaccino.
Salmonella (salmonellosi)	<i>Salmonella</i> sp.	È trasmessa all'uomo da polli, uova o altri alimenti contaminati. È trasmessa anche attraverso le feci di animali infetti, come lucertole, tartarughe, pulcini, uccelli, cani e gatti. I sintomi includono febbre, diarrea e mal di stomaco.
Sifilide	<i>Treponema pallidum</i>	È una malattia a trasmissione sessuale che si trasmette attraverso il contatto diretto con una piaga da sifilide. Se non trattata, arriva a danneggiare cervello, fegato, ossa e milza, e può portare alla morte.
Diarrea del viaggiatore	<i>Escherichia coli</i> (enterotossigenico) è la causa più comune	Si contrae consumando alimenti o acqua contaminati. Colpisce dal 30% al 50% dei viaggiatori nelle aree ad alto rischio (Centro e Sud America, Africa, Medio Oriente e gran parte dell'Asia).
Tubercolosi	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	È trasmessa da persona a persona attraverso l'inalazione di aria contenente il patogeno. I sintomi includono affaticamento, tosse, febbre e perdita di peso. Non è comune negli Stati Uniti. Tuttavia, una forma resistente a molti farmaci costituisce una minaccia crescente.
Febbre tifoide	<i>Salmonella typhi</i>	È trasmessa da persona a persona attraverso la contaminazione fecale di alimenti o acqua. Il rischio massimo è a carico dei viaggiatori nei paesi in via di sviluppo, ma è disponibile il vaccino. I sintomi includono febbre alta, emicrania e inappetenza. Se non trattata, può portare alla morte.

Molti batteri formano biofilm

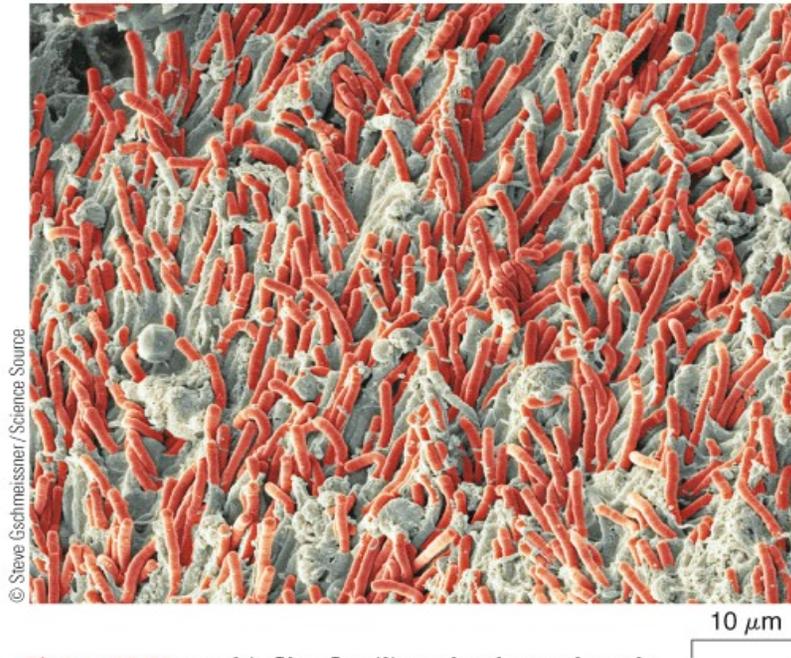


Figura 20-11 Un biofilm familiare: la placca dentale

Fotografia MES colorata di una placca dentale che consiste di un film di batteri (*in rosso*) inseriti in una matrice di glicoproteine (*in blu*). I batteri nella placca possono produrre acidi che erodono lo smalto dei denti causando le carie dentali.

Molti batteri e archeobatteri formano biofilm ovvero dense comunità di microrganismi che aderiscono a superficie solide.

I procarioti secernano una sostanza appiccicosa e viscida ricca di polisaccaridi

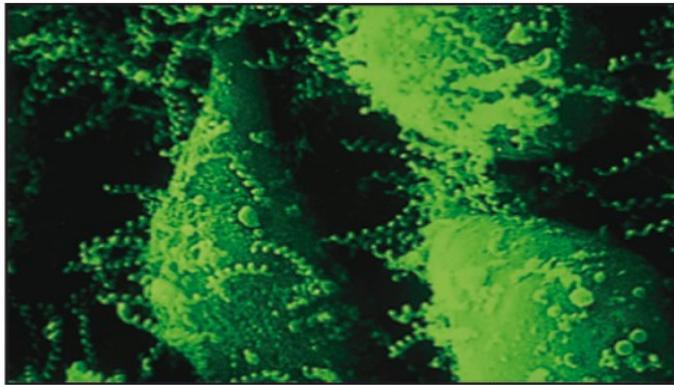
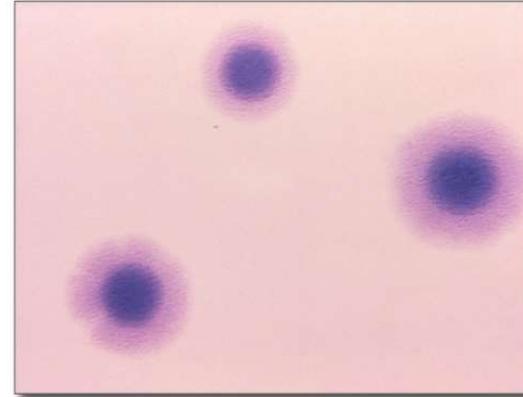
Un biofilm forma strati spessi 200 μm .

La placca dentale è un esempio di biofilm.

Tale film si forma anche su cateteri, lenti a contatto e protesi articolari

MICOPLASMI

- Le più piccole cellule viventi
- **Prive di parete cellulare**
- Diametro di 0,2 μm
- Vivono nel terreno e nelle acque di scarico
- Alcune specie vivono nelle mucose umane



5 μm



Figura 2.15 I micoplasmici sono i batteri più piccoli. Sono gli eubatteri privi di parete cellulare che vivono nel terreno, nelle acque di scarico ed alcune specie anche nelle mucose umane. Immagine al microscopio elettronico a scansione di un micoplasma su un fibroblasto.

MICOPLASMI

Problematiche in Laboratorio di Ricerca:

- Non si vedono con il microscopio ottico
- Non modificano la morfologia delle cellule contaminate, pur essendo presenti
- Alterano crescita e caratteristiche biochimiche / antigeniche delle cellule in vitro
- Visibili solo con microscopio a fluorescenza dopo colorazione del DNA o altre metodiche tipo PCR



Colture cellulari in fiaschina

ARCHEA

Sono i procarioti **più antichi (batteri primitivi)**,
dal Greco Archè = Antico

Vivono sia negli habitat comuni ma anche in
condizioni estreme (estremofili):

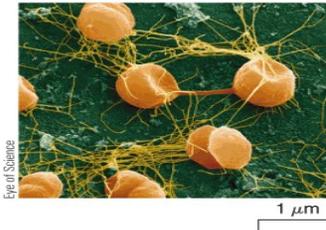
- Temperature elevate *termofili estremi* (es. Sorgenti Vulcaniche)
- Temperature molto basse come nelle Pozze coperte di ghiaccio dell'Antartide
- Acque estremamente salate (*alofili*)
- Notevoli Profondità e Assenza di Ossigeno (es. nel Mar Nero)



(a) **Termofili estremi.** Colonie arancioni e gialle di termofili estremi prosperano nel Grand Prismatic Spring nel parco nazionale di Yellowstone in Wyoming, USA.



(b) **Alofili estremi.** Le vasche per l'evaporazione dell'acqua marina nei pressi della baia di San Francisco sono colorate di rosa, arancio e giallo per l'elevato numero di alofili estremi che crescono in esse. I colori dipendono dai pigmenti presenti nelle membrane cellulari. Questi batteri sono innocui, e il sale che rimane in seguito all'evaporazione dell'acqua ha un valore commerciale.



(c) **Fotografia MES del *Pyrococcus furiosus*, un anaerobio che vive nella sabbia marina.** Questo metanogeno è altamente resistente alle alte temperature; il suo optimum di temperatura è circa 100°C. *Pyrococcus* è classificato come un eucariote.

Figura 20-10 Archeobatteri che abitano gli ambienti estremi

ARCHEA

Tra gli Archeobatteri troviamo:

- **METANOGENI produttori di gas metano**
 - ❑ Procarioti in grado di produrre gas metano CH_4
 - ❑ trasformano CO_2 e H_2
 - ❑ molto semplici
 - ❑ capaci di vivere senza ossigeno (anaerobi)



Figura 2.14 Gli archeobatteri o batteri primitivi. I metanogeni, che producono gas metano, mancano di citocromi per cui il meccanismo di trasporto degli elettroni è molto diverso da quello degli altri batteri e degli eucarioti. Immagine al microscopio elettronico a scansione di *Methanoarcina mazei*.

Le cellule procariotiche si dividono velocemente per scissione binaria (in meno di 20 minuti)

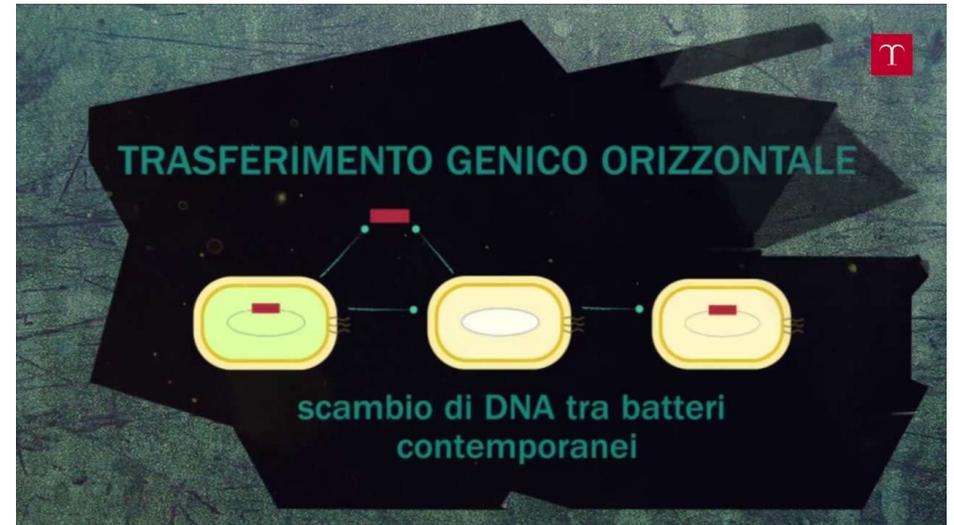


K. Lounatmaa/Science Source

Immagine MET a colori intensificati di un batterio (*Streptococcus pyogenes*) che si sta dividendo per scissione binaria. Questo batterio, un patogeno che vive nel naso e nella gola dell'uomo, può causare la scarlattina e infiammazioni al tessuto cardiaco. Il ceppo qui mostrato è resistente agli antibiotici e la sua infezione può risultare fatale.

NELLE POPOLAZIONI BATTERICHE L'EVOLUZIONE PROCEDE RAPIDAMENTE

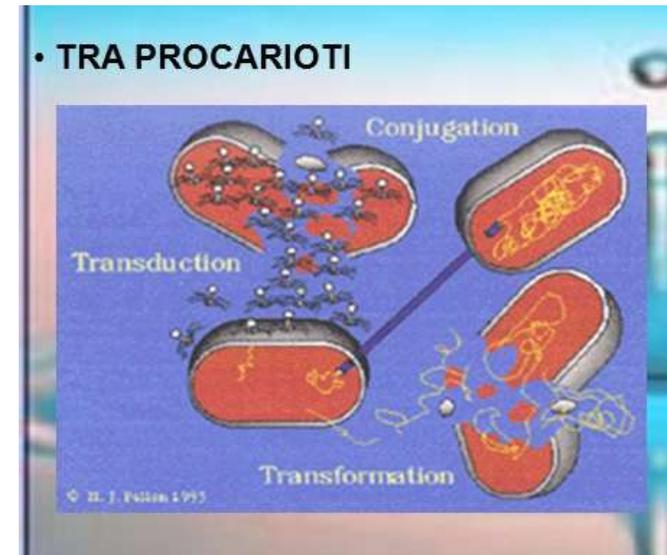
Il **trasferimento genico** orizzontale contribuisce notevolmente alla rapida evoluzione dei procarioti. L'acquisizione di nuovo DNA e la ricombinazione genetica sono importanti per la variazione genetica richiesta per la diversificazione e adattamento : il nuovo materiale genetico è trasferito per scissione binaria alle generazioni successive



Il trasferimento genico tra i procarioti avviene con tre meccanismi differenti:

I processi di trasferimento genico orizzontali sono:

- Trasformazione
- Trasduzione
- Coniugazione



TRASFORMAZIONE BATTERICA

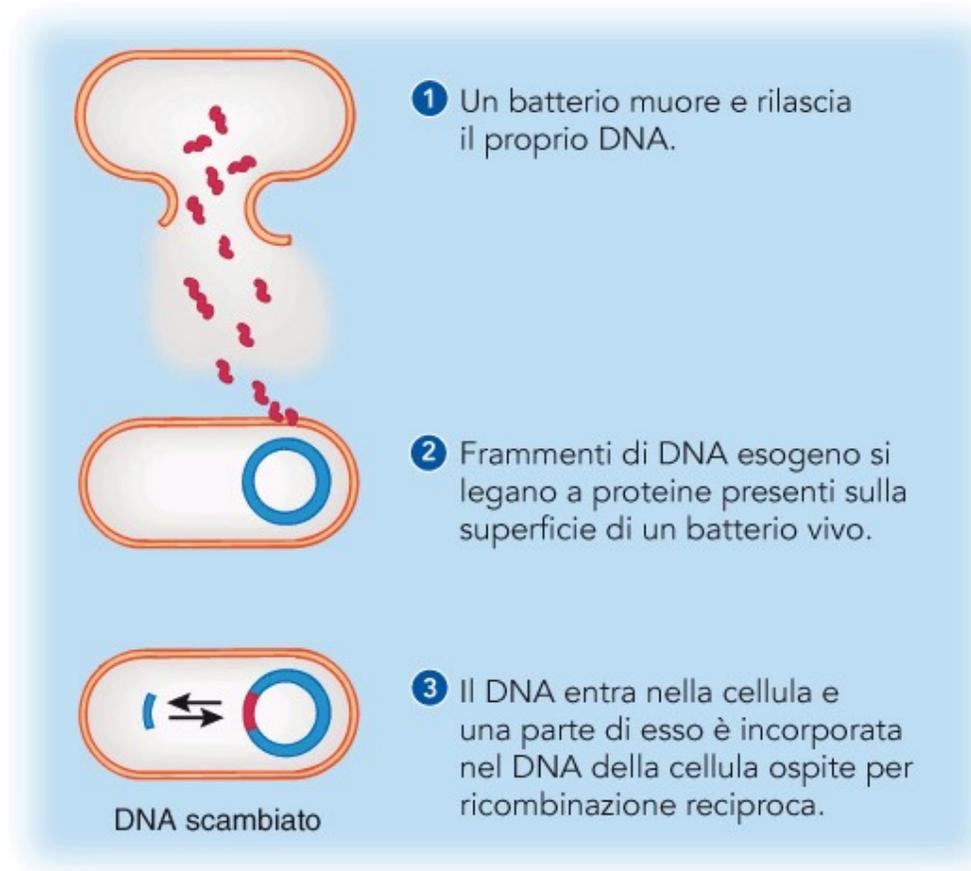


Figura 20-6 La trasformazione

Nella trasformazione un procariota prende il DNA esogeno dal suo ambiente. La cellula ospite cambia una parte del suo DNA con segmenti omologhi del DNA esogeno e dà luogo a una cellula ricombinata.

TRASDUZIONE BATTERICA

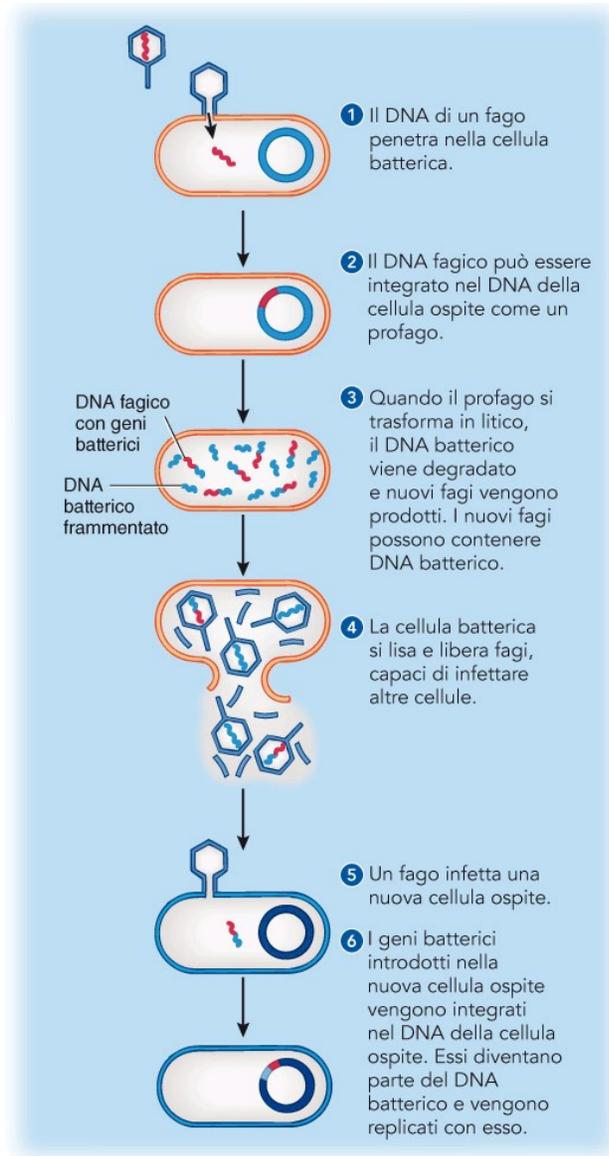


Figura 20-7 La trasduzione

In questo processo, un fago trasferisce il DNA batterico da un batterio a un altro e dà luogo a una ricombinazione genetica. La trasduzione è un importante mezzo di trasferimento genico orizzontale.

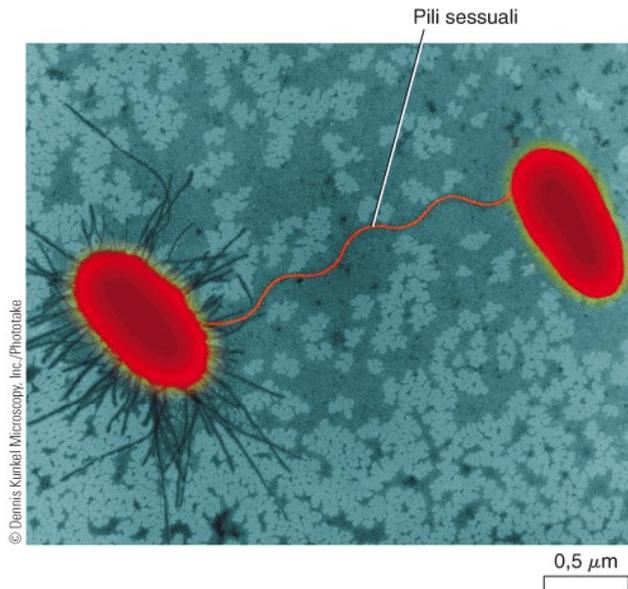


Quando un fago incorpora DNA batterico o archeobatterio trasferisce quel DNA al nuovo ospite batterico

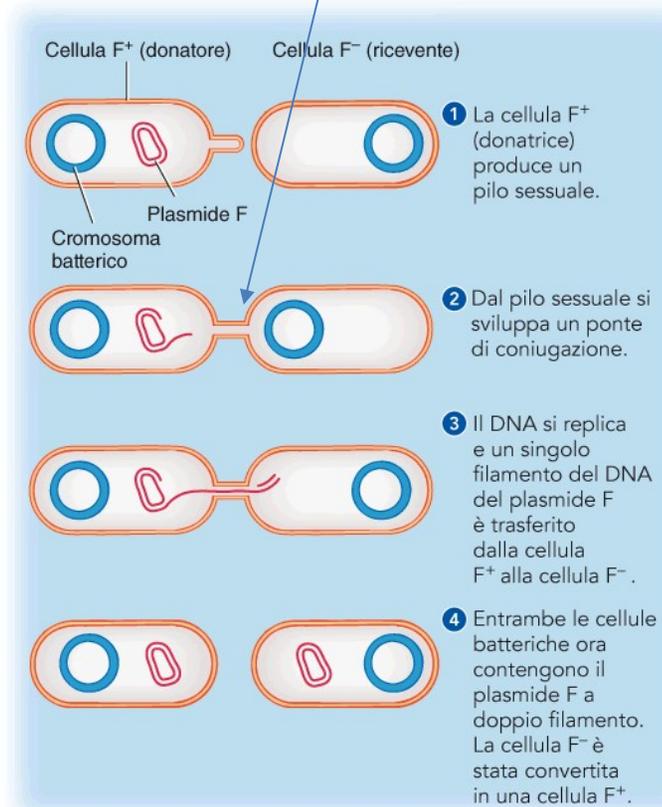
CONIUGAZIONE BATTERICA

PUNTO CHIAVE

La coniugazione, un meccanismo di trasferimento genico orizzontale, comporta la ricombinazione genetica.



(a) Fotografia MES a colori della coniugazione batterica di *E. coli*. I batteri sono collegati da un pilo di coniugazione. Quando vengono stimolate dal contatto, le cellule batteriche si avvicinano l'una all'altra e formano un ponte di coniugazione tra cellula donatrice e cellula ricevente (mostrato in b).



(b) Il processo di coniugazione.

Figura 20-8 La coniugazione

Nella coniugazione, un batterio donatore trasferisce DNA plasmidico a un batterio ricevente.

COLLEGARE Perché per una cellula batterica potrebbe essere vantaggioso ricevere il plasmide F da un'altra cellula?

CELLULA EUCARIOTICA

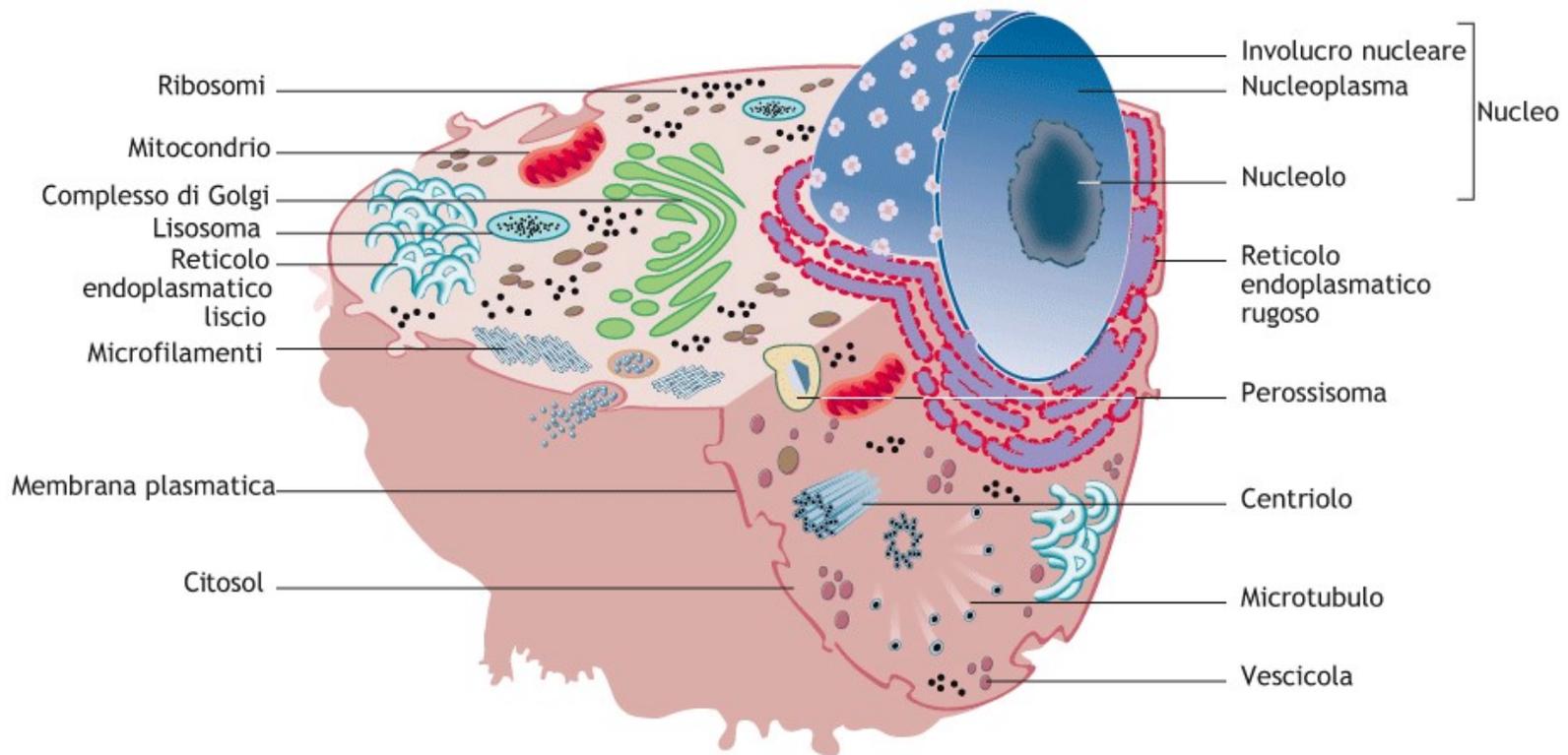


Figura 2.19 Rappresentazione schematica in cui sono riportati in maniera generale tutti gli organuli cellulari che possono essere riscontrati in una cellula animale.

La **COMPARTIMENTAZIONE** della cellula eucariotica prevede strutture delimitate da membrane dentro le quali possono avvenire molti processi chimici in modo simultaneo ma indipendente.
Gli **ORGANULI** hanno funzioni e strutture specifiche.

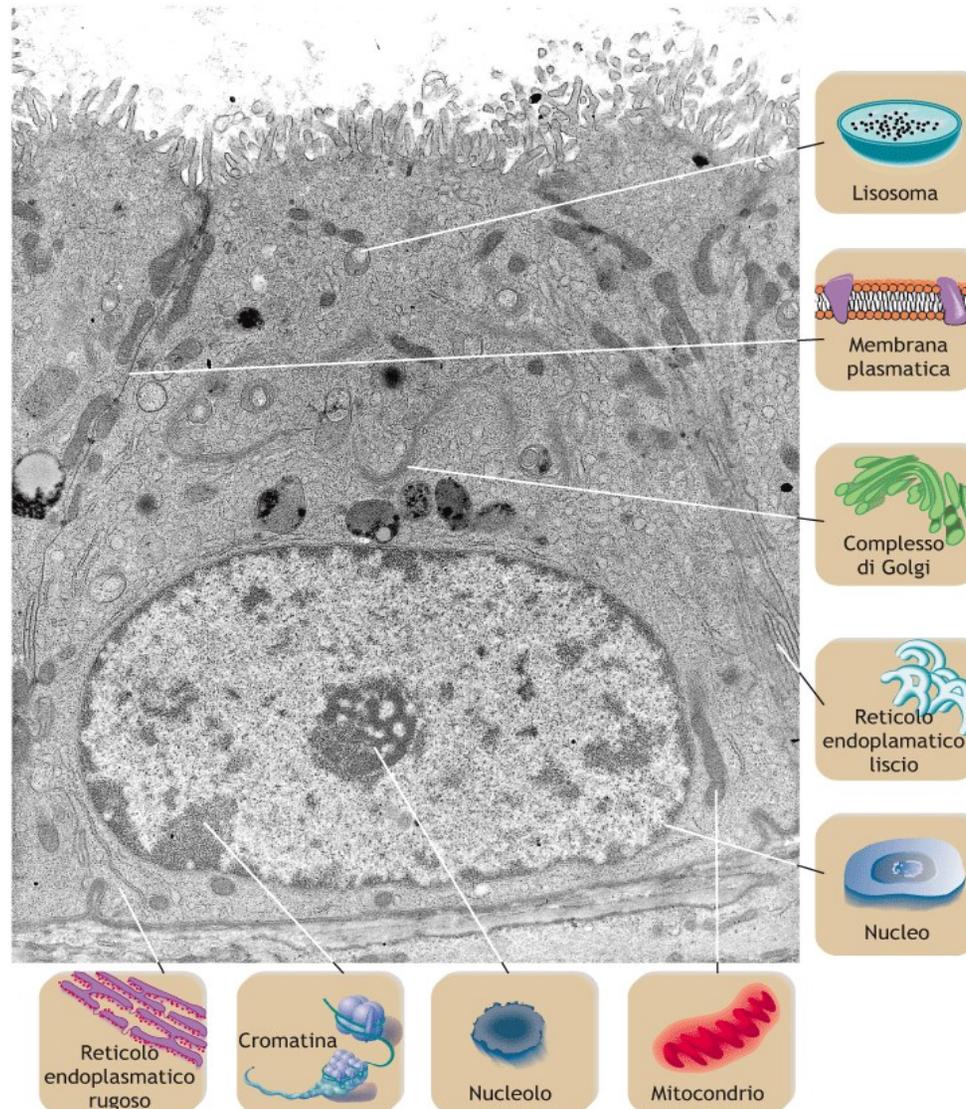
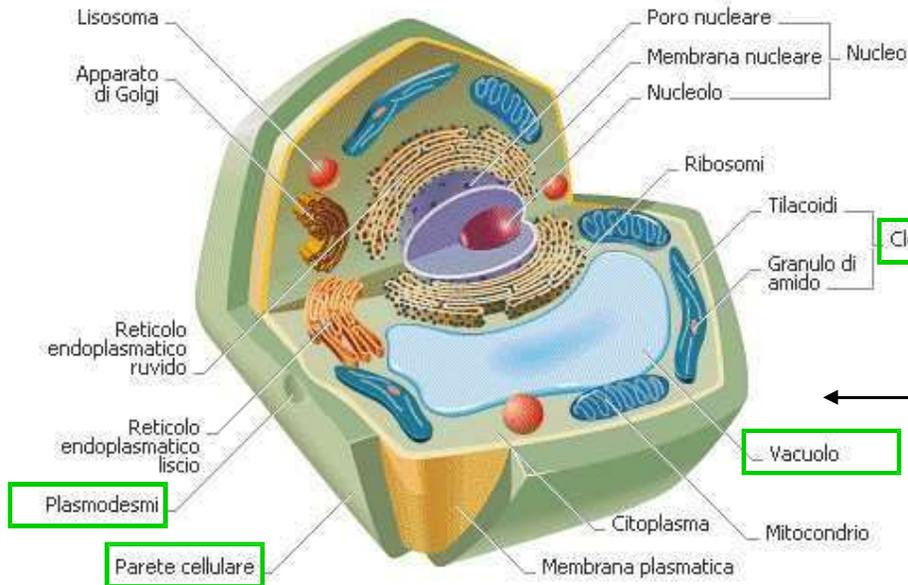
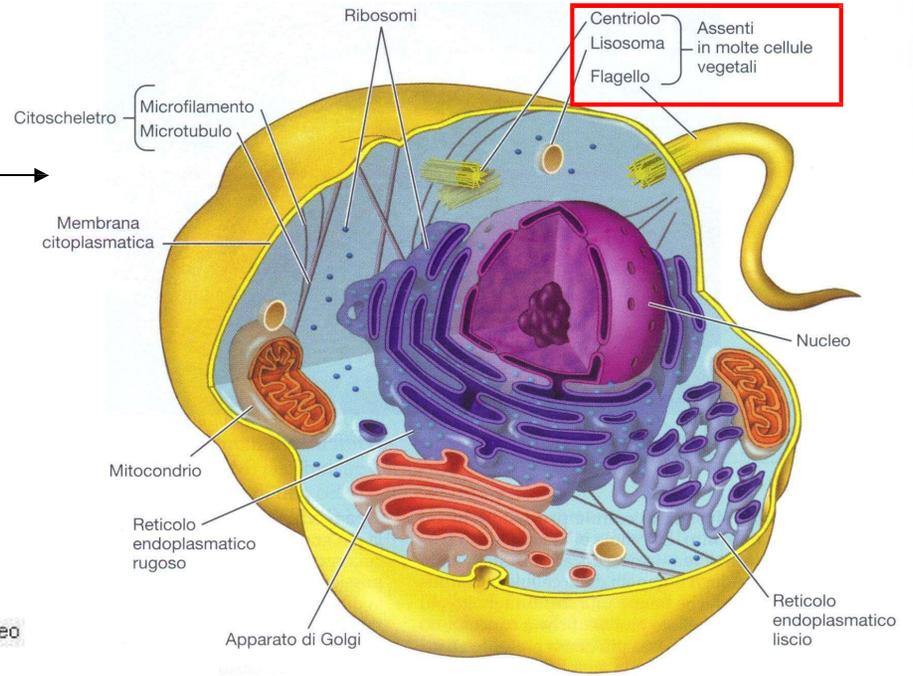


Figura 2.18 Struttura di una cellula eucariotica epiteliale con a lato schematizzati alcuni degli organuli cellulari.

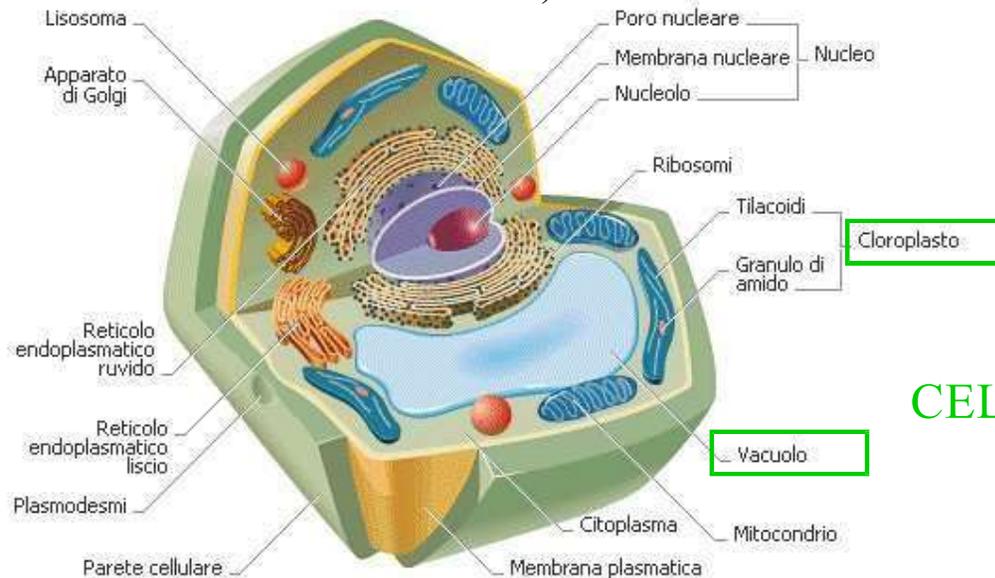
CELLULA ANIMALE



CELLULA VEGETALE

VACUOLO

- 1) Consente alla cellula di raggiungere notevoli dimensioni
- 2) Evita la formazione di spazi vuoti
- 3) Spinge il citoplasma verso l'esterno della cellula facilitando gli scambi metabolici
- 4) Rappresenta un sistema di escrezione dei rifiuti
- 5) Regola l'omeostasi, funzionando come osmometro, mediante variazioni di concentrazione del succo vacuolare
- 6) Funziona da organulo di riserva (acqua e varie sostanze)
- 7) Concorre alla colorazione di fiori, frutti e altre parti vegetali

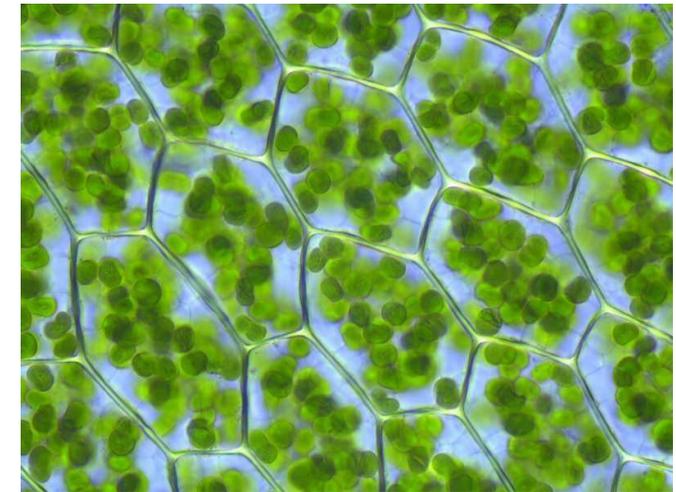


CELLULA VEGETALE

CLOROPLASTO

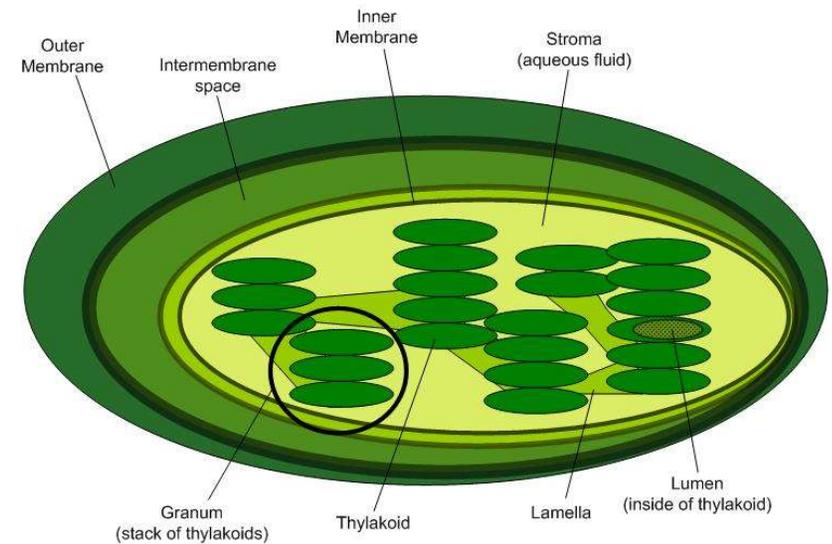
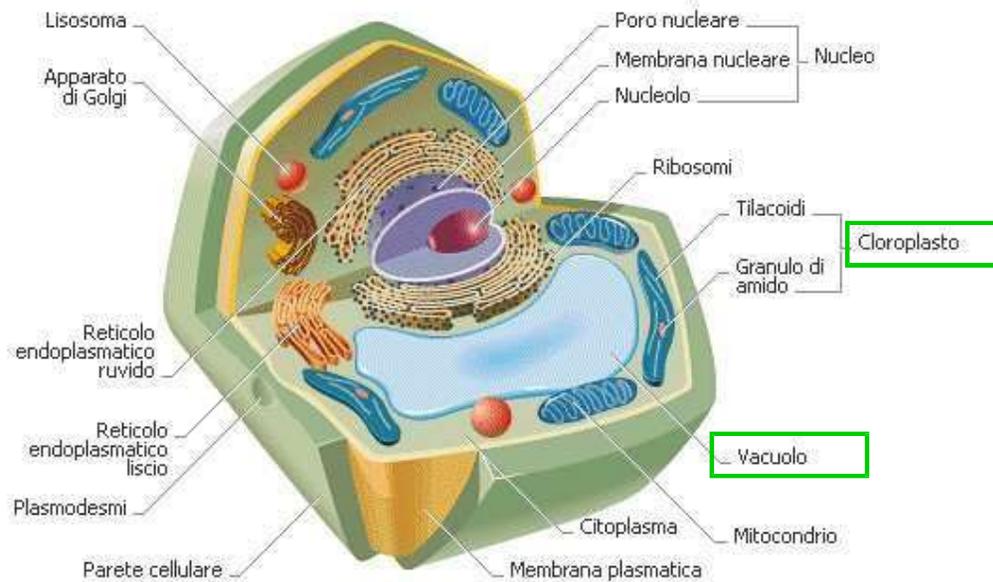
Organello in cui si svolge il processo della fotosintesi clorofilliana.

L'energia luminosa viene catturata dai pigmenti di clorofilla viene convertita in energia chimica (ATP)



Cellule vegetali al cui interno sono visibili i cloroplasti

CELLULA VEGETALE



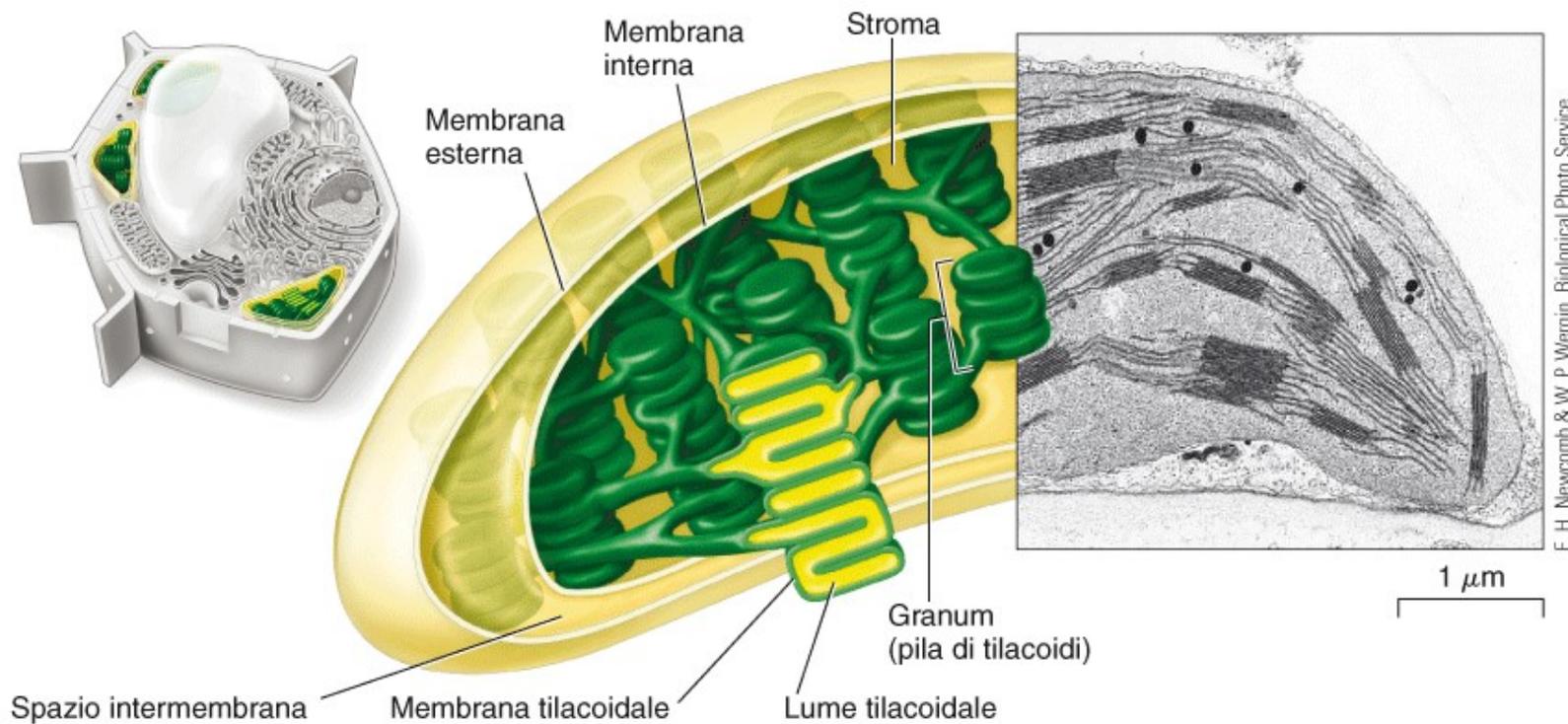


Figura 4-21 Il cloroplasto, l'organulo della fotosintesi

L'immagine MET mostra parte di un cloroplasto di una cellula di foglia di granoturco. La clorofilla e gli altri pigmenti fotosintetici si trovano nelle membrane tilacoidali. Un granum è stato sezionato per mostrare il lume tilacoidale. La membrana interna del cloroplasto può essere o non essere collegata direttamente alla membrana tilacoidale.

Confronto tra le caratteristiche della cellula procariotica ed eucariotica

Caratteristica	Cellule Procariotiche (Eubatteri e Archeobatteri)	Cellule Eucariotiche
Dimensione	1-10um	10-100um
Nucleo delimitato da membrana	NO	SI
Organuli	NO	SI
Microtubuli	NO	SI
Microfilamenti	NO	SI
Esocitosi e Endocitosi	NO	SI
Modalità di divisione cellulare	Scissione	Mitosi e Meiosi
Informazione genetica	Molecole di DNA complessate con poche proteine	DNA complessato con proteine a formare cromosomi
Maturazione dell RNA	Scarsa	Elevata
Ribosomi	Piccoli	Grandi

TABELLA 20-2**Comparazione dei tre domini**

CARATTERISTICHE	BACTERIA	ARCHAEA	EUKARYA
Involucro nucleare	Assente	Assente	Presente
Organelli delimitati da membrane	Assenti	Assenti	Presenti
Cromosoma circolare	Presente (lineare in alcune specie)	Presente	Assente
Numero di cromosomi	Tipicamente uno (possono essere presenti anche plasmidi)	Tipicamente uno (possono essere presenti anche plasmidi)	Tipicamente molti
Istoni associati al DNA	Assenti	Presenti	Presenti
Peptidoglicano nella parete cellulare	Presente	Assente	Assente
Struttura dei lipidi nella membrana	Acidi grassi a catena lineare legati al glicerolo attraverso legami esterei	Idrocarburi a catena ramificata legati al glicerolo attraverso legami esterei	Acidi grassi a catena lineare legati al glicerolo attraverso legami esterei
Dimensioni dei ribosomi	70S*	70S	80S, ad eccezione di quelli di mitocondri e cloroplasti
RNA polimerasi	Una sola RNA polimerasi relativamente semplice	Diverse RNA polimerasi relativamente complesse	Diverse RNA polimerasi relativamente complesse
Traduzione	Inizia con la formilmetionina	Inizia con la metionina	Inizia con la metionina
Crescita sopra i 70°C	Sì	Sì	No

*I numeri 70S e 80S si riferiscono al coefficiente di sedimentazione (una misura delle dimensioni relative) durante la centrifugazione.

Organismi

Organismi eucarioti pluricellulari

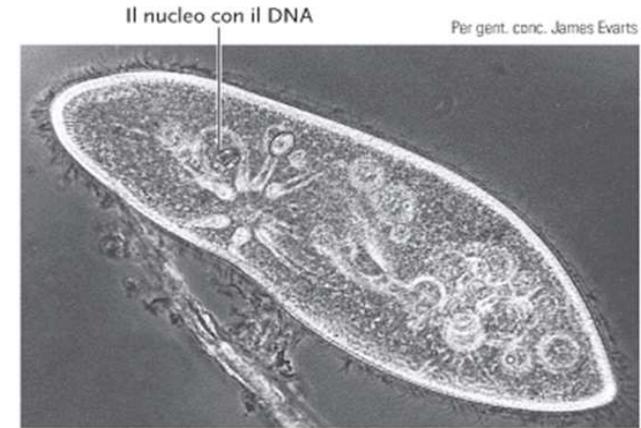


(b) Gli organismi pluricellulari, come questo bufalo africano (*Syncerus caffer*) e le piante di cui si ciba, possono essere costituiti da miliardi di cellule specializzate per svolgere specifiche funzioni.

Figura 1-1 Forme di vita unicellulari e pluricellulari

Organismi eucarioti unicellulari

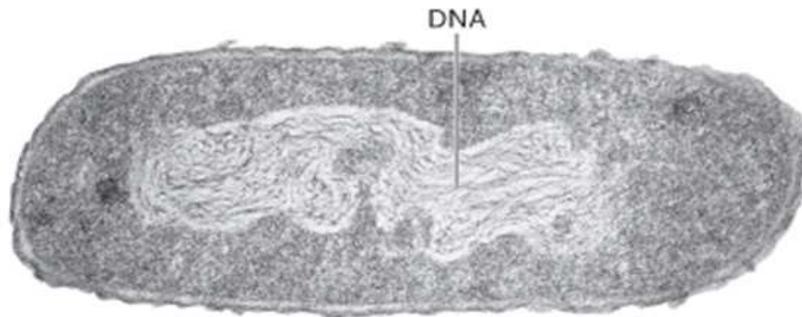
b. *Paramecium aurelia*, un eucariota



Per gent. conc. James Everts

Cellule procariotiche unicellulari

a. *Escherichia coli*, un procariota



Per gent. conc. © Dr. G. Cohen-Bazire

Figura 1.12

Le cellule procariotiche ed eucariotiche. (a) *Escherichia coli*, un procariota, non presenta strutture interne complesse che invece sono osservabili in (b) *Paramecium aurelia*, un eucariota. La maggior parte delle cellule eucariotiche è dalle 25 alle 50 volte più grande rispetto alle cellule procariotiche.

Osservare le cellule

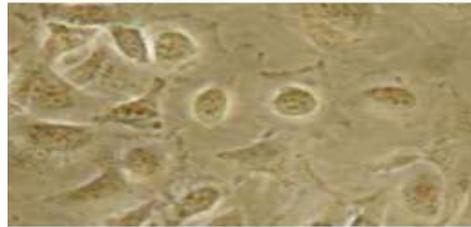
Figura 5.3 Per osservare le cellule Le sei immagini di questa pagina mostrano alcune tecniche usate nella microscopia ottica, mentre le tre immagini della pagina seguente sono state ottenute utilizzando microscopi elettronici. Tutte queste immagini raffigurano un tipo particolare di cellule in coltura conosciute come HeLa. Da notare che le immagini appaiono nella maggior parte

dei casi piatte e bidimensionali: invece bisogna tenere presente, guardandole, che le cellule sono oggetti tridimensionali.

Attività 5.2 Conosci le tue tecniche Know Your Techniques



In un *microscopio ottico* si usano lenti di vetro e luce visibile per formare un'immagine. La risoluzione è di circa $0,2 \mu\text{m}$, cioè 1000 volte maggiore di quella dell'occhio umano. La microscopia ottica permette di visualizzare le dimensioni e la forma delle cellule, oltre ad alcune strutture cellulari interne. Le strutture interne sono difficili da distinguere con la luce visibile, quindi le cellule vengono spesso trattate chimicamente e colorate con varie tinte per far risaltare certe strutture aumentando il contrasto.



30 μm

Nella **microscopia in campo chiaro** si fa passare la luce direttamente attraverso le cellule. Se non è presente una pigmentazione naturale si ha poco contrasto e i dettagli restano indistinti, come in queste cellule umane.



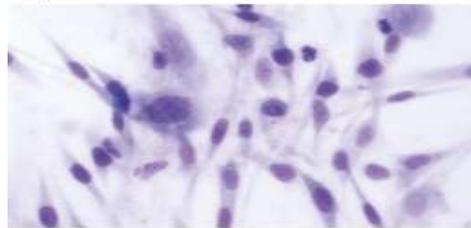
30 μm

Nella **microscopia a contrasto di fase** il contrasto nell'immagine viene aumentato esaltando le differenze nell'indice di rifrazione (la capacità di deviare la luce in base alla diversa densità), e quindi il chiaroscuro delle varie regioni cellulari.



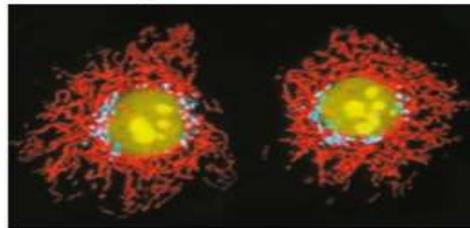
30 μm

La **microscopia differenziale a contrasto di interferenza** usa due raggi di luce polarizzata. Combinando le immagini, le cellule sembrano in rilievo, perché paiono proiettare un'ombra da un lato.



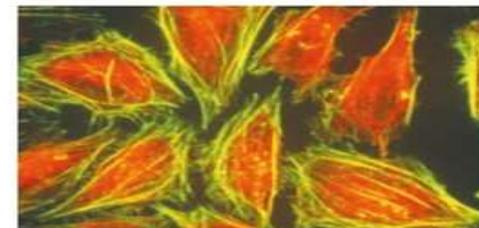
30 μm

Nella **microscopia con colorazione in campo chiaro** il contrasto viene accentuato da un colorante e si possono osservare dettagli altrimenti non visibili. I coloranti sono tra loro molto diversi come natura chimica e capacità di legarsi ai materiali cellulari, quindi offrono ampie possibilità di scelta.



20 μm

Nella **microscopia a fluorescenza** una sostanza a fluorescenza naturale presente nella cellula o un colorante fluorescente legato a sostanze cellulari specifiche vengono eccitati da un raggio luminoso, e viene osservata la luce emessa direttamente dalle sostanze fluorescenti a una lunghezza d'onda maggiore della luce incidente.

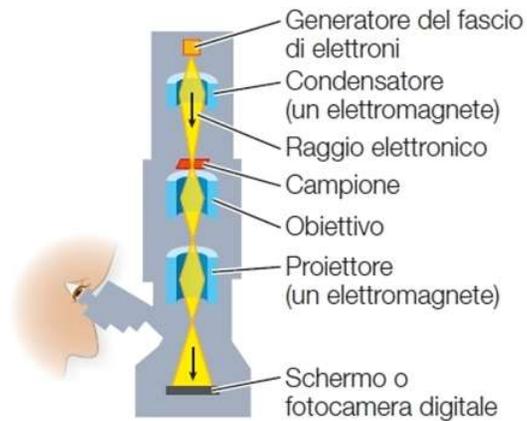


20 μm

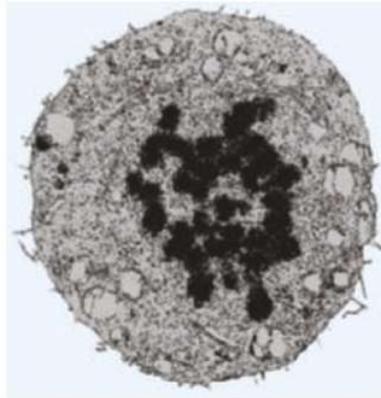
La **microscopia confocale** usa materiali fluorescenti ma aggiunge un sistema di messa a fuoco sia della luce incidente che eccita le molecole fluorescenti, sia di quella che esse emettono, in modo da far coincidere i due piani di fuoco sulla cellula in uno solo. Il risultato è un'immagine bidimensionale più nitida rispetto a quelle al microscopio a fluorescenza standard.

Osservare le cellule

Microscopio elettronico a trasmissione

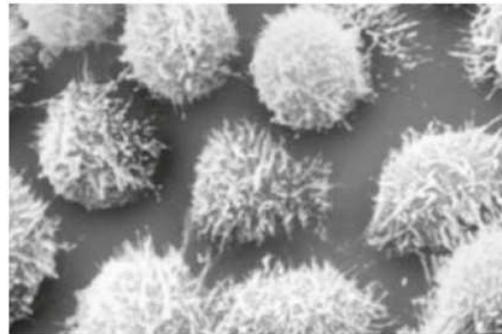


In un *microscopio elettronico* si utilizzano elettromagneti per mettere a fuoco un raggio elettronico su un oggetto, allo stesso modo in cui un microscopio ottico usa lenti di vetro per mettere a fuoco un raggio di luce. Visto che non possiamo vedere gli elettroni, il microscopio elettronico li dirige attraverso il vuoto fino a uno schermo fluorescente o a una fotocamera digitale per creare un'immagine visibile. La risoluzione dei microscopi elettronici è di circa 2 nm, cioè circa 100000 volte maggiore di quella dell'occhio umano. Questa risoluzione permette di distinguere i particolari di molte strutture subcellulari.



10 μm

Nella **microscopia elettronica a trasmissione (TEM)** un raggio di elettroni viene focalizzato sul campione tramite magneti. Gli oggetti che assorbono elettroni appaiono più scuri. Gli elettroni che li attraversano sono evidenziati su uno schermo fluorescente.



20 μm

Nella **microscopia elettronica a scansione (SEM)** si dirigono gli elettroni sulla superficie del campione, dove causano l'emissione di altri elettroni che si rendono visibili su uno schermo. Si riesce a ottenere un'immagine tridimensionale della superficie del campione.



0,1 μm

Nella **microscopia con criodecappaggio (freeze fracture)** si congelano le cellule e si utilizza una lama per staccarle e aprirle lungo la linea di frattura, che spesso attraversa l'interno della membrana plasmatica e delle membrane interne. Le «protuberanze» che appaiono sono solitamente grandi proteine o aggregati inseriti dentro la membrana.

grazie!

