

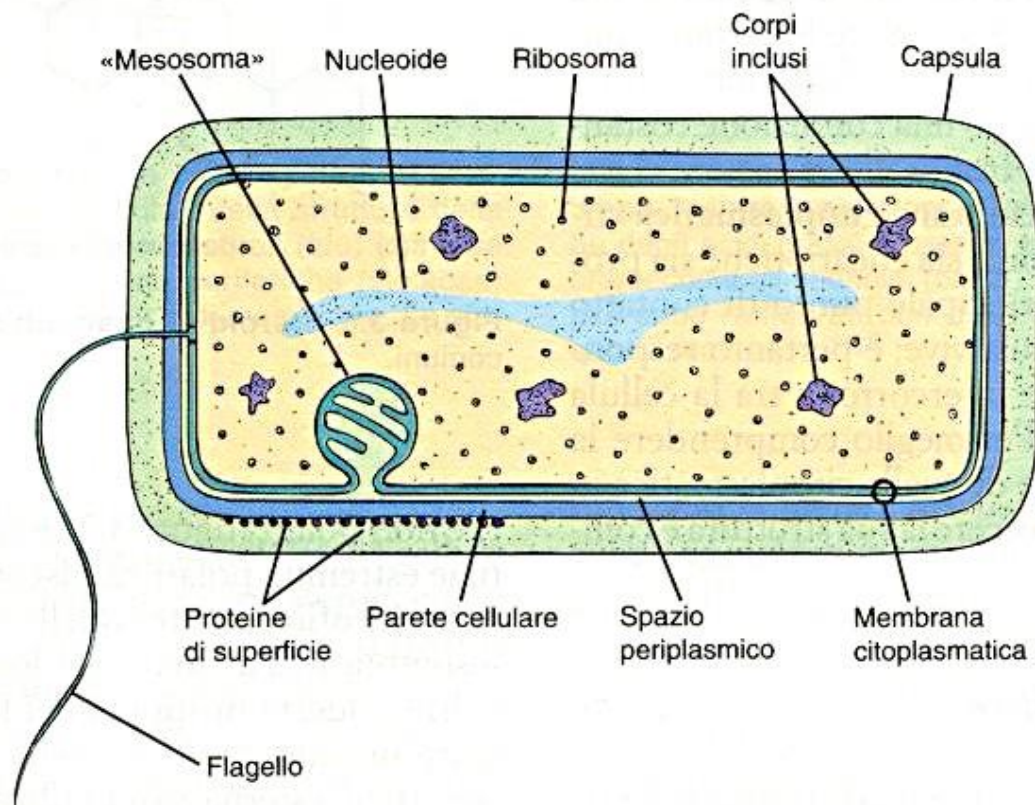


CELLULA BATTERICA

Prima parte

Prof.ssa Vivian Tullio





BATTERI

Cellula batterica = cellula procariotica

I batteri sono i più piccoli organismi cellulari avendo dimensioni dell'ordine del millesimo di millimetro (μ).

Al M.O. → due forme: cocchi e bacilli

Coccobacilli = batteri di forma cilindrica, se particolarmente corti

Bacilli fusiformi = estremità assottigliate

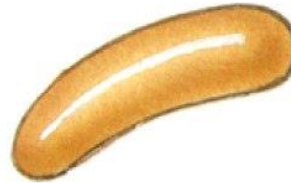
Vibrioni o spirilli = una o più curvature lungo l'asse maggiore



Coccus



Coccobacillus



Vibrio



Bacillus



Spirillum



Spirochete

Figure 4-1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons

SHAPES OF BACTERIA

COCCI

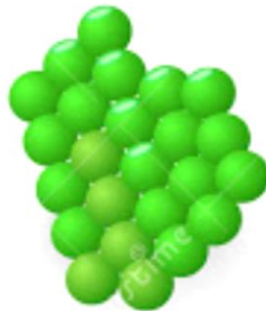


Diplococci
(*Streptococcus pneumoniae*)



Streptococci
(*Streptococcus pyogenes*)

Tetrad



Staphylococci
(*Staphylococcus aureus*)



Sarcina
(*Sarcina ventriculi*)

BACILLI



Chain of bacilli
(*Bacillus anthracis*)



Flagellate rods
(*Salmonella typhi*)



Spore-former
(*Clostridium botulinum*)

OTHERS



Vibrios
(*Vibrio cholerae*)



Spirilla
(*Helicobacter pylori*)



Spirochaetes
(*Treponema pallidum*)

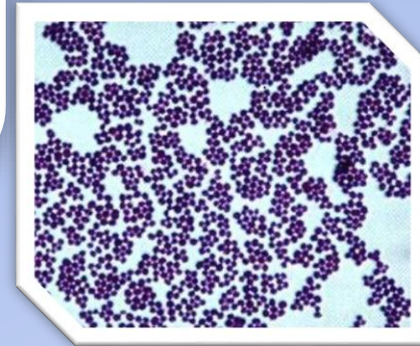
MORFOLOGIA BATTERICA

ESEMPI

COCCHI

STREPTOCOCCHI

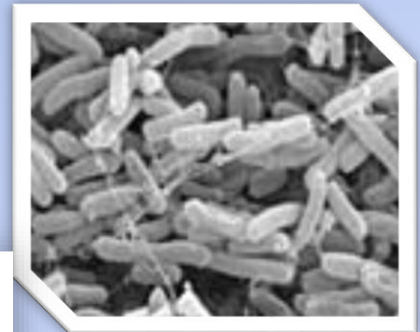
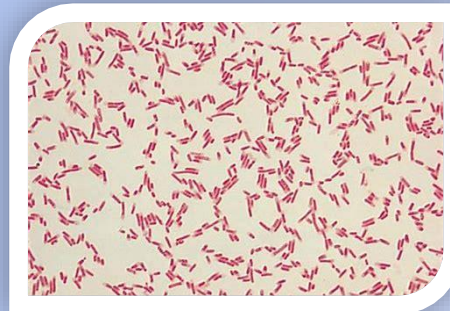
STAFILOCOCCHI



BACILLI

ESCHERICHIA COLI

SALMONELLA TYPHI

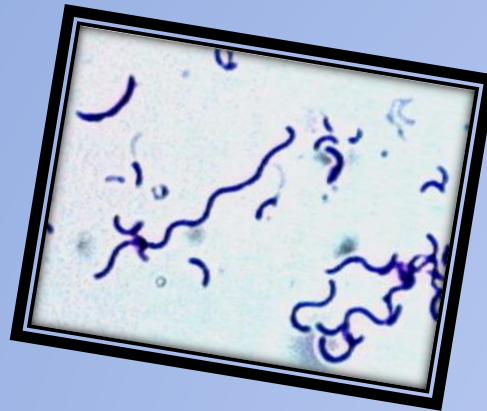
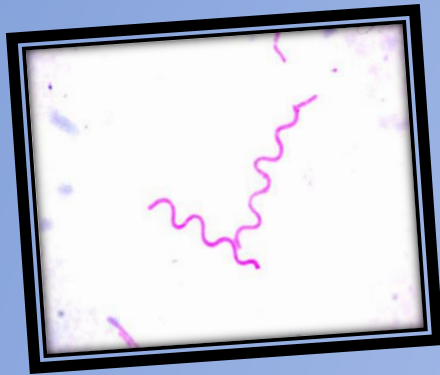


MORFOLOGIA BATTERICA (SPIRALE)



VIBRIONI

(Vibrio cholerae)



SPIRILLI

Spirillum minor (cavo orale dei roditori unico spirillo patogeno per l'uomo → morso)



SPIROCHETE

Treponema, Leptospira

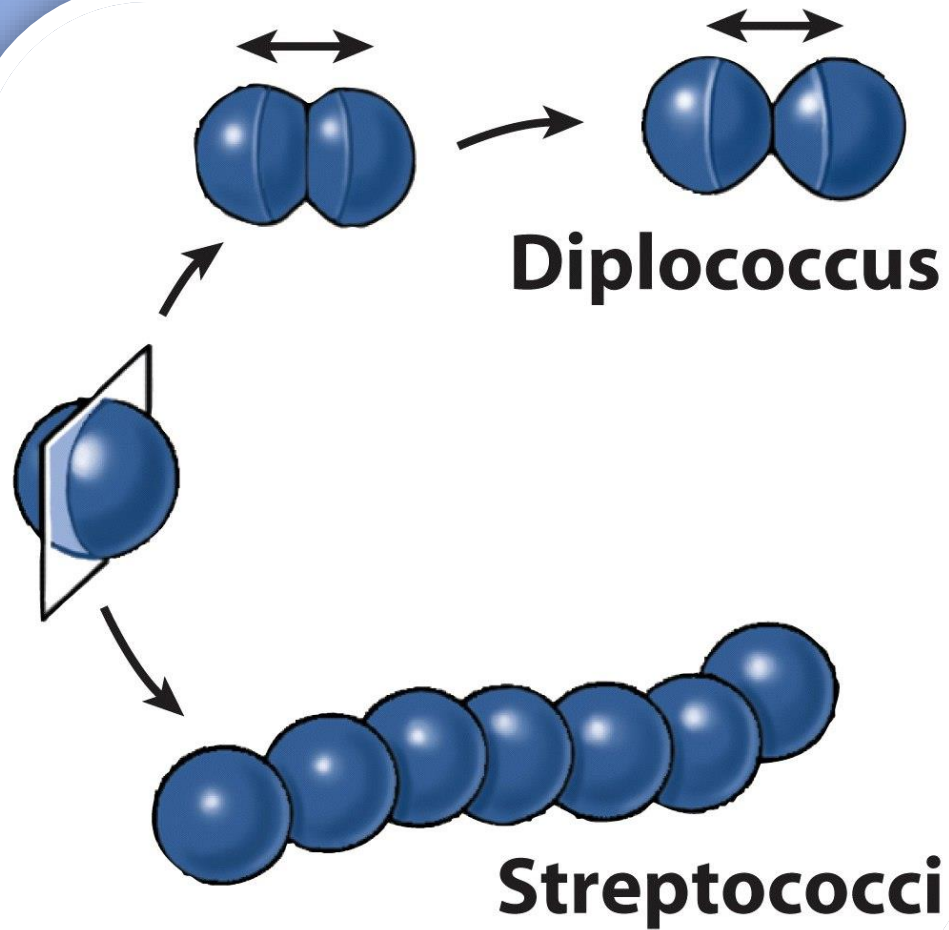
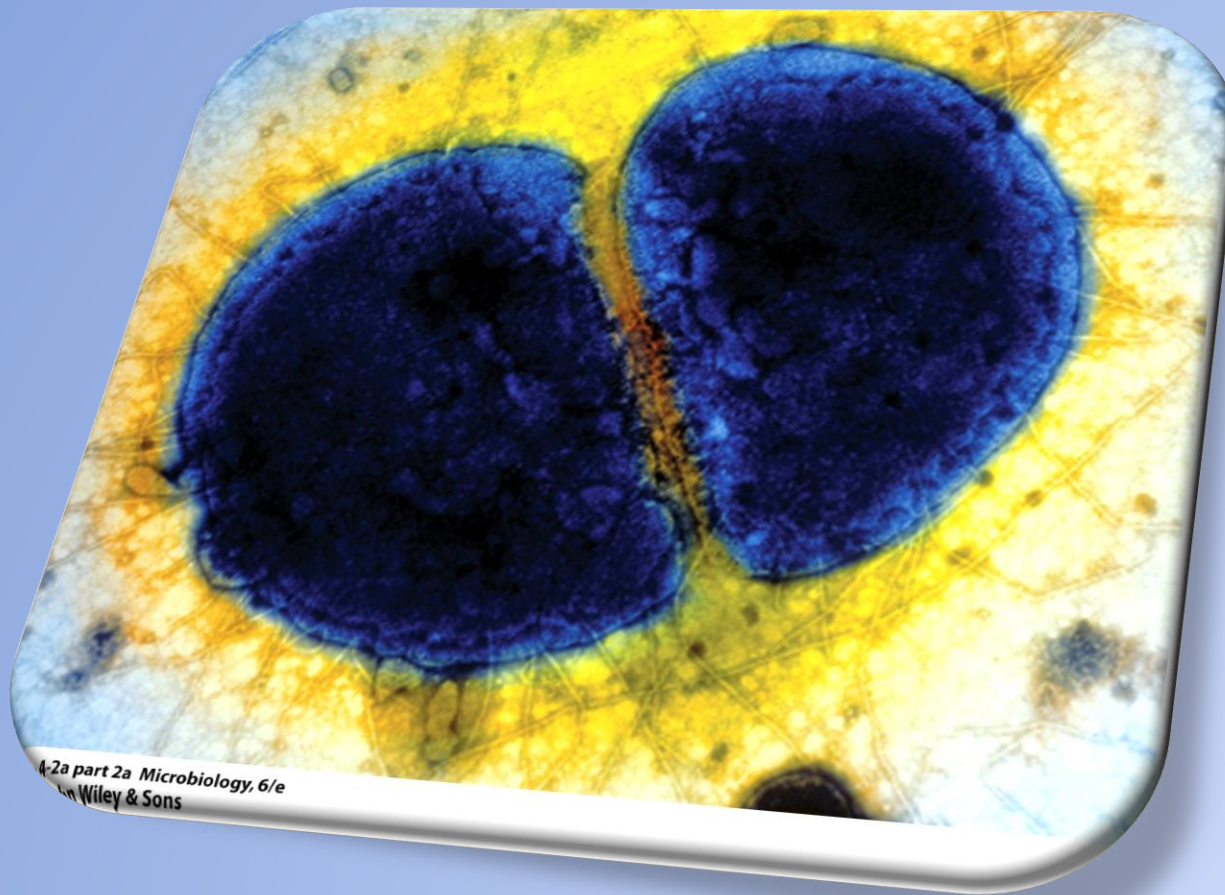


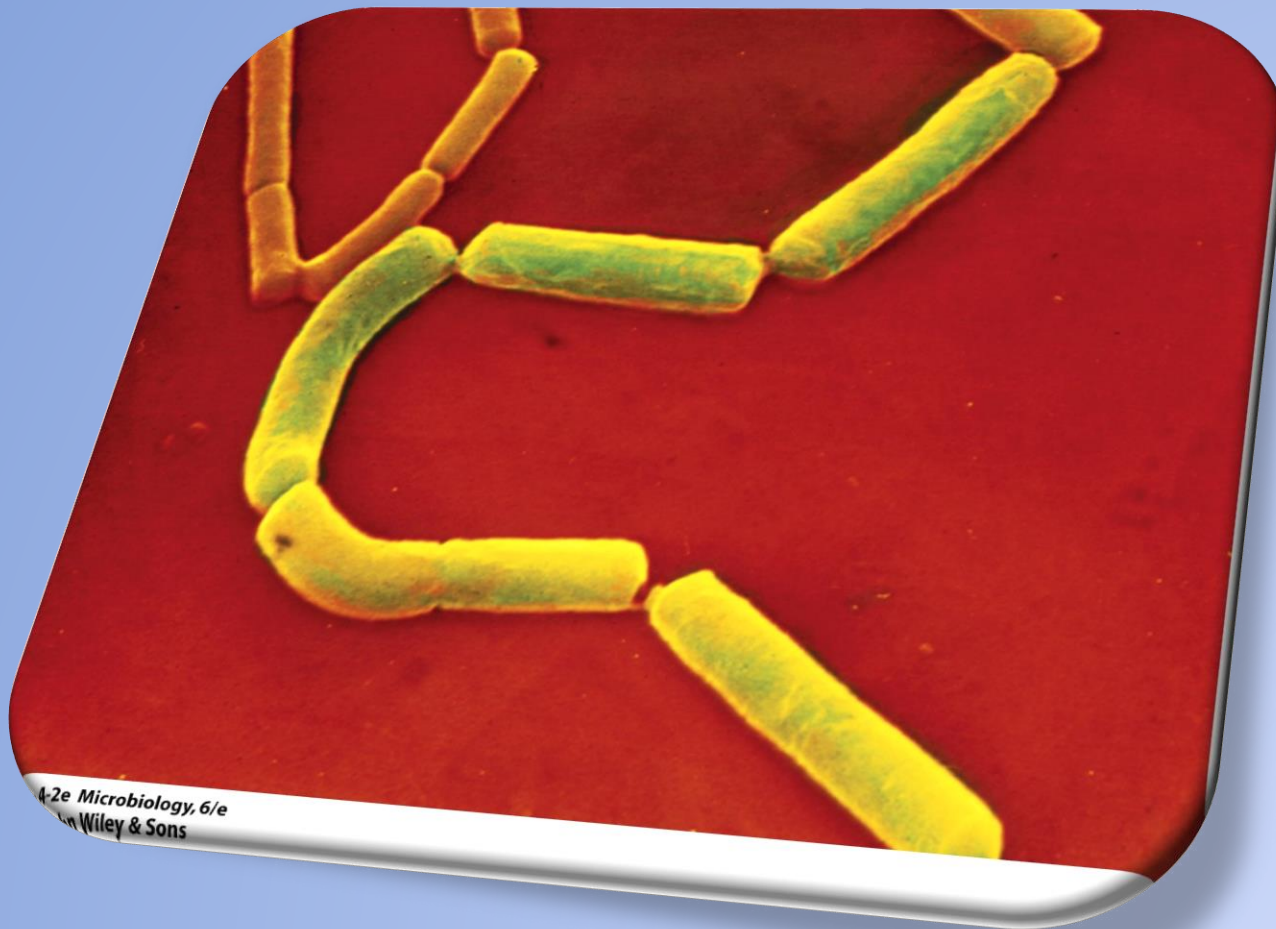
Figure 4-2a part 1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



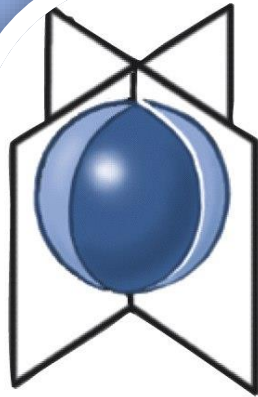
4-2a part 2a Microbiology, 6/e
© Wiley & Sons



4-2a part 2b Microbiology, 6/e
Wiley & Sons



4-2e Microbiology, 6/e
© 2004 Wiley & Sons



Tetrad

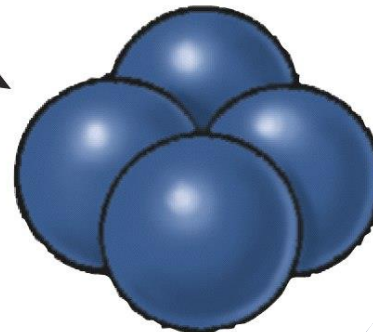
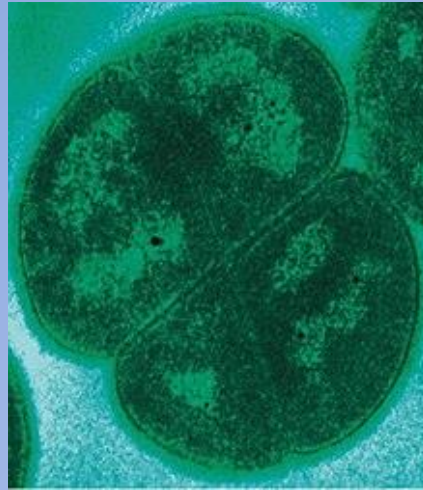


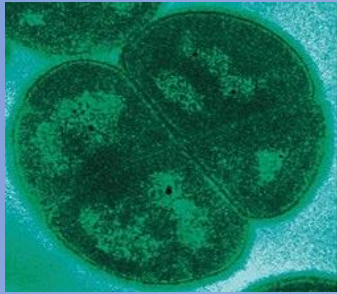
Figure 4-2b part 1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



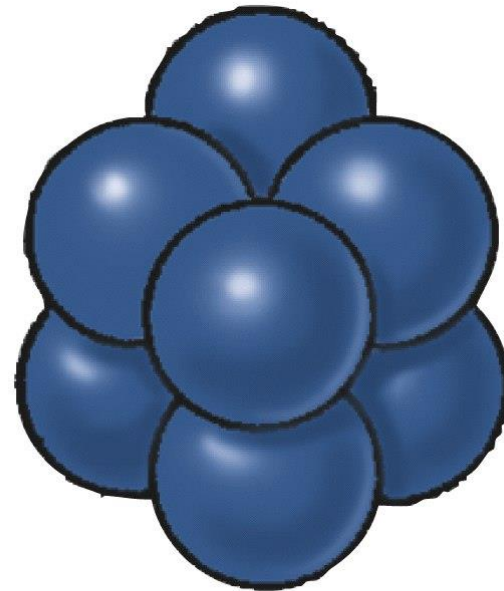
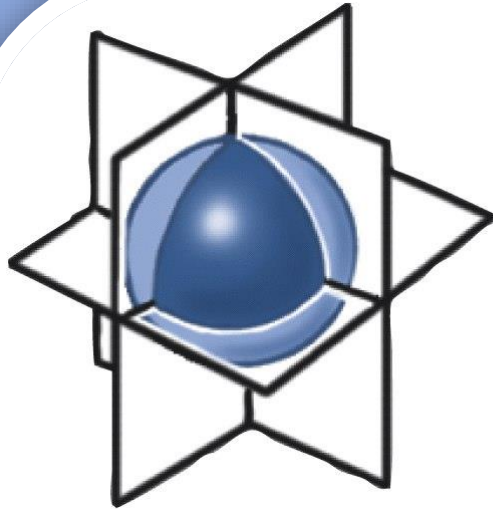
Deinococcus radiodurans

significa «terrificante *cocco* resistente alle radiazioni (isolato nel 1956 da carne in scatola sterilizzata con raggi gamma!)

Come conseguenza della sua capacità di resistenza è stato anche soprannominato "*Conan* il batterio"

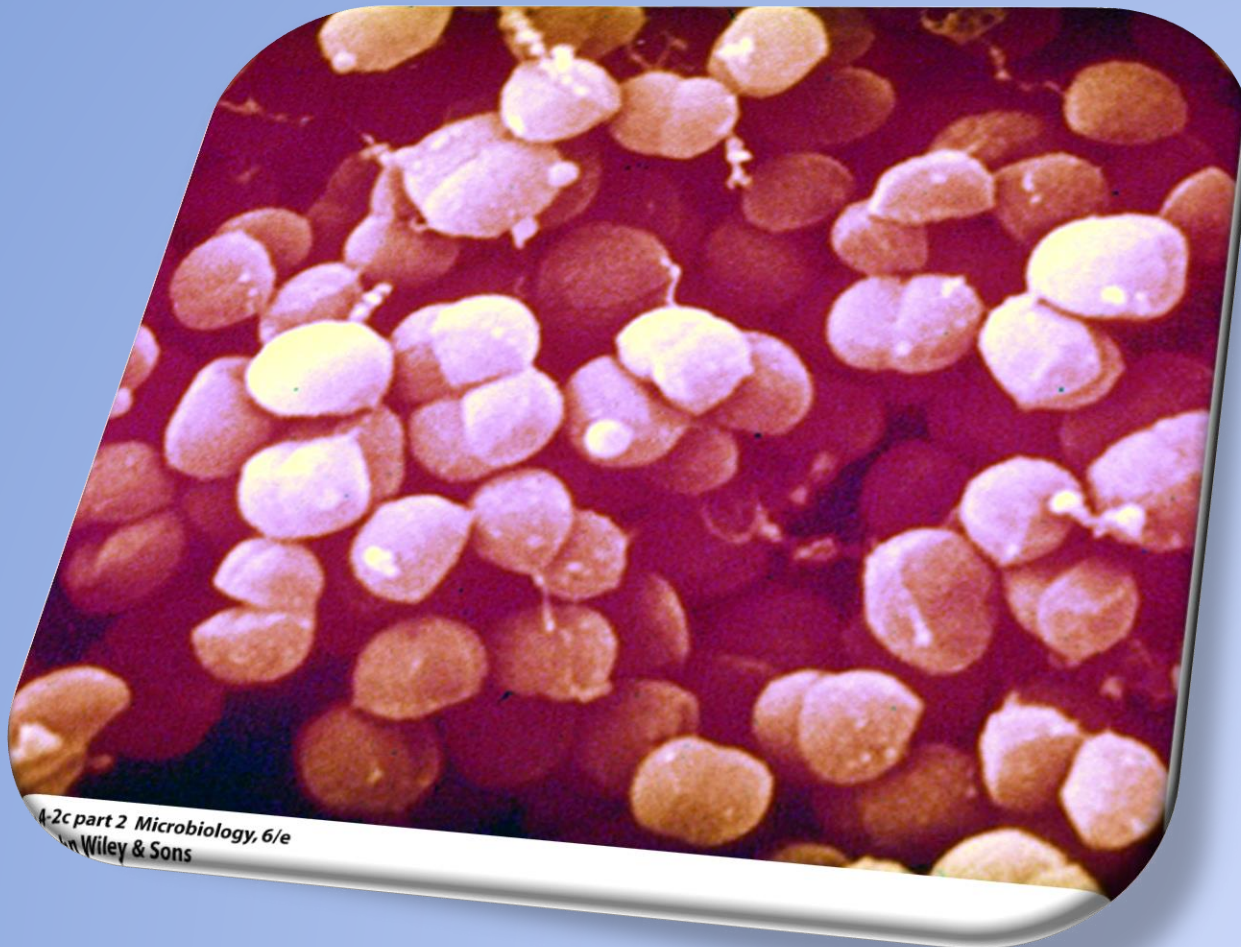


E' un **batterio estremofilo**, uno degli organismi più **radioresistenti** conosciuti al mondo, in grado di resistere a dosi di radiazioni di gran lunga superiori a quelle necessarie per uccidere un qualsiasi animale. Il batterio è capace di riassemblare la struttura funzionale dei **cromosomi (NE HA 2 COPIE!!!!)** dopo trattamento radioattivo (terra, feci, carne, fogne, cibi disidratati, tessuti dei vestiti). Sopravvive al **freddo, disidratazione, acidità**: è stato inserito nel Guinness dei primati come la «*forma di vita più resistente alle radiazioni del mondo*» **no patogeno**

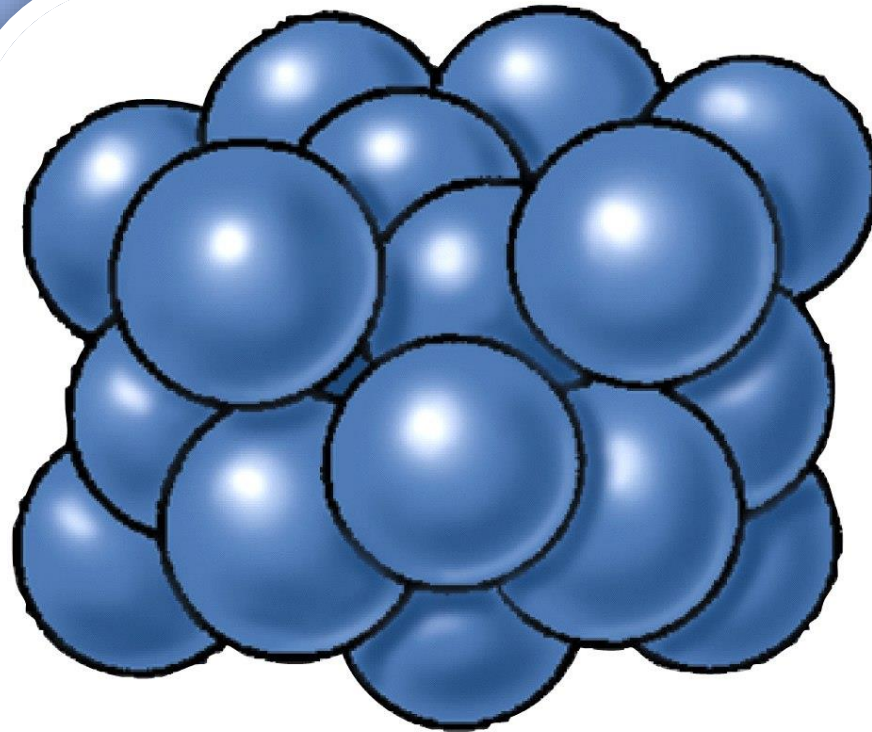


Sarcinae

Figure 4-2c part 1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



4-2c part 2 Microbiology, 6/e
© Wiley & Sons



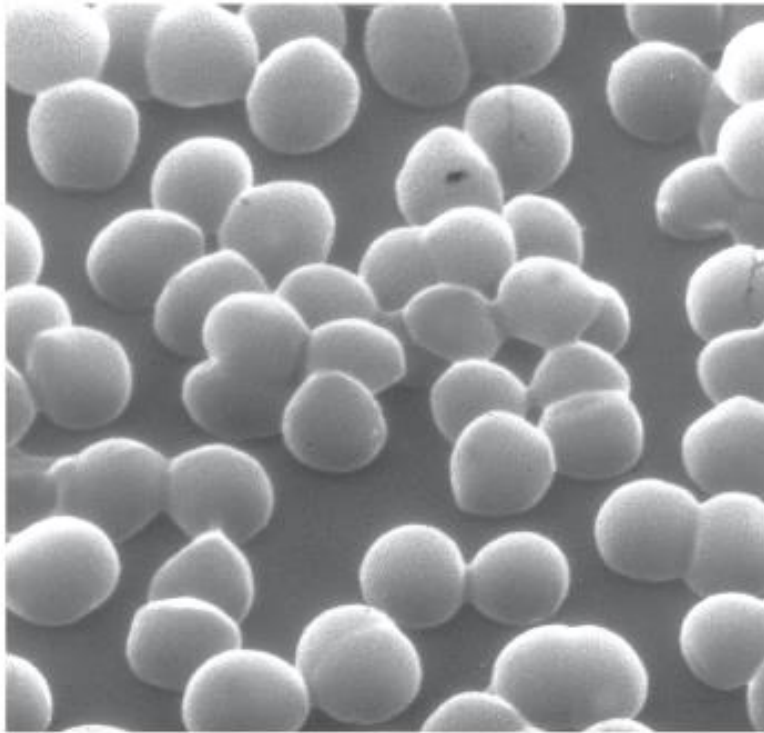
Staphylococci

Figure 4-2d part 1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



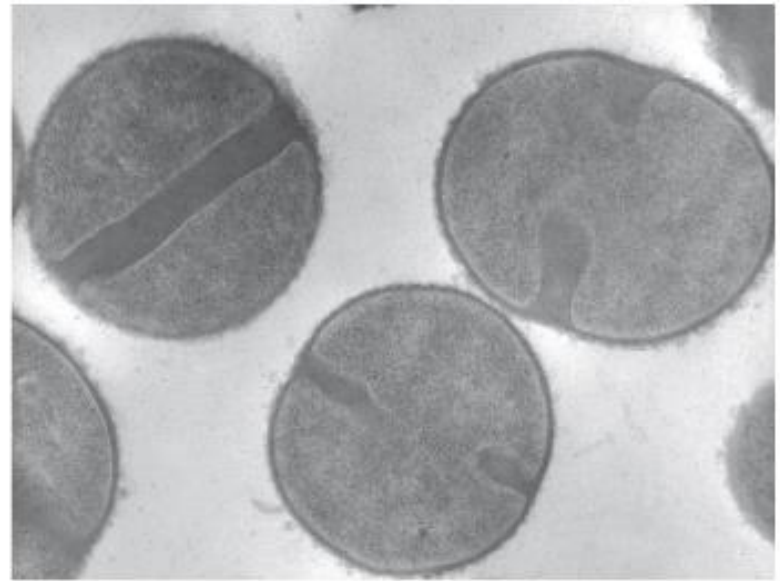
4-2d part 2 Microbiology, 6/e
© Wiley & Sons

Staphylococcus aureus



(a)

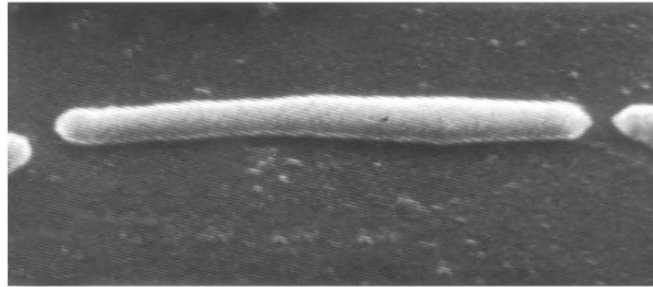
SEM



(b)

TEM

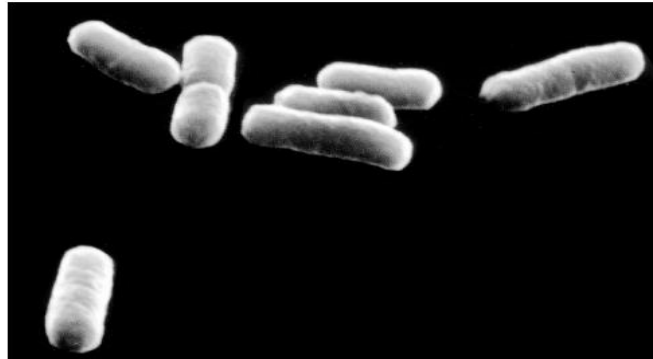
SEM



(a)

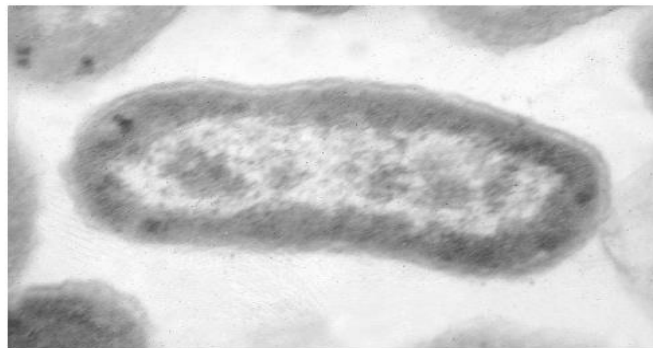
BACILLO

TEM



(b)

COCCOBACILLO

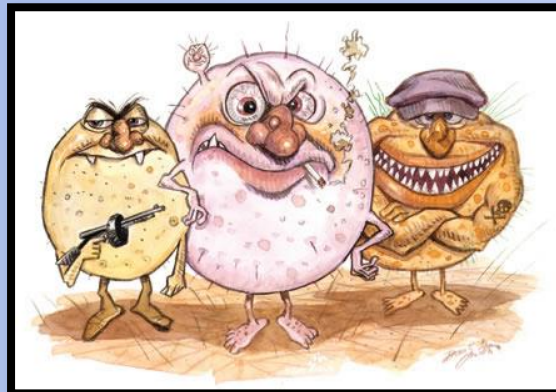
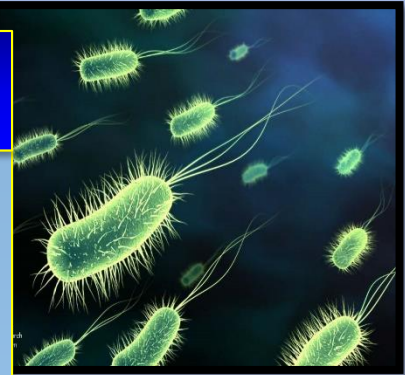


(c)

BATTERI

LA CELLULA BATTERICA

E' l'esempio biologico minimo di un sistema integrato struttura-funzione in grado di assicurare, entro limiti naturali, la sopravvivenza della specie autonomamente da altri organismi viventi.



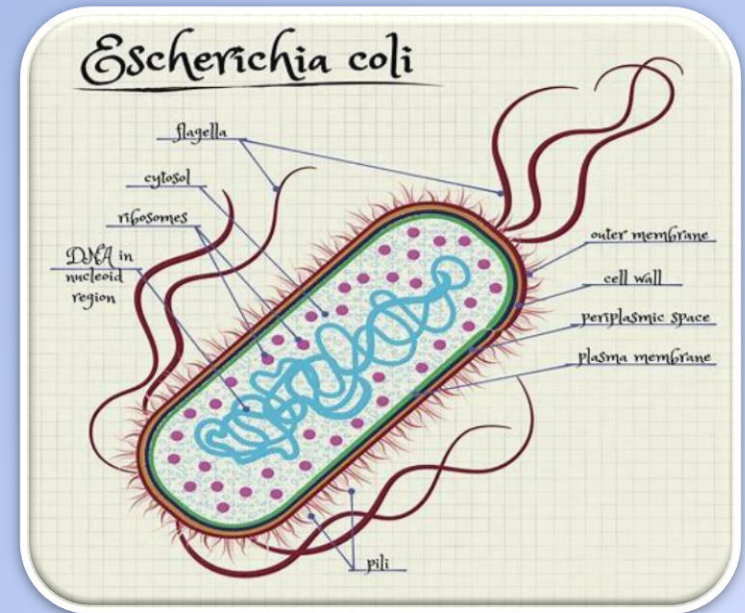
STRUTTURE OBBLIGATORIE

Per garantire la capacità di sopravvivenza il batterio possiede strutture indispensabili per garantirsi l'autonomia e fondamentali per la vita:

- ▶ **nucleoide**
- ▶ **citoplasma**
- ▶ **membrana citoplasmatica** che racchiude il citoplasma
- ▶ **parete cellulare** essenziale per impedire la lisi del batterio, cioè la fuoriuscita, durante l'attività metabolica, di tutti i liquidi. In base alla diversa struttura della parete cellulare, i batteri sono divisi in Gram+ e Gram-

STRUTTURE FACOLTATIVE

Alcuni batteri possono presentare delle **STRUTTURE ACCESSORIE**, facoltative



NUCLEOIDE

Tutti i batteri posseggono una regione, relativamente trasparente, in cui è addensato il materiale cromosomiale, denominato "nucleoide" (cromosoma batterico).

È costituito da un'unica molecola di DNA a struttura bcatenaria con peso molecolare di circa 2×10^9 e forma circolare. Distesa in tutta la sua lunghezza la molecola raggiunge la dimensione di 1mm.

Mancano i nucleoli.

Manca la membrana nucleare.

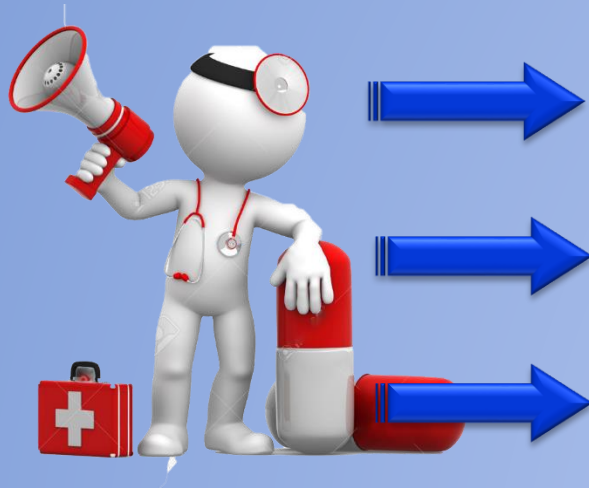
Il DNA è complessato con **poliamine** (proteine basiche simili agli istoni delle cellule eucariotiche) a basso peso molecolare che servono a neutralizzare il basso pH dell'acido nucleico, proteggendolo dalle variazioni di calore.

La sua posizione è **normalmente centrale** ma fluttua nel citoplasma e si sposta a seconda delle fasi di duplicazione

CITOPLASMA

È sede di processi biosintetici interessanti, in modo particolare delle proteine.

È una massa granulare povera di dettagli morfologici, contenente sostanze che il batterio accumula per periodi di "bisogno":



1. **glicogeno** (in alcuni batteri come *Escherichia coli* raggiunge il 25% del peso secco)

2. **lipidi**: (ac.poli- β -idrossibutirrico)

3. **polisaccaridi**: amido e amilopectine

Quando manca **N** e c'è solo **C**: accumulo di 1-2-3

Quando c'è **N**: utilizzano **N** e intaccano il **C** delle riserve



Figura 3.7 Granuli di acido-poli β -idrossibutirrico (PHB).

MATERIALE DI RISERVA

Può essere libero o organizzato in
INCLUSIONI INTRACITOPLASMATICHE

PROVVISTE DI MEMBRANA SEMPLICE

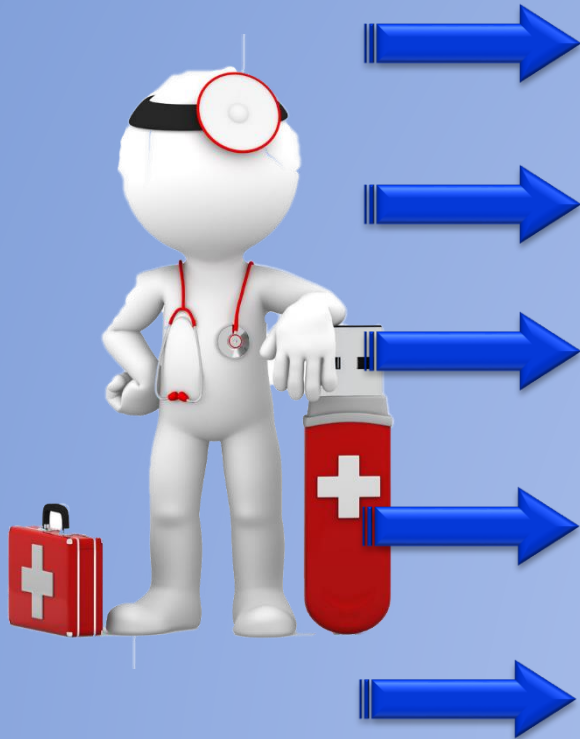
- ❑ **lipidiche** (bacilli, micobatteri, *Azotobacter*) costituiti da ac.poli- β -idrossibutirrico: deposito di componenti di natura lipidica, riserve di carbonio e di energia
- ❑ **granuli di glicogeno** sono rivestiti da membrana e svolgono una funzione di riserva

SPROVVISTE DI MEMBRANA

- ❑ **granuli di polifosfato** (corinebatteri) detti granuli metacromatici, di volutina o corpi di Babés-Ernest, svolgono la funzione di riserva di fosfato.
- ❑ **granuli di S** (solfobatteri) quando vi è eccesso di H_2S
- ❑ **granuli di Ferro** (ferrobatteri)

RIBOSOMI

A causa dell'assenza di reticolo endoplasmatico, tendono ad addossarsi alla m.citoplasmatica



Sono diversi da quelli delle cellule eucariotiche per misura: in Unità Svedberg sono calcolati come **70S** (50+30 le due sub-unità).

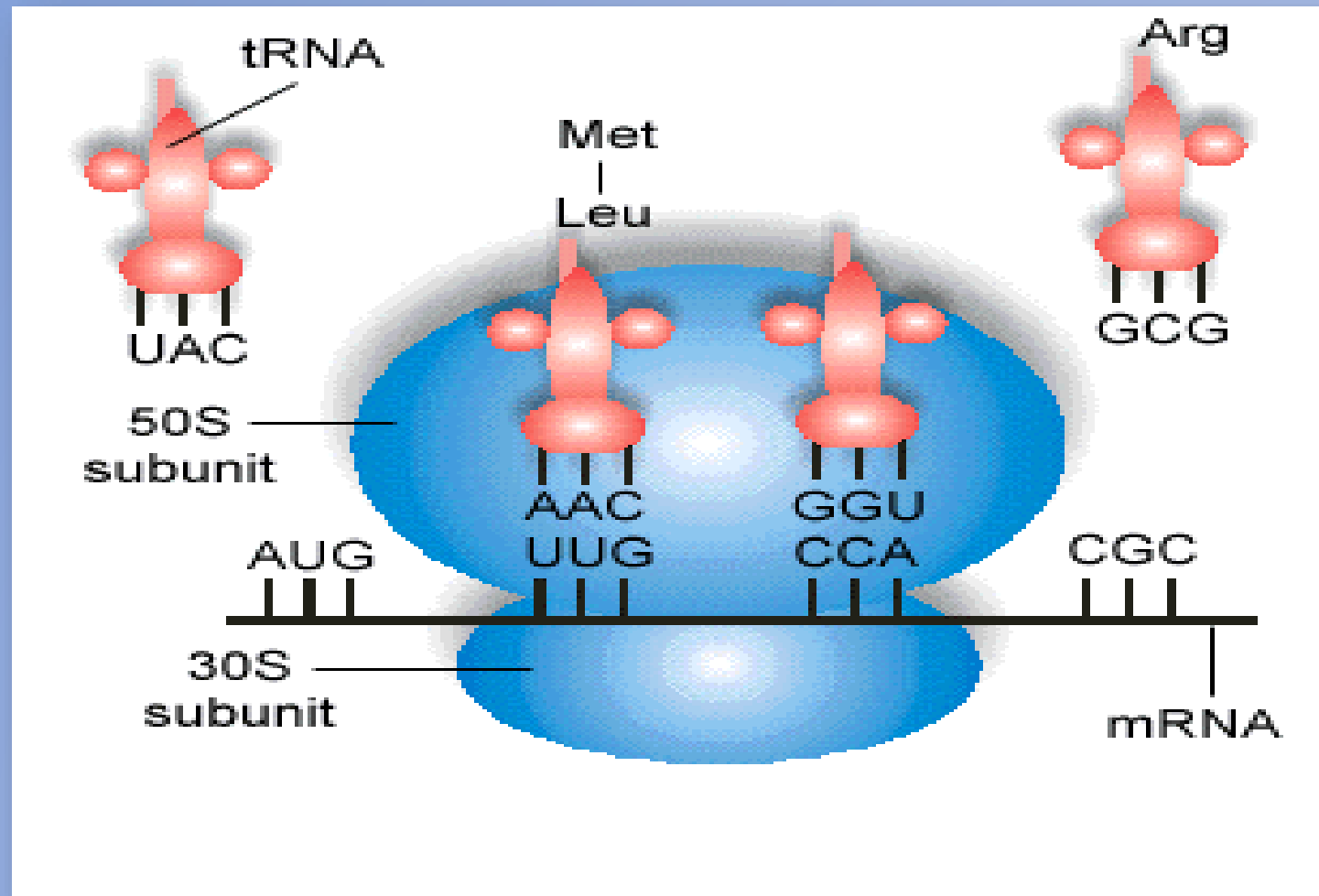
Eucarioti **80S** (60+40)

Le due sub-unità si uniscono solo al momento della sintesi proteica.

Sono costituiti per il 60% di RNA e per il 40% di proteine.

Sono bersaglio di diversi antibiotici (macrolidi, aminoglicosidi, tetracicline)

RIBOSOMA 70S



PLASMIDI

frammenti di materiale genetico
extracromosomiale (DNA a doppia elica)
circolare, liberi di fluttuare nel citoplasma

sono da 1/20 a 1/100 della dimensione di un
cromosoma

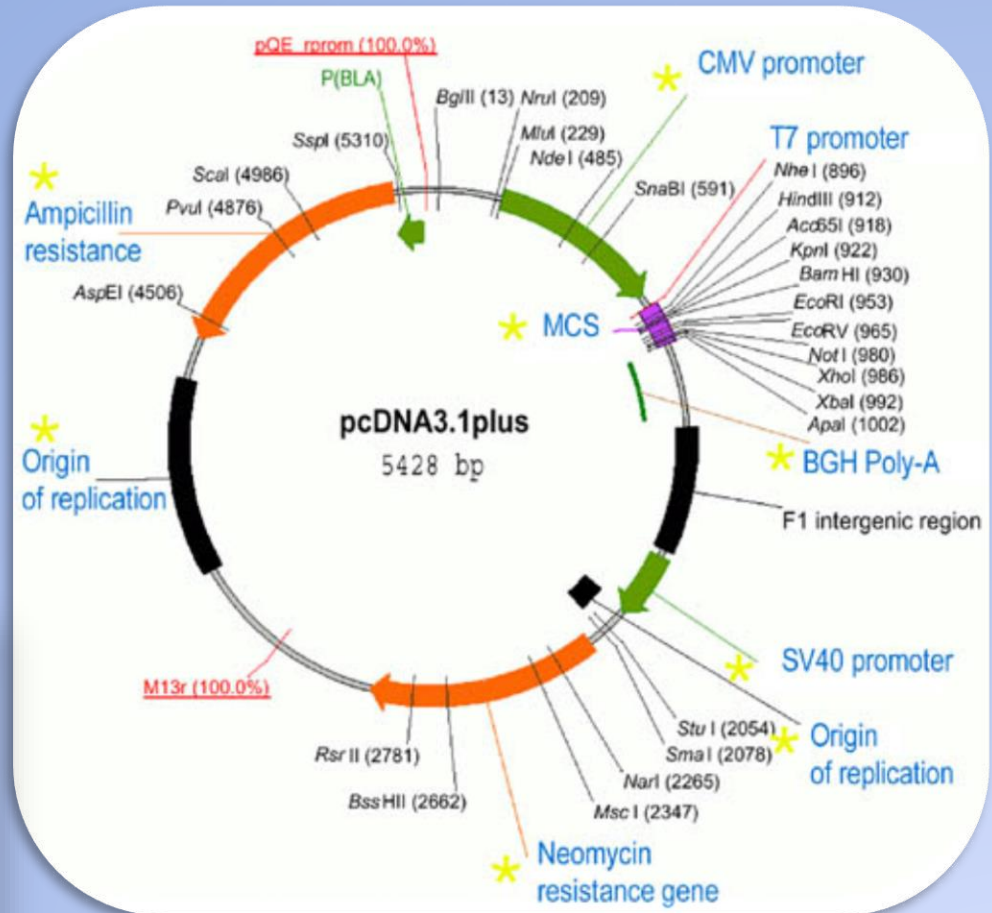
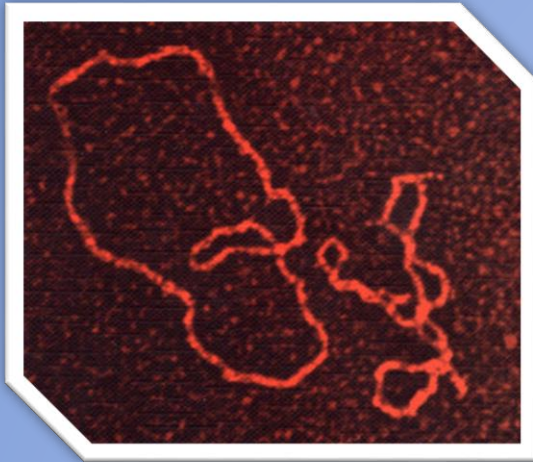
contengono da 50 a 100 geni (cromosoma
3.000-6.000 geni).

possono essere trasmessi da una cellula
batterica ad un'altra

possono replicarsi autonomamente e
permanere nella cellula batterica per
numerosi generazioni



PLASMIDI



DNA batterico

Plasmidi



PLASMIDI




codificano per una serie di fattori = **fattori di virulenza** (es. produzione di tossine)



sono coinvolti nella **resistenza agli antibiotici**



Alcuni plasmidi possono **integrarsi nel cromosoma** (episomi e, in queste condizioni, non si replicano più in modo autonomo, ma in sincronia con il cromosoma stesso).

episoma  plasmide

plasmide  episoma

MEMBRANA CITOPLASMATICA

La sua funzione è quella di separare il citoplasma dall'ambiente esterno e di **contenere** il citoplasma con i suoi organuli

Simile alla membrana degli eucarioti, è fondamentalmente costituita da un **doppio strato lipidico** dello spessore di circa 75\AA nel quale sono immerse proteine aventi diverse funzioni (modello del mosaico fluido)

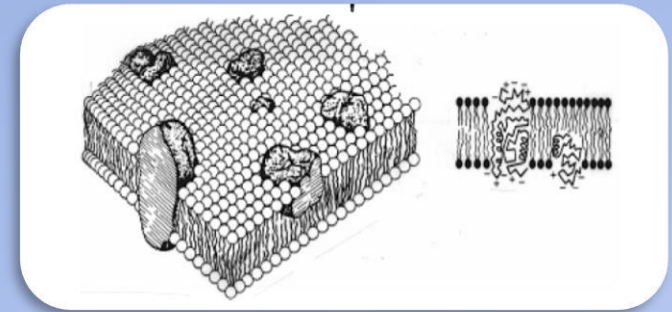
Formata da lipidi (40%), proteine (60%) e carboidrati (piccole quantità)



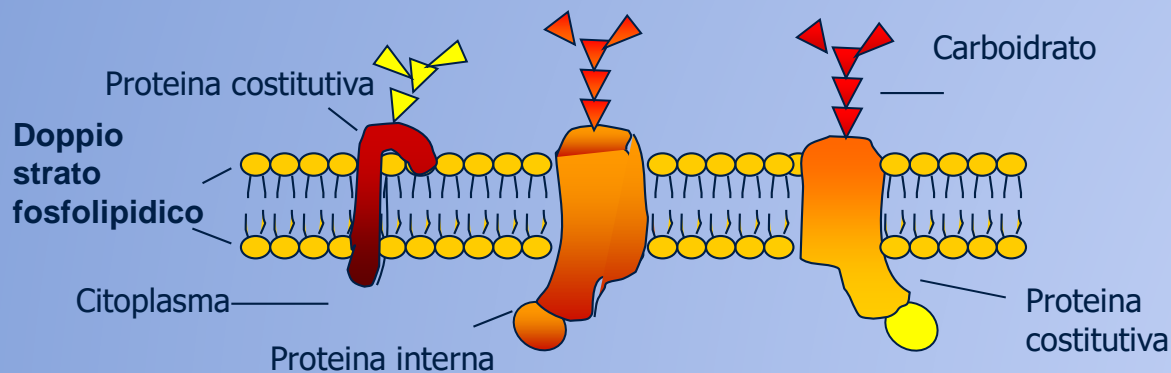
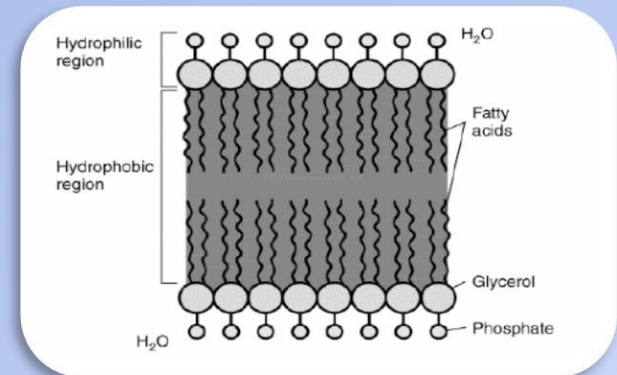
MEMBRANA CITOPLASMATICA

Struttura trilaminare costituita da:

- **proteine 60 - 70 %**
- **lipidi e fosfolipidi 20 -30 %**
- **carboidrati tracce**



Modello a mosaico fluido



MEMBRANA CITOPLASMATICA

Non c'è colesterolo!!

(presente nelle cellule animali)

Non c'è ergosterolo

(presente nei funghi)

Eccezione:

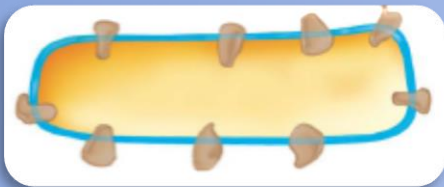
nei micoplasmi* perché non possedendo peptidoglicano devono avere una membrana che funga da parete

* I micoplasmi (batteri) sono le più piccole cellule capaci di vita autonoma (non si vedono al M.O.), con distribuzione cosmopolita. Immobili, di morfologia variabile (sferica, filamentosa), sono privi di **parete cellulare rigida**. I micoplasmi umani comprendono i generi *Mycoplasma* ed *Ureaplasma* (micoplasmi in grado di idrolizzare l'urea). *Mycoplasma hominis* e *Ureaplasma urealyticum* sono le specie patogene più frequentemente isolate dall'apparato genitourinario. *M.hominis* popola il tratto genitourinario di alcuni uomini e donne, specie di quelli sessualmente attivi. La sua presenza in queste sedi può avere sia significato **commensale** (NO sofferenza o disturbo) che **patologico**. In quest'ultimo caso è implicato nella **vaginosi batterica** e nella **malattia infiammatoria pelvica**

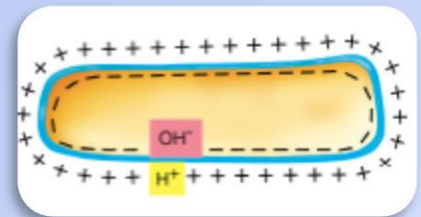
MEMBRANA CITOPLASMATICA

FUNZIONI DELLA MEMBRANA CITOPLASMATICA DEI BATTERI

Funzione respiratoria
mesosomi (vedere più avanti)
solo i batteri li hanno



**Secrezione di enzimi
extracellulari e di altre
proteine**

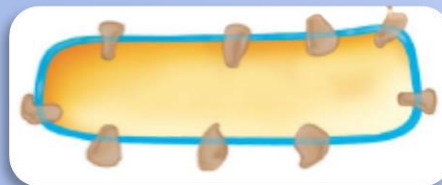


MEMBRANA CITOPLASMATICA

FUNZIONI DELLA MEMBRANA CITOPLASMATICA DEI BATTERI

Fosforilazione ossidativa →
produzione di energia

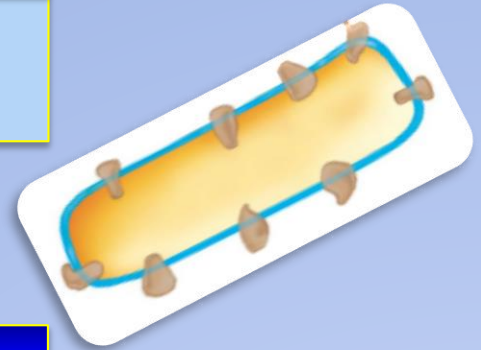
Biosintesi della parete cellulare
(PBP) [IMPORTANTE]
Biosintesi dei fosfolipidi



MEMBRANA CITOPLASMATICA

FUNZIONI DELLA MEMBRANA CITOPLASMATICA DEI BATTERI

Nelle cellule eucariote sono svolte da organuli che i batteri non contengono



Responsabile della ritenzione del contenuto intracellulare



Barriera osmotica



Funzione di permeabilità → trasporto di metaboliti

MESOSOMI

solo i batteri li hanno

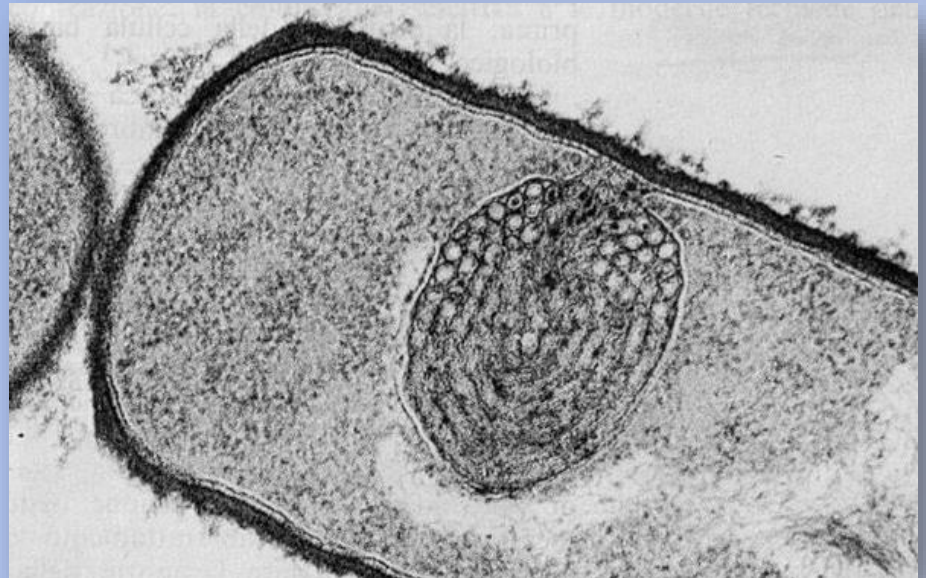
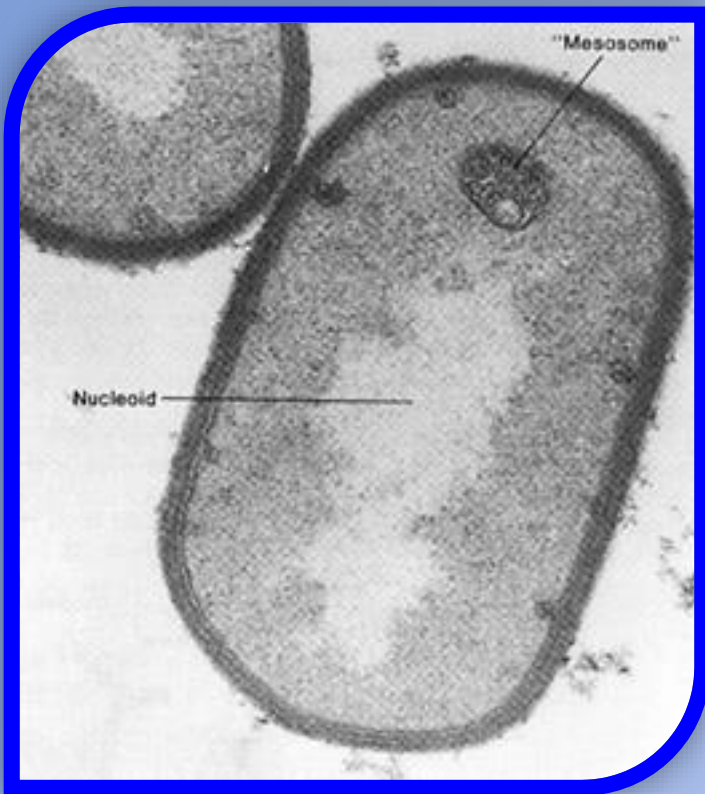
Funzione respiratoria della m.c. dei batteri perché privi di mitocondri

Sono **invaginazioni della membrana citoplasmatica** che prendono configurazioni diverse e che sono stati riscontrati nei Gram+ (numerosi) e nei Gram- (scarsi)

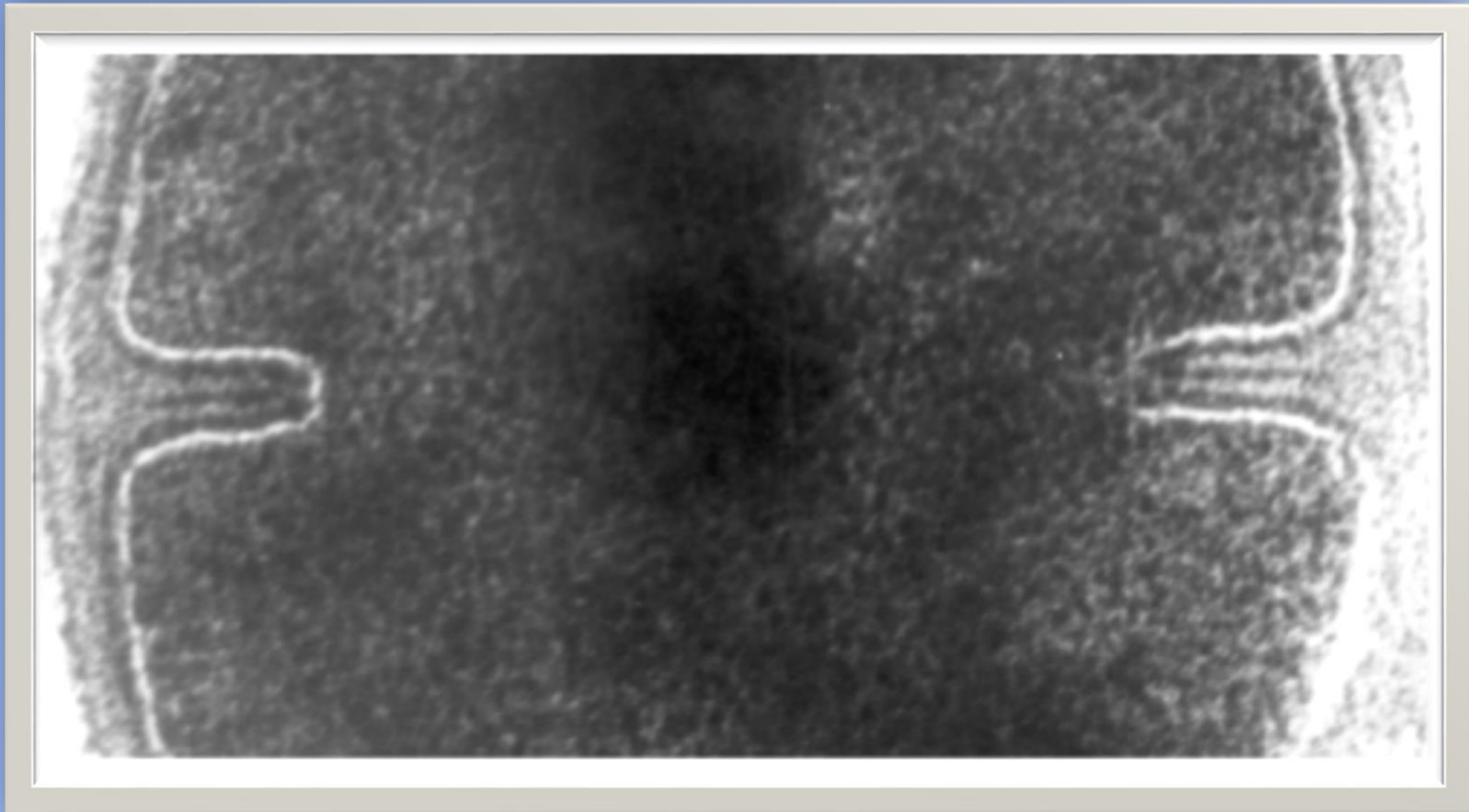
Rappresentano zone di concentrazione degli **ossisomi** (o, meglio dei loro equivalenti): sede di citocromi ed enzimi respiratori. Vi sono i trasportatori di elettroni (dall'interno all'esterno della m.c. trasportando i protoni che energizzano la membrana ed innescano i protoni che portano alla generazione di ATP)

La forma più usuale è quella **vescicolare**

MESOSOMI



MESOSOMI – fase iniziale zona equatoriale



MESOSOMI

I mesosomi intervengono anche in alcuni processi importanti per la cellula batterica



nella formazione delle **spore**



nelle prime fasi della replicazione cellulare
(**uplicazione del DNA**)



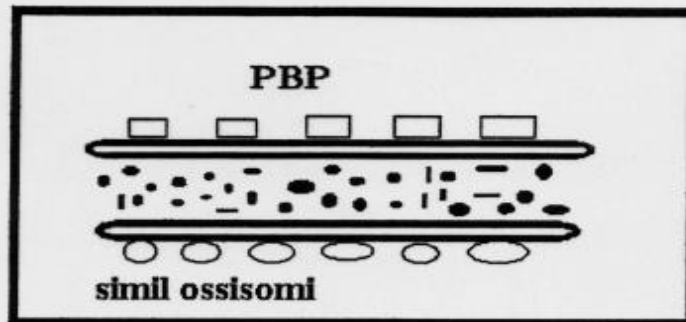
nel **trasporto del DNA** ai 2 poli o negli
emisferi delle cellule neoformate

PBPs

Sulla membrana sono presenti (importantissimi) i Recettori di membrana : di origine proteica “legano” molecole specifiche in grado di “attivare” specifiche funzioni.

Le *Penicillin Binding Proteins* (PBP) rivestono un ruolo fondamentale per il mantenimento fisiologico della cellula e della sua integrità strutturale.

Sono **recettori proteici** che si legano alle penicilline, sono **enzimi** che svolgono una importante funzione nella sintesi del pept., della parete nella fase di assemblaggio del pept. nuovo e nelle fasi di distruzione del pept. vecchio → cellula madre → cellula figlia



Garantiscono la morfologia della cellula ed il mantenimento fisiologico TIPICHE DEI BATTERI

PBPs

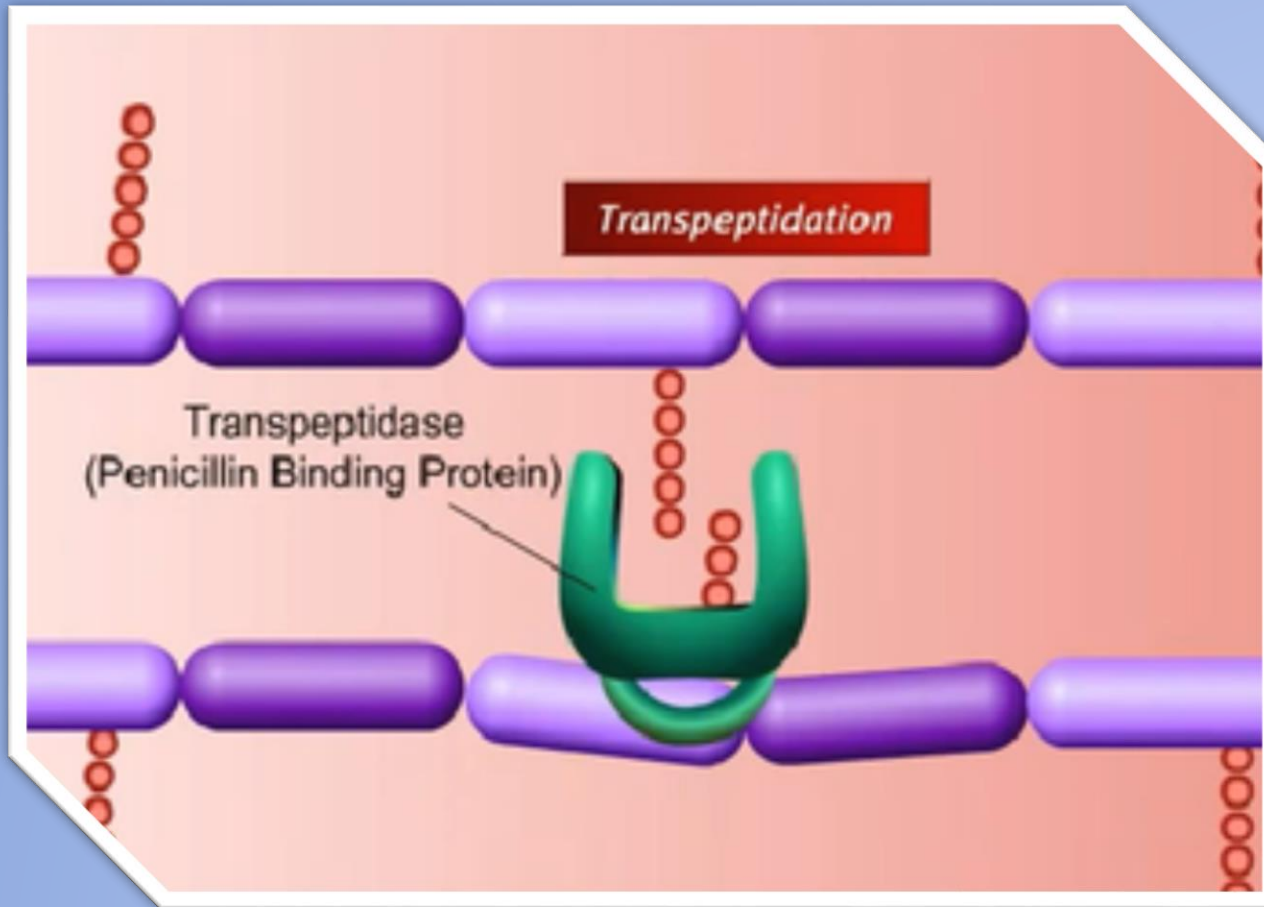
PBPs

Si conoscono 8 classi di PBP, le più importanti sono
1a, 1b, 2 e 3

TAB. 1 - CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI "PENICILLIN BINDING PROTEINS"
(PBP's) DI E. COLI

PBP	Peso molecolare	Attività enzimatica	Beta-lattamici con affinità	Modificazione della cellula batterica
1a 1b	91.000	<u>Transpeptidasi</u>	Penicillina Cefalosporina	Allungamento, lisi
2	66.000	<u>Carbossipeptidasi</u>	Amidinocillina	Cellule rotondeggianti
3	60.000	<u>Endopeptidasi</u>	Mezlocillina Aztreonam	Formazione filamenti
4	49.000	Carbossipeptidasi Transpeptidasi	Penicillina Tienamicina	Cellule a crescita normale
5	42.000	Carbossipeptidasi	Penicillina	Cellule a crescita normale
6	40.000	Carbossipeptidasi	Penicillina	Cellule a crescita normale

PBPs



Funzioni fisiologiche delle PBP



PBPs1a 1b = devoluta **all'integrità cellulare-strutturale**. Se saturate dagli antibiotici Beta-lattamici → cellule figlie → lisi rapida

PBPs2 = responsabile della **morfologia batterica**. Un cocco sempre un cocco, un bacillo sempre un bacillo. Se saturate da beta-lattamici → cellule globose, ovali, a "limoncino", osmoticamente labili → lisi abbastanza rapida

PBPs3 = responsabile **divisione cellulare (da 1 batterio si formano 2 batteri)**. Se saturate → setti trasversi alterati; forme filamentose "spaghetti-like" e "clusters" (cocchi) → lisi lenta

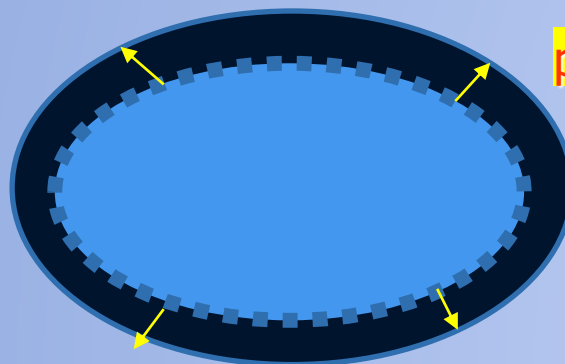
Funzioni fisiologiche delle PBP



PBP_{s4} = responsabile produzione delle autolisine per separare le cellule figlie neo formate (localizzata e transitoria).

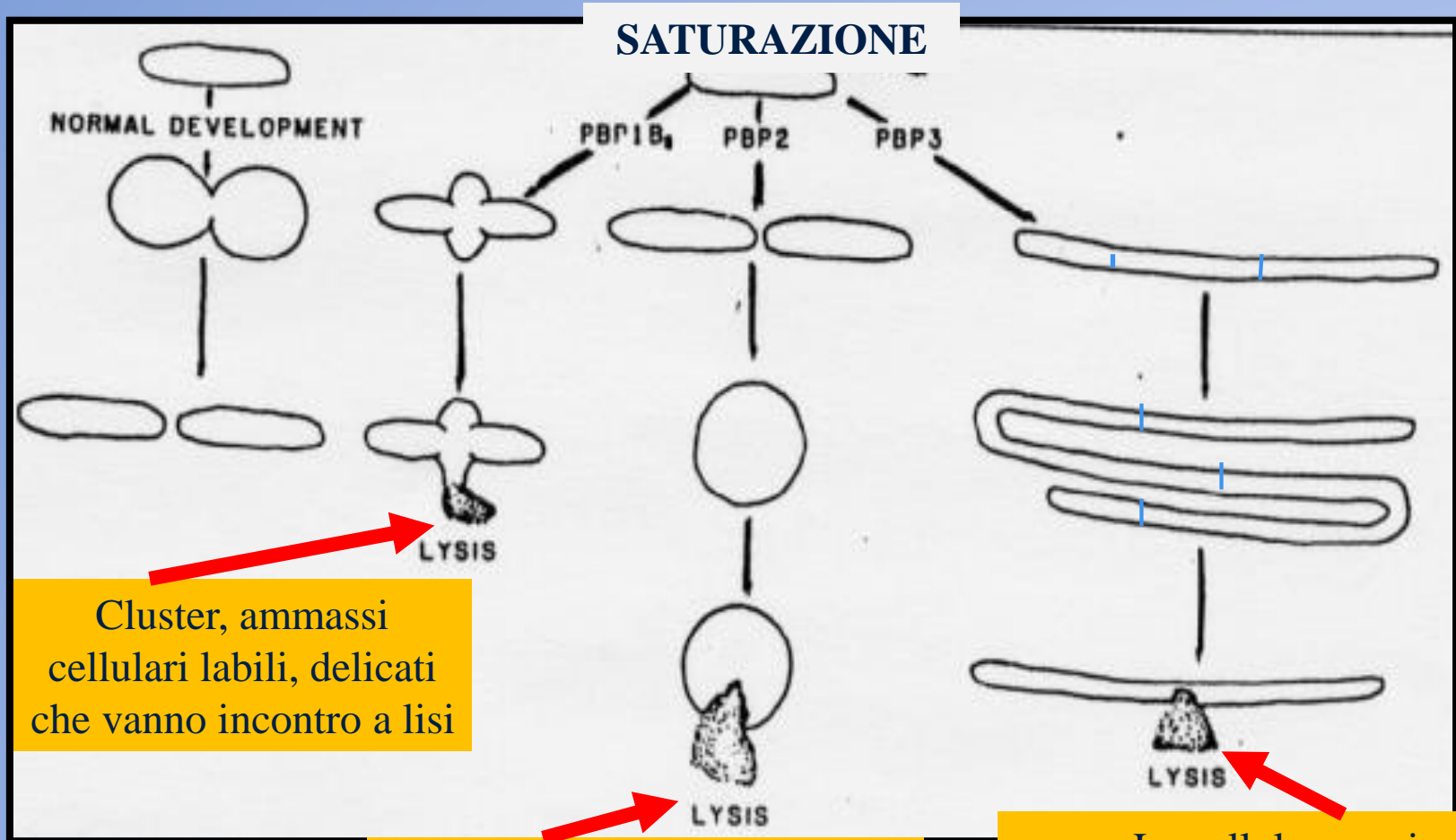
Le autolisine servono a formare piccoli fori sulla parete cellulare per permettere l'apposizione di nuovo materiale parietale (peptidoglicano) e quindi ingrandire la parete

Se saturate → aumento produzione autolisine localizzata a tutta la parete (fori grandi) e conseguente lisi



parete aumentata, batterio ingrandito

FUNZIONI PBP_s



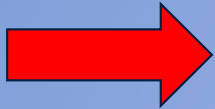
Cluster, ammassi cellulari labili, delicati che vanno incontro a lisi

Non vi è divisione nelle 2 cellule, che sono ingrossate, labili e vanno incontro a lisi

La cellula non si divide, si formano delle forme filamentose, allungate, esili fino a quando lisano

MEMBRANA CITOPLASMATICA

responsabile del controllo dello scambio di metaboliti



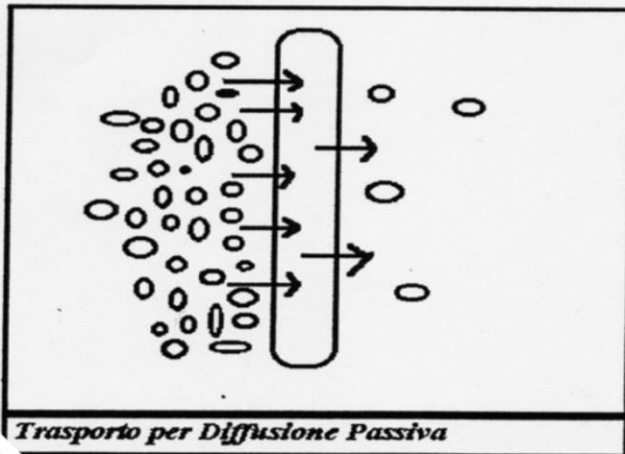
DIFFUSIONE PASSIVA

Basata su un *meccanismo di gradiente*, presuppone una diversa concentrazione delle sostanze ai due lati della membrana.

E' lo stesso concetto dell'osmosi. **Non implica dispendio energetico.**

La velocità di trasporto diminuisce man mano che le due concentrazioni si avvicinano.

Vengono trasportati con questo meccanismo **sostanze liposolubili** (la membrana è fatta di lipidi) come Glicerolo, O₂, CO₂ e altre molecole organiche non polari.



Trasporto per Diffusione Passiva

MEMBRANA CITOPLASMATICA

Scarsa nei procarioti



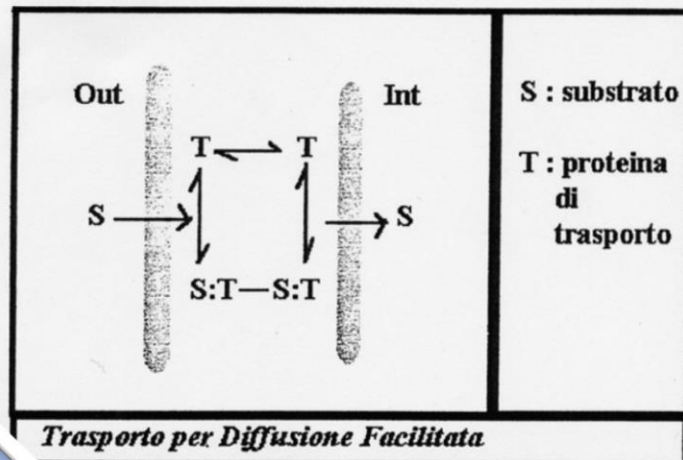
DIFFUSIONE FACILITATA

Avviene a mezzo di *Proteine carrier*, ma non implica alcun consumo di energia. Le proteine legano la sostanza e la spostano da un lato all'altro della membrana muovendosi avanti e indietro nella fase lipidica.

La velocità di trasporto è maggiore rispetto alla diffusione passiva perchè c'è un sistema di trasporto.

Pochi procarioti adottano questo sistema di trasporto che è invece maggiormente sfruttato fra gli eucarioti (per gli zuccheri soprattutto).

Non implica dispendio energetico.



MEMBRANA CITOPLASMATICA

Per molecole idrofile



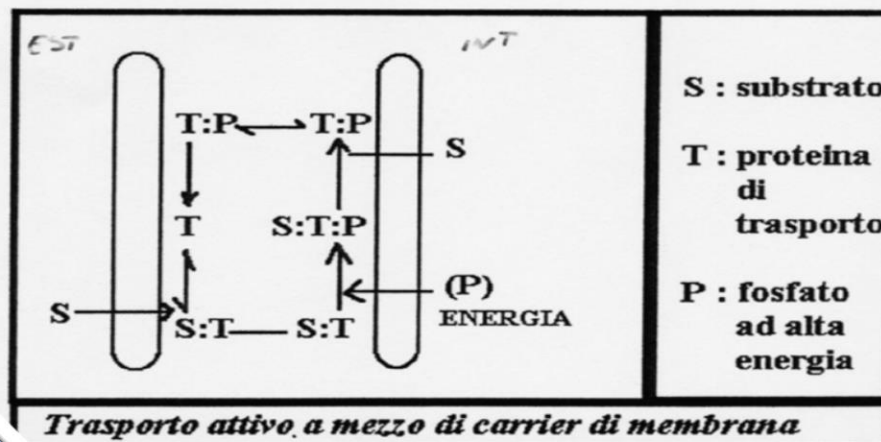
TRASPORTO ATTIVO

Anche questo avviene a mezzo di *Proteine carrier*, ma implica un consumo energetico.

E' importante perchè la velocità di trasporto è di gran lunga maggiore dei sistemi precedenti e perchè può avvenire anche *contro gradiente* permettendo così alla cellula di accumulare sostanze al suo interno.

Le proteine di trasporto possono essere più o meno specifiche per un certo tipo di sostanza e, per lo stesso gruppo di composti, possono esserci uno o più sistemi di trasporto.

Implica dispendio energetico.





*Per qualunque domanda o problema
puoi contattarmi al*

- Tel: **3386428032**
- e-mail: vivian.tullio@unito.it