

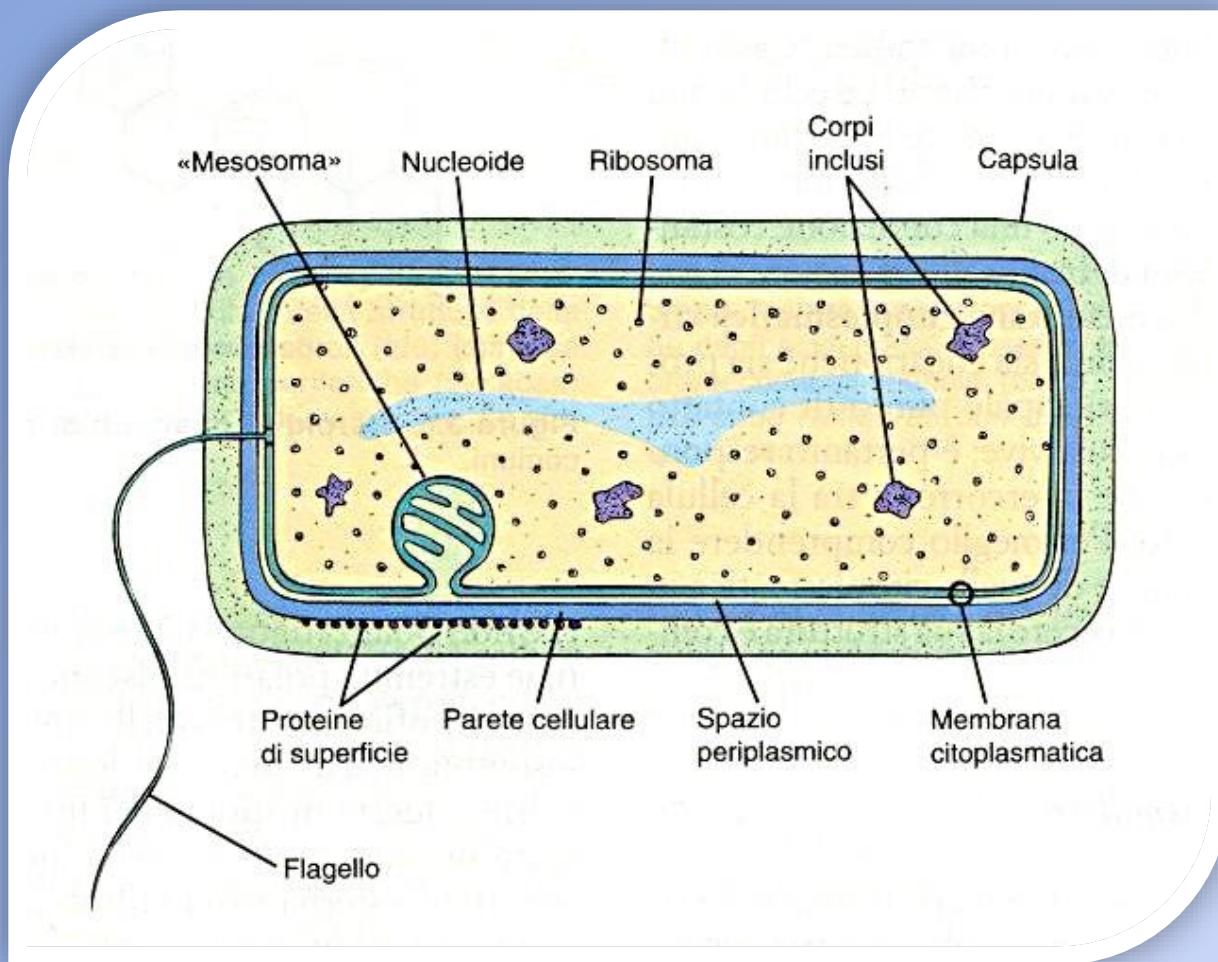


CELLULA BATTERICA

Prima parte

Prof.ssa Vivian Tussio





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

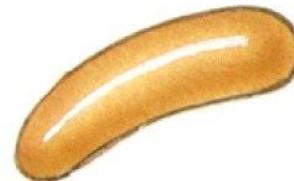
Vibrioni o spirilli = una o più curvature lungo l'asse maggiore



Coccus



Coccobacillus



Vibrio



Bacillus



Spirillum



Spirochete

Figure 4-1 Microbiology, 6/e

© 2005 John Wiley & Sons

SHAPES OF BACTERIA

COCCI



Diplococci
(*Streptococcus pneumoniae*)



Staphylococci
(*Staphylococcus aureus*)

Tetrad

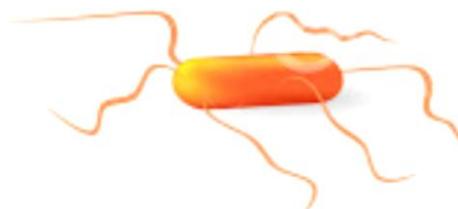


Sarcina
(*Sarcina ventriculi*)

BACILLI



Streptococci
(*Streptococcus pyogenes*)



Flagellate rods
(*Salmonella typhi*)



Spore-former
(*Clostridium botulinum*)

OTHERS



Vibrios
(*Vibrio cholerae*)



Spirilla
(*Helicobacter pylori*)



Spirochaetes
(*Treponema pallidum*)

MORFOLOGIA BATTERICA

COCCHI

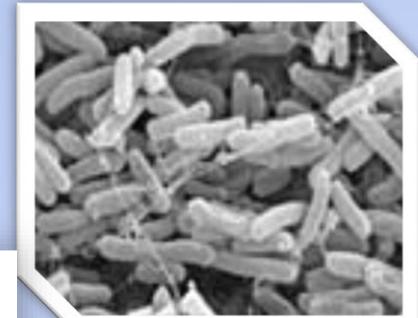
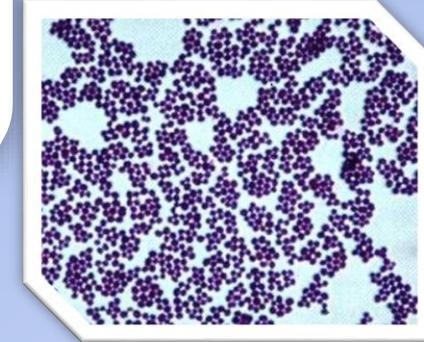
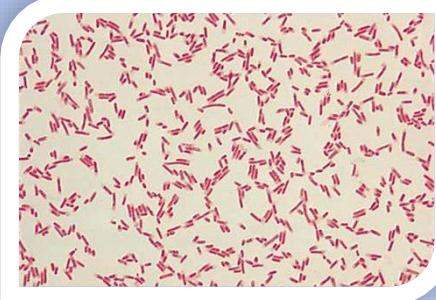
ESEMPI

STREPTOCOCCHI
STAFILOCOCCHI

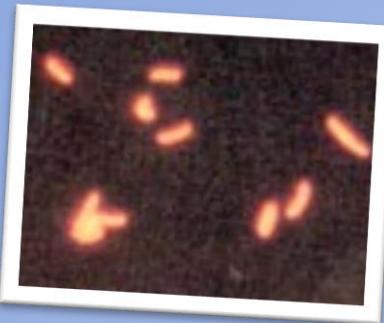


BACILLI

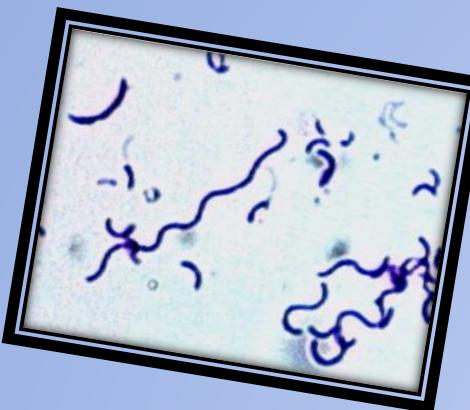
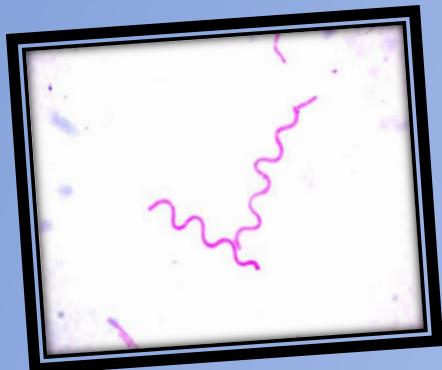
ESCHERICHIA COLI
SALMONELLA TYPHI



MORFOLOGIA BATTERICA (SPIRALE)



VIBRIONI
(*Vibrio cholerae*)



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



SPIROCHETE
Treponema, Leptospira

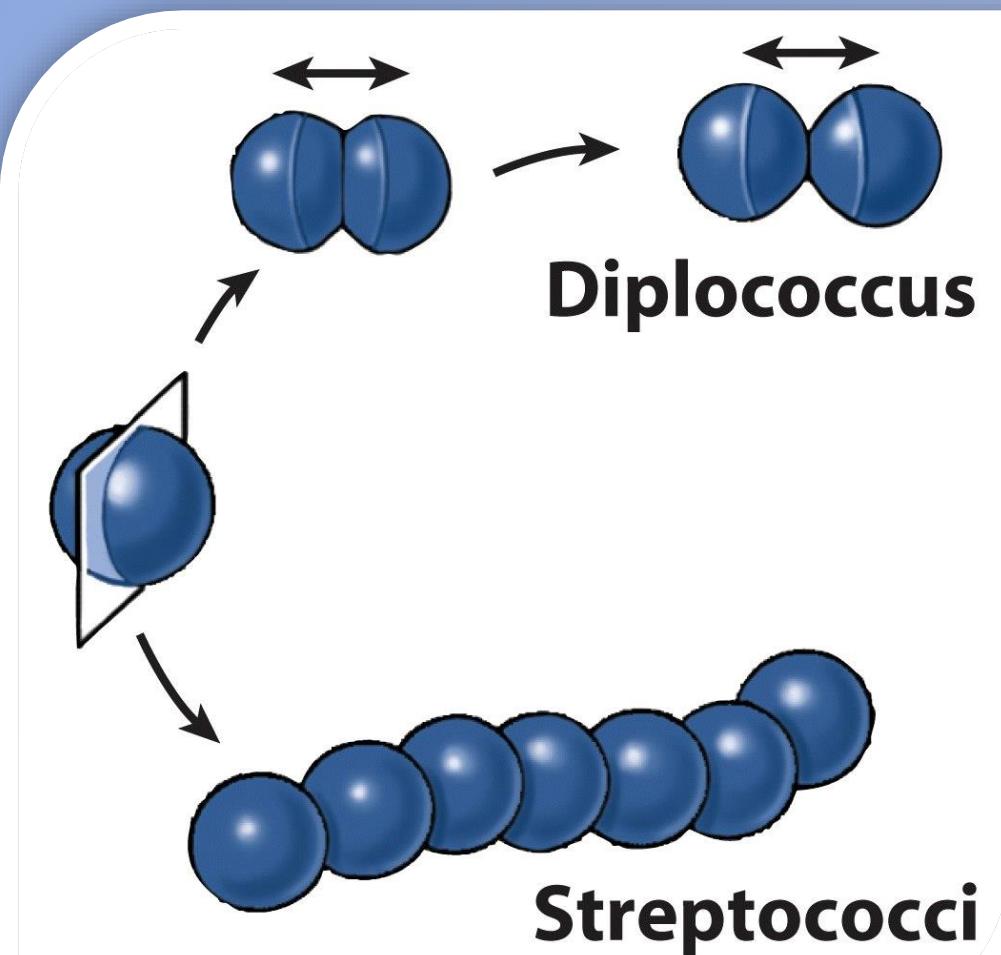
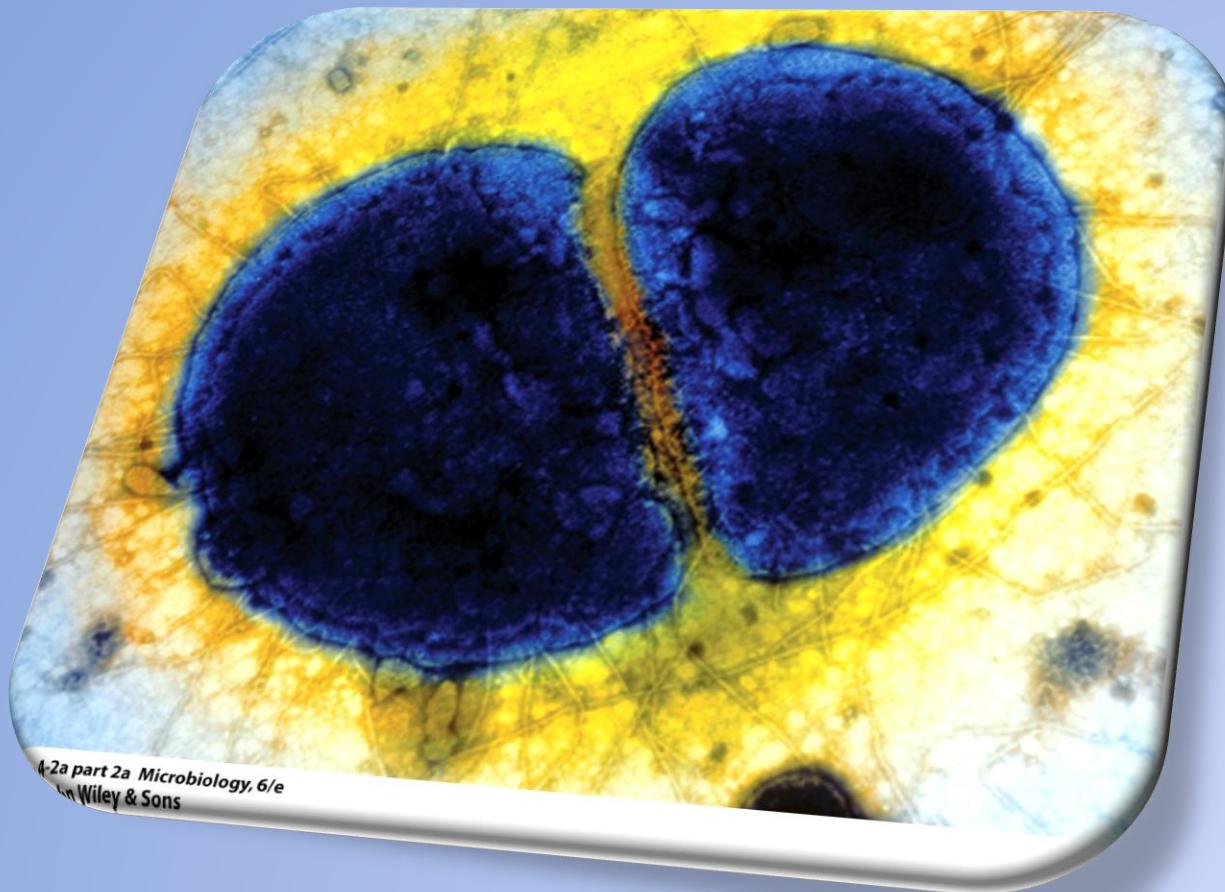


Figure 4-2a part 1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



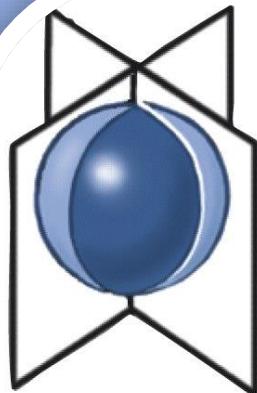
4-2a part 2a *Microbiology*, 6/e
© 2013 Wiley & Sons



4-2a part 2b *Microbiology*, 6/e
© 2010 Wiley & Sons



4-2e Microbiology, 6/e
© 2014 Wiley & Sons



Tetrad

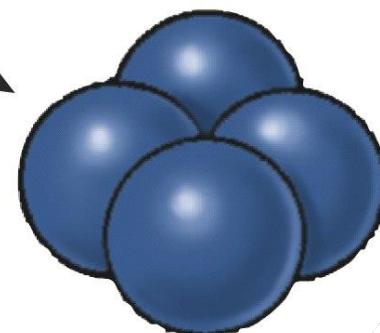
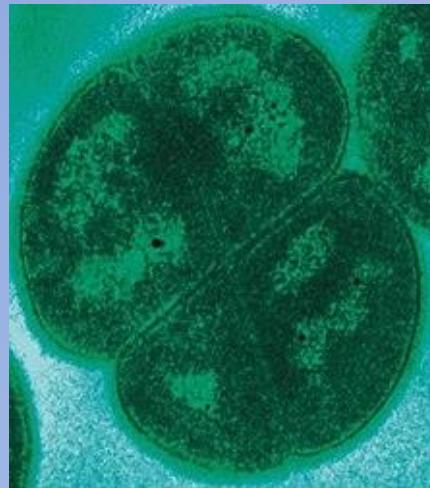


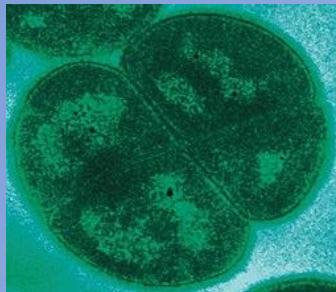
Figure 4-2b part 1 Microbiology, 6/e
© 2005 John Wiley & Sons



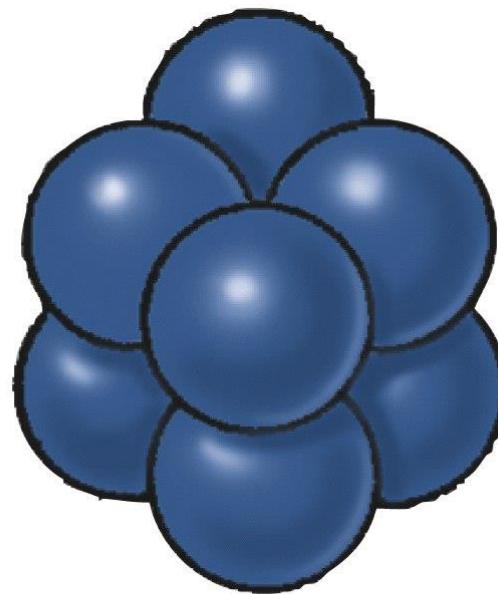
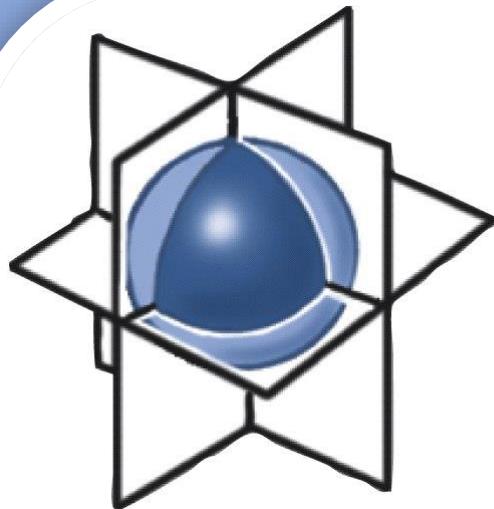
Deinococcus radiodurans

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**"

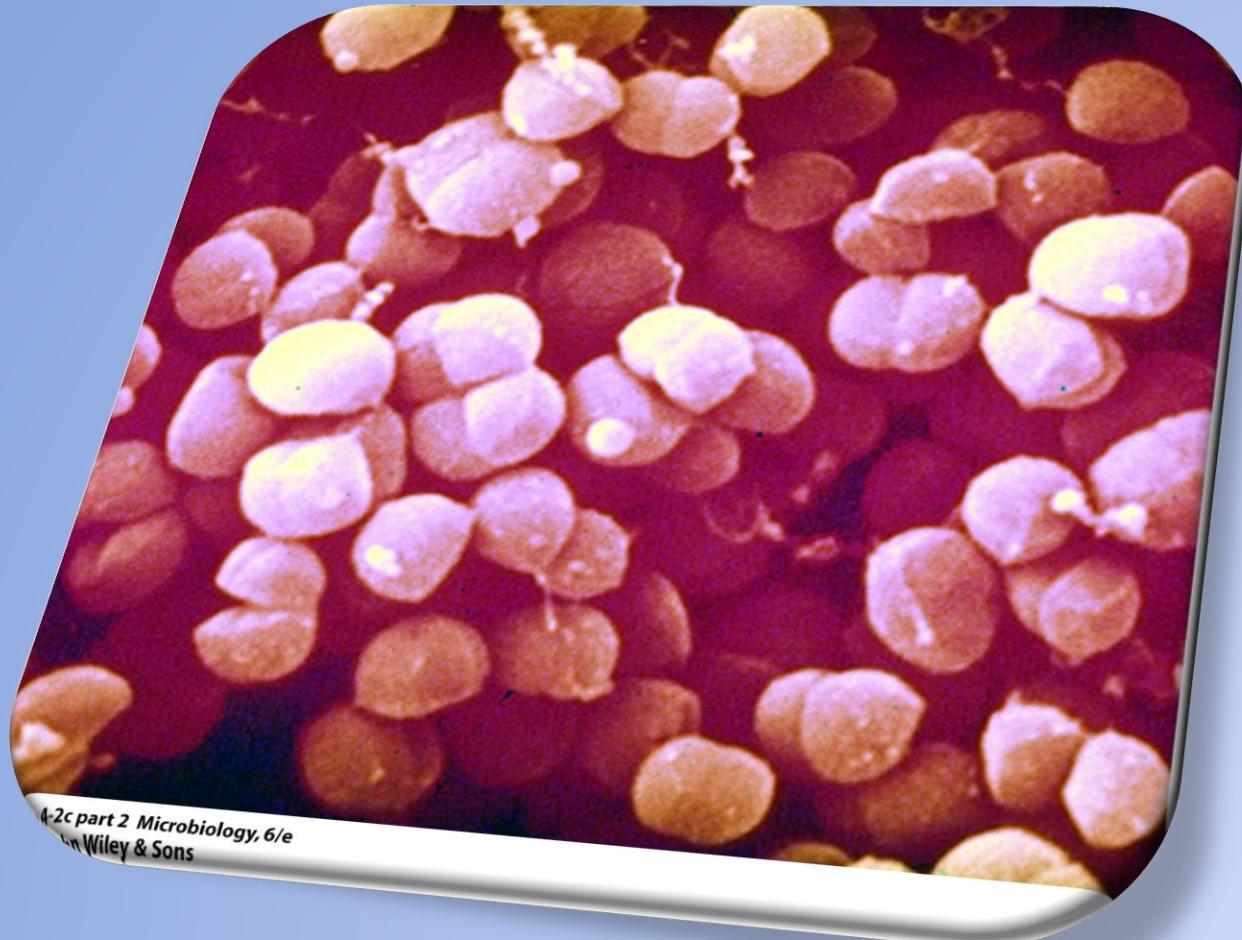


E' un **batterio estremofilo**, uno degli organismi più **radioresistenti** conosciuti al mondo, in grado di resistere a dosi di radiazioni di gran lunga superiori a quelle necessarie per uccidere un qualsiasi animale. Il batterio è capace di riassemblare la struttura funzionale dei **cromosomi (NE HA 2 COPIE!!!!)** dopo trattamento radioattivo (terra, fuci, 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**

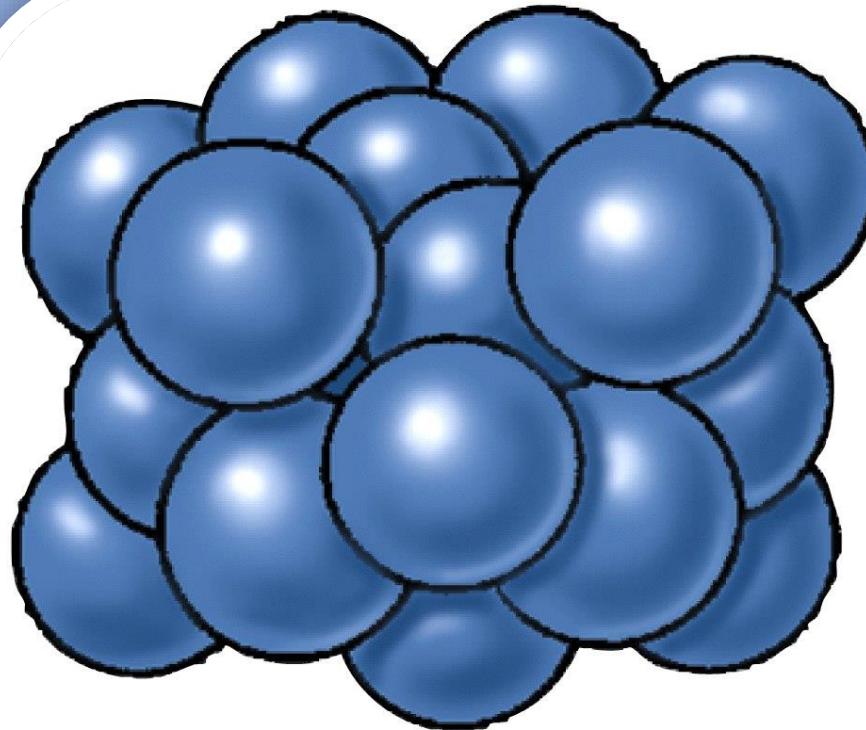


Sarcinae

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



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

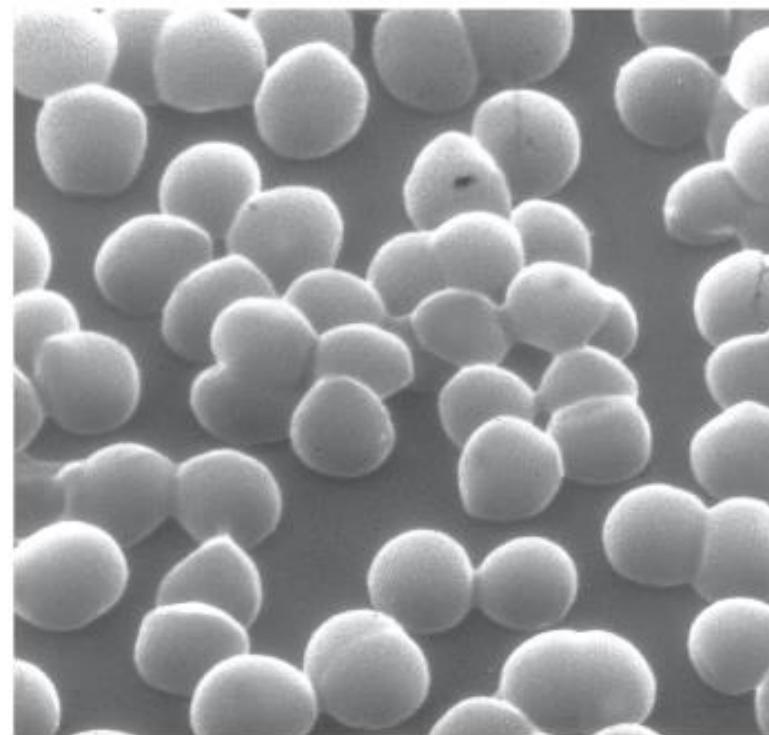


Staphylococci

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

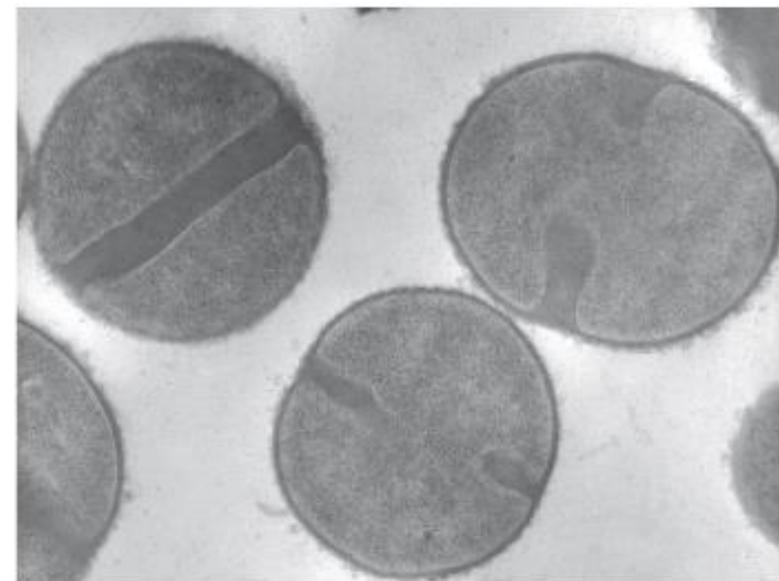


Staphylococcus aureus



(a)

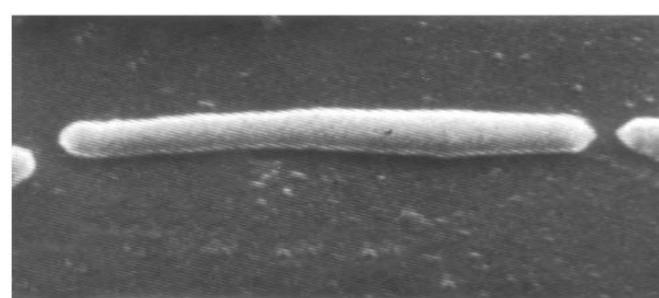
SEM



(b)

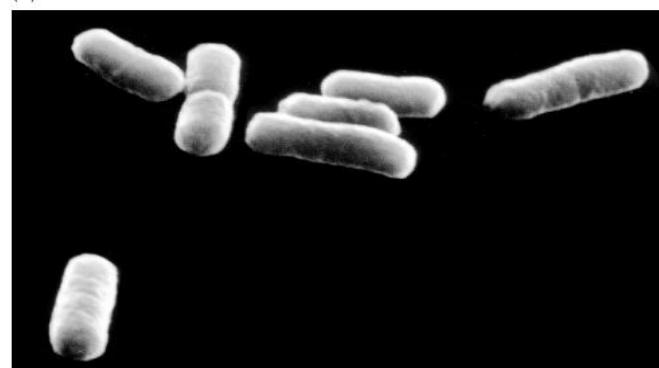
TEM

SEM

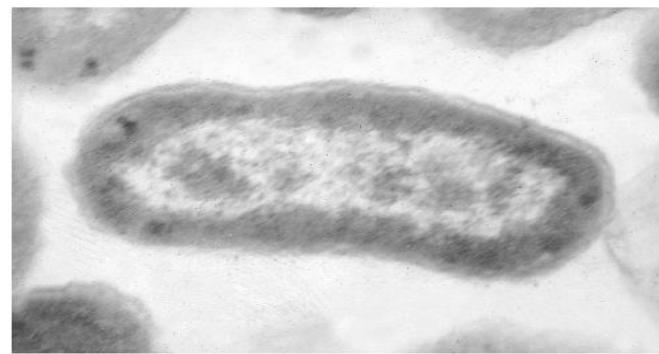


(a)

TEM



(b)



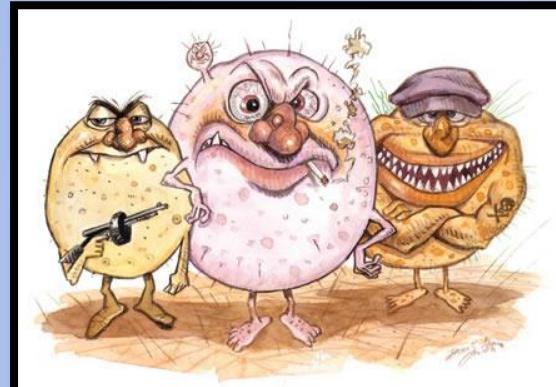
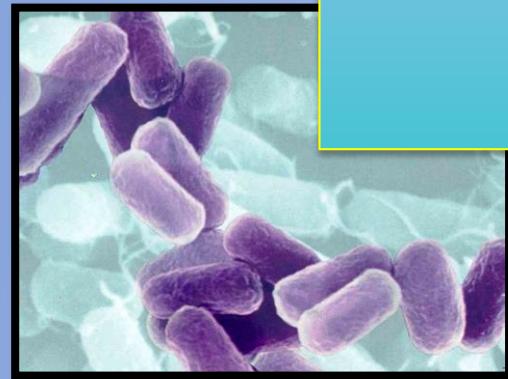
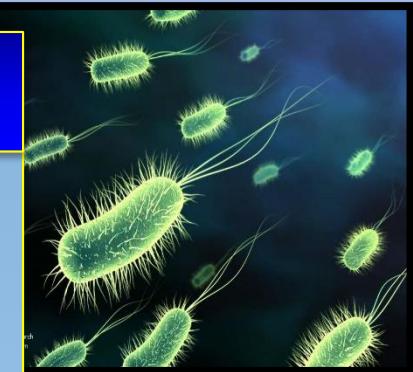
(c)

BACILLO

COCCOBACILLO

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.



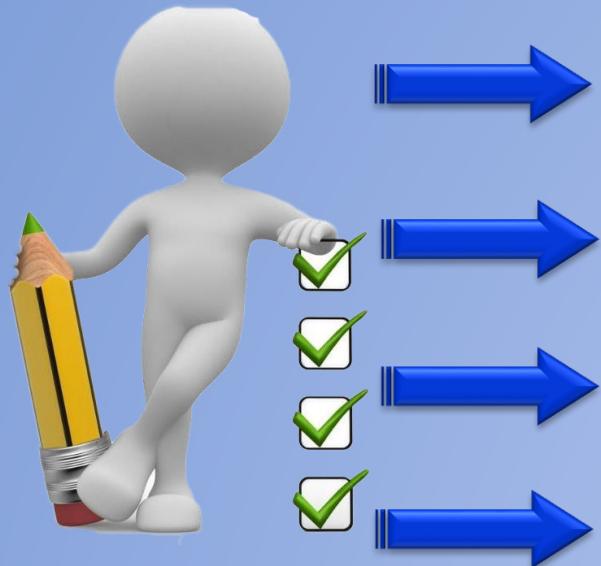
STRUTTURE OBBLIGATORIE

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-**

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

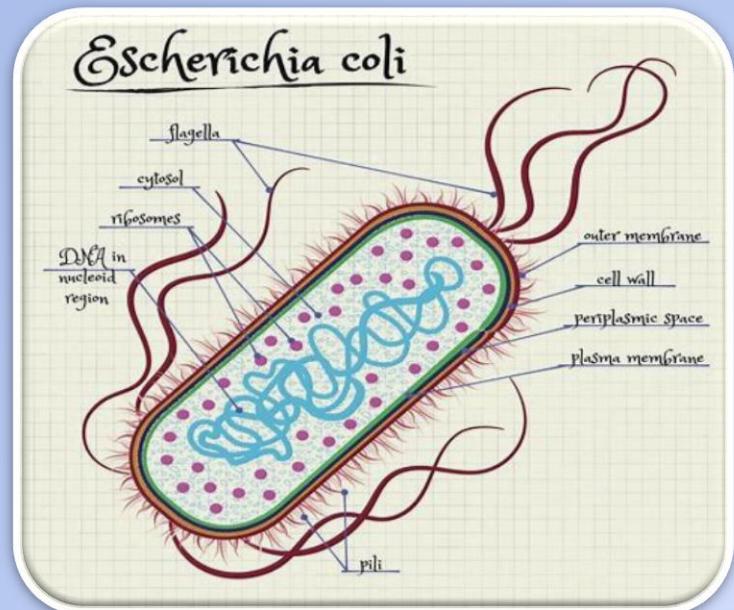


capsula

glicocalice

flagelli

pili e fimbrie



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 bicatenaria** 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.

NUCLEOIDE

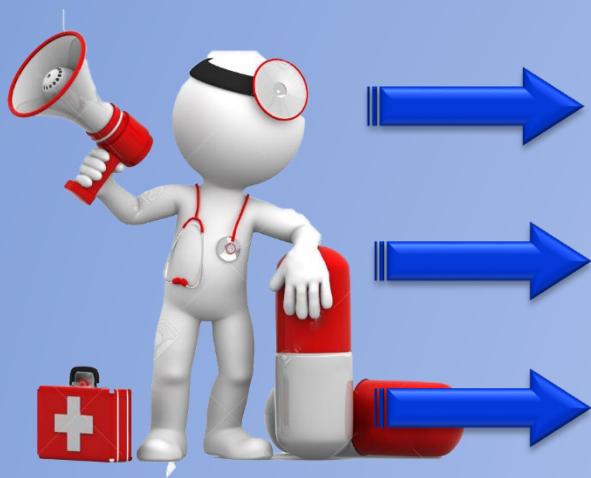
Il DNA è complessato con **poliamine** (proteine basiche simili agli istoni delle cellule eucariotiche) a basso peso molecolare che servono a neutralizzare il basso pH dell'acido nucleico, proteggendolo dalle variazioni di calore.

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).

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).

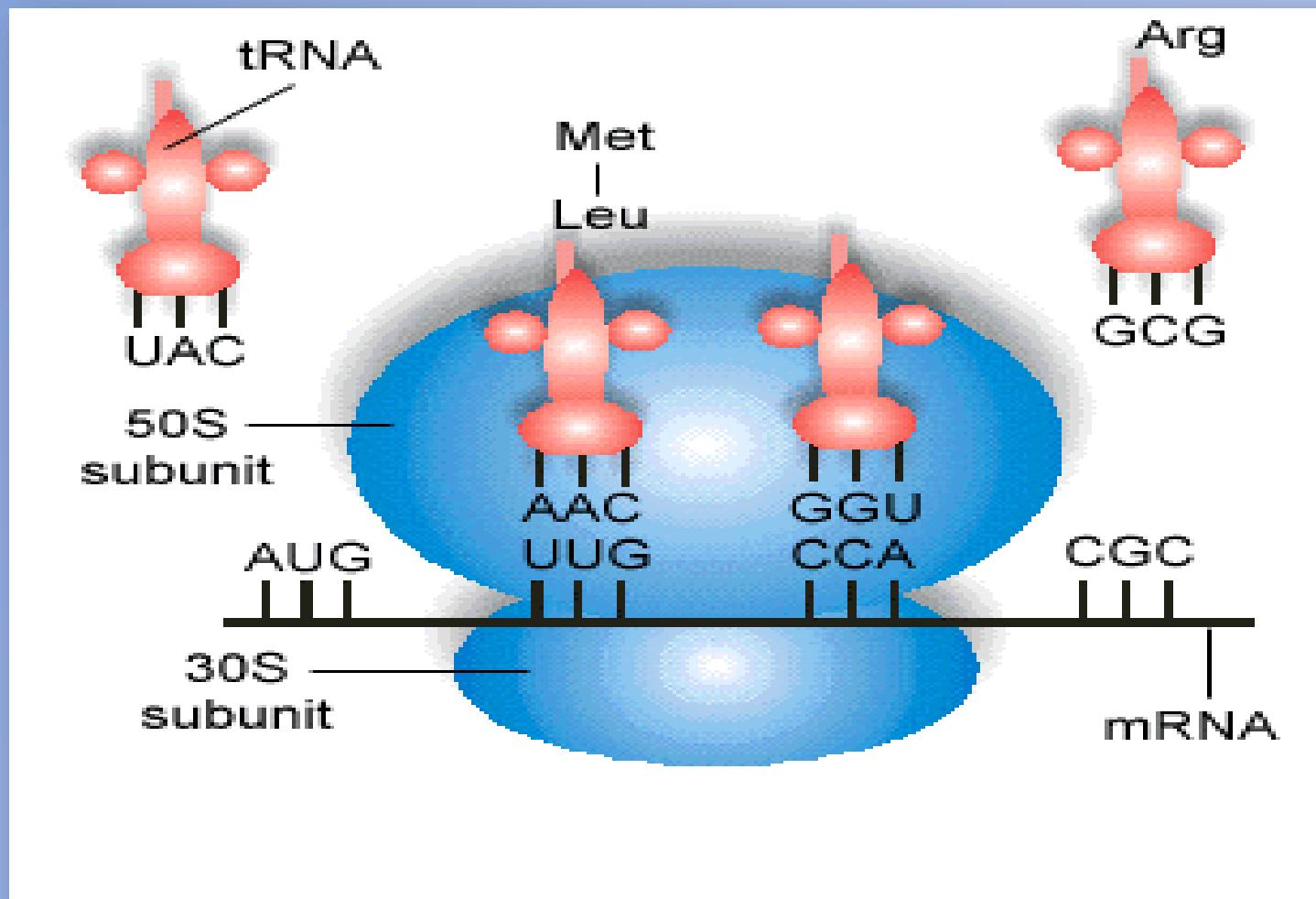
Eucarioti **80S** (60+40)

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

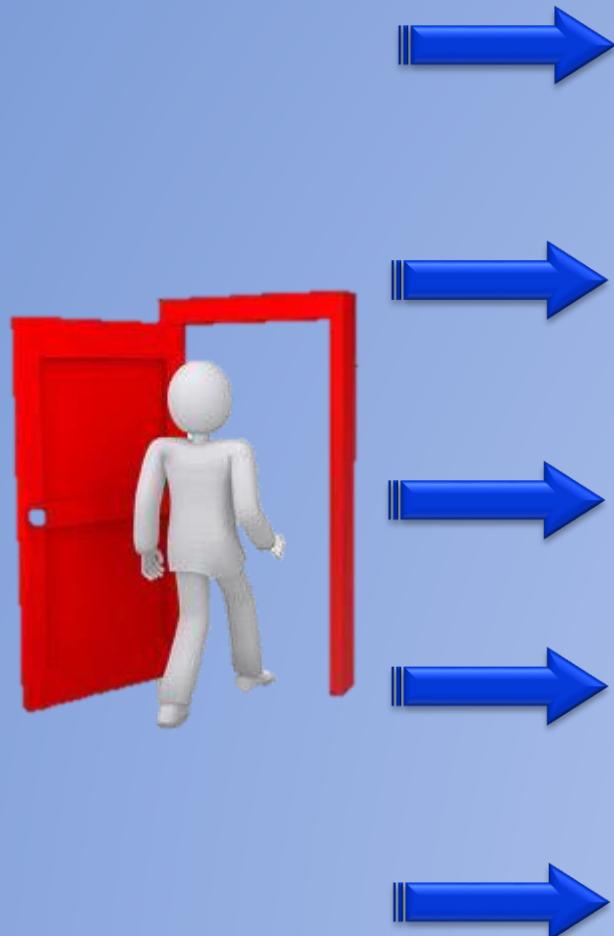
Sono costituiti per il 60% di RNA e per il 40% di proteine.

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

RIBOSOMA 70S



PLASMIDI



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

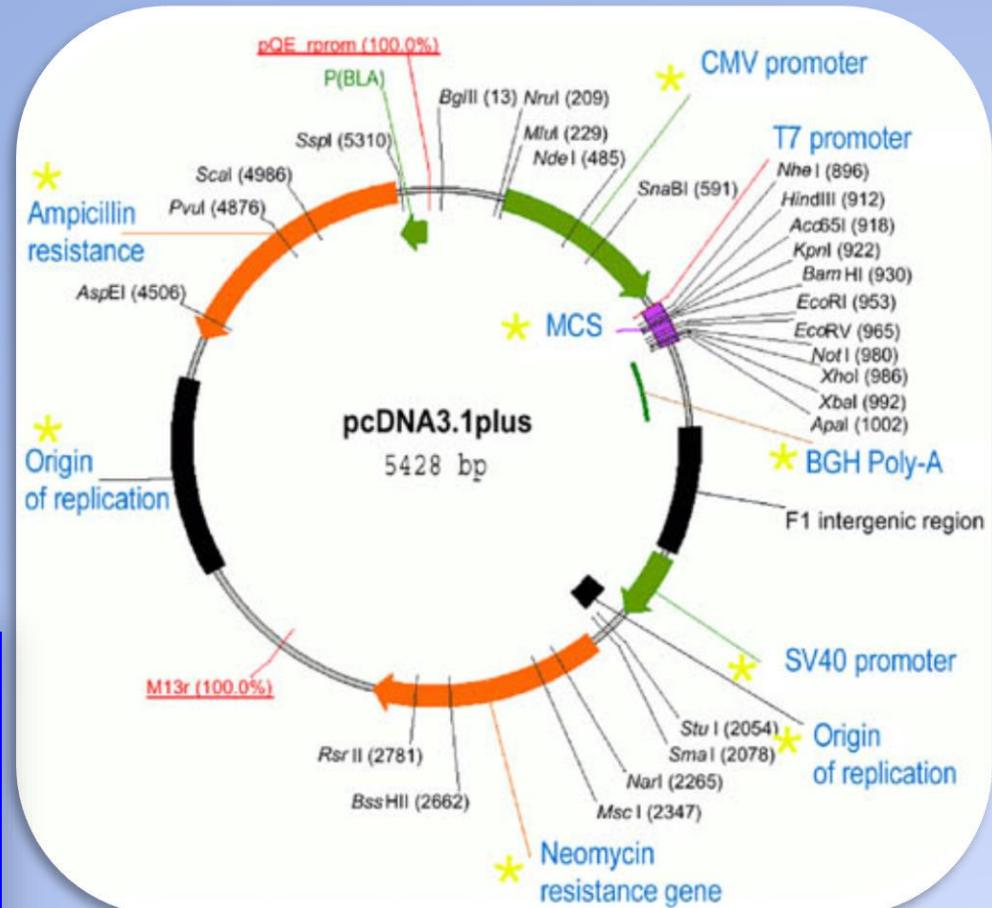
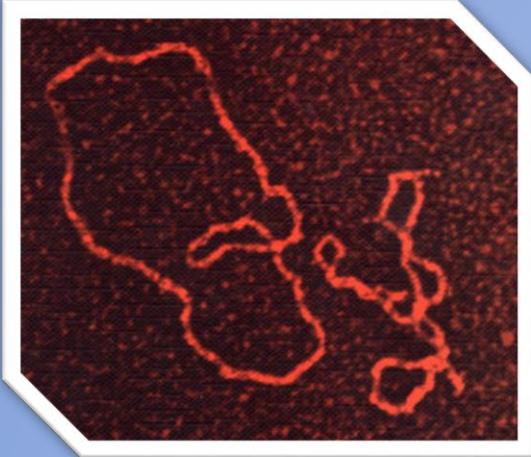
sono da 1/20 a 1/100 della dimensione di un cromosoma

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

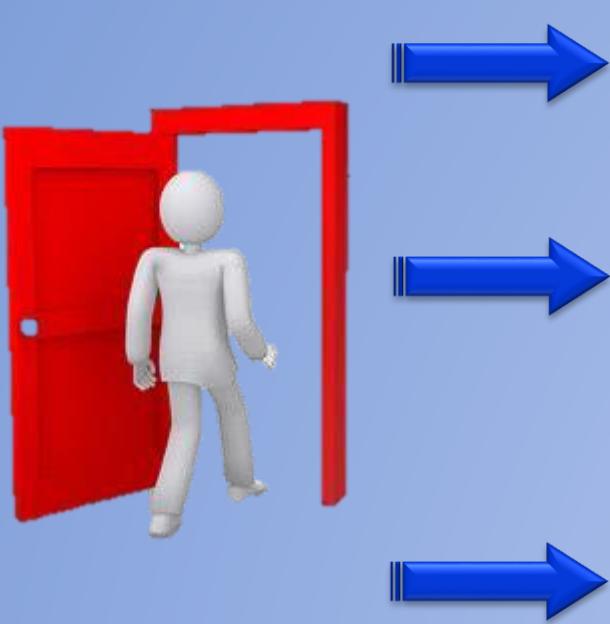
possono essere **trasmessi** da una cellula batterica ad un'altra

possono **replicarsi autonomamente** e permanere nella cellula batterica per numerose generazioni

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)

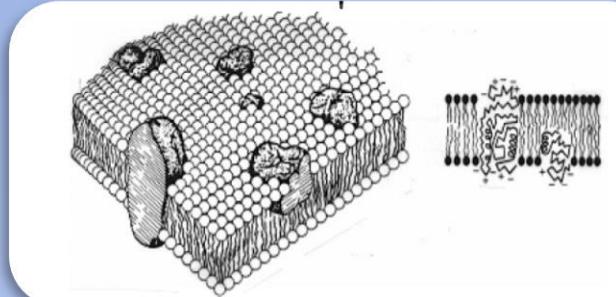
Formata da lipidi (40%), proteine (60%) e carboidrati (piccole quantità)



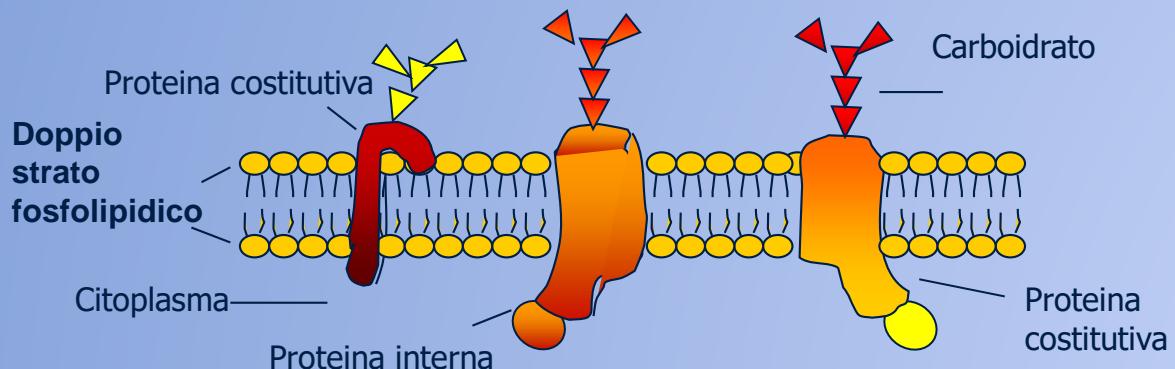
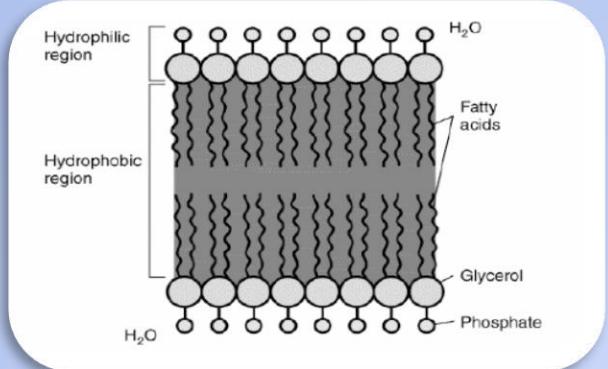
MEMBRANA CITOPLASMATICA

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:

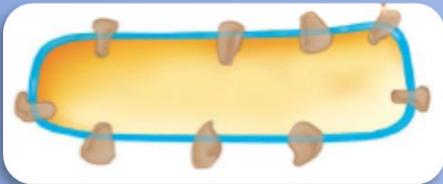
nei **micoplasmi*** perché non possedendo peptidoglicano devono avere una membrana che funga da parete

* 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**

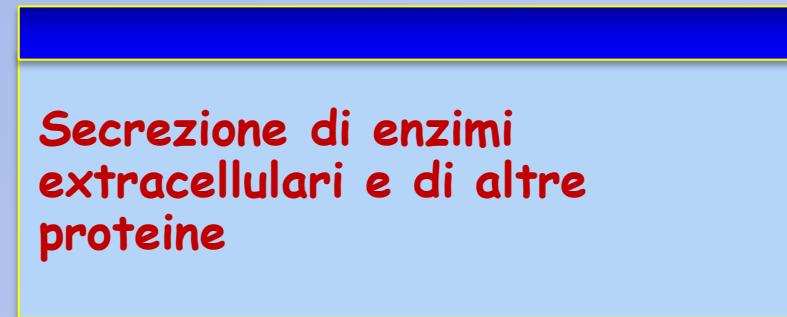
MEMBRANA CITOPLASMATICA

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

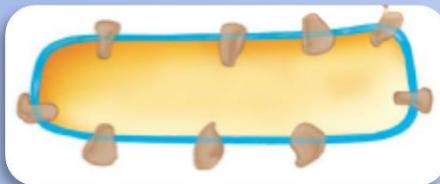


MEMBRANA CITOPLASMATICA

FUNZIONI DELLA MEMBRANA CITOPLASMATICA DEI BATTERI

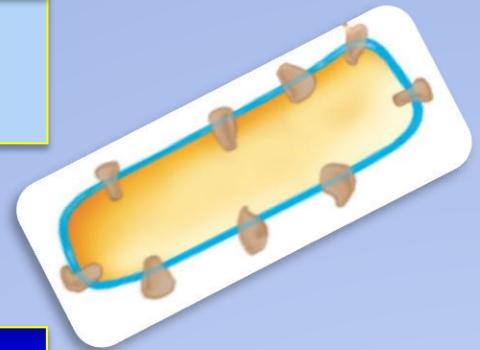
Fosforilazione ossidativa → produzione di energia

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

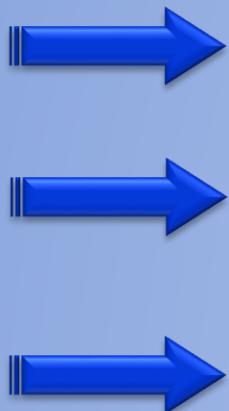


MEMBRANA CITOPLASMATICA

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

sono i batteri li hanno

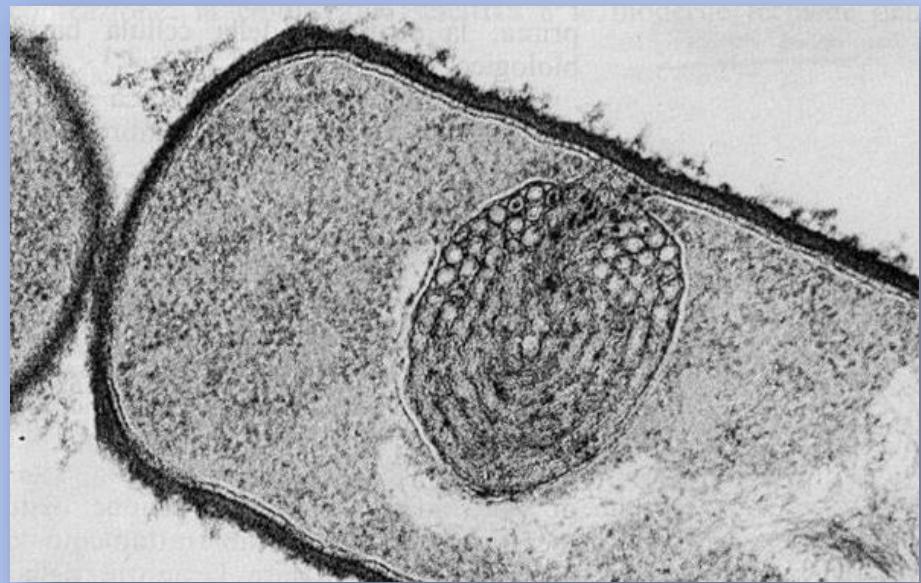
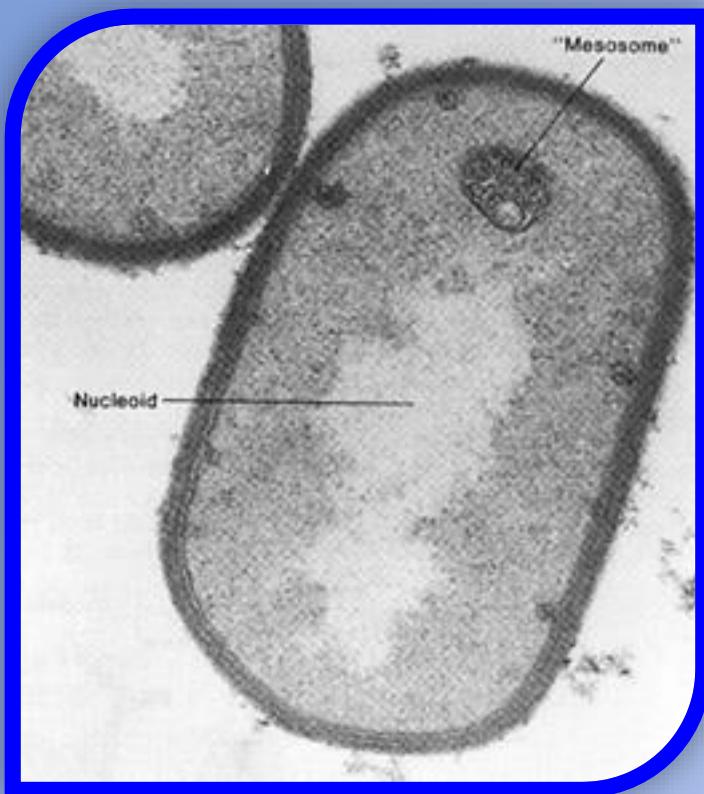
Funzione respiratoria della m.c. dei batteri perché privi di mitocondri

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

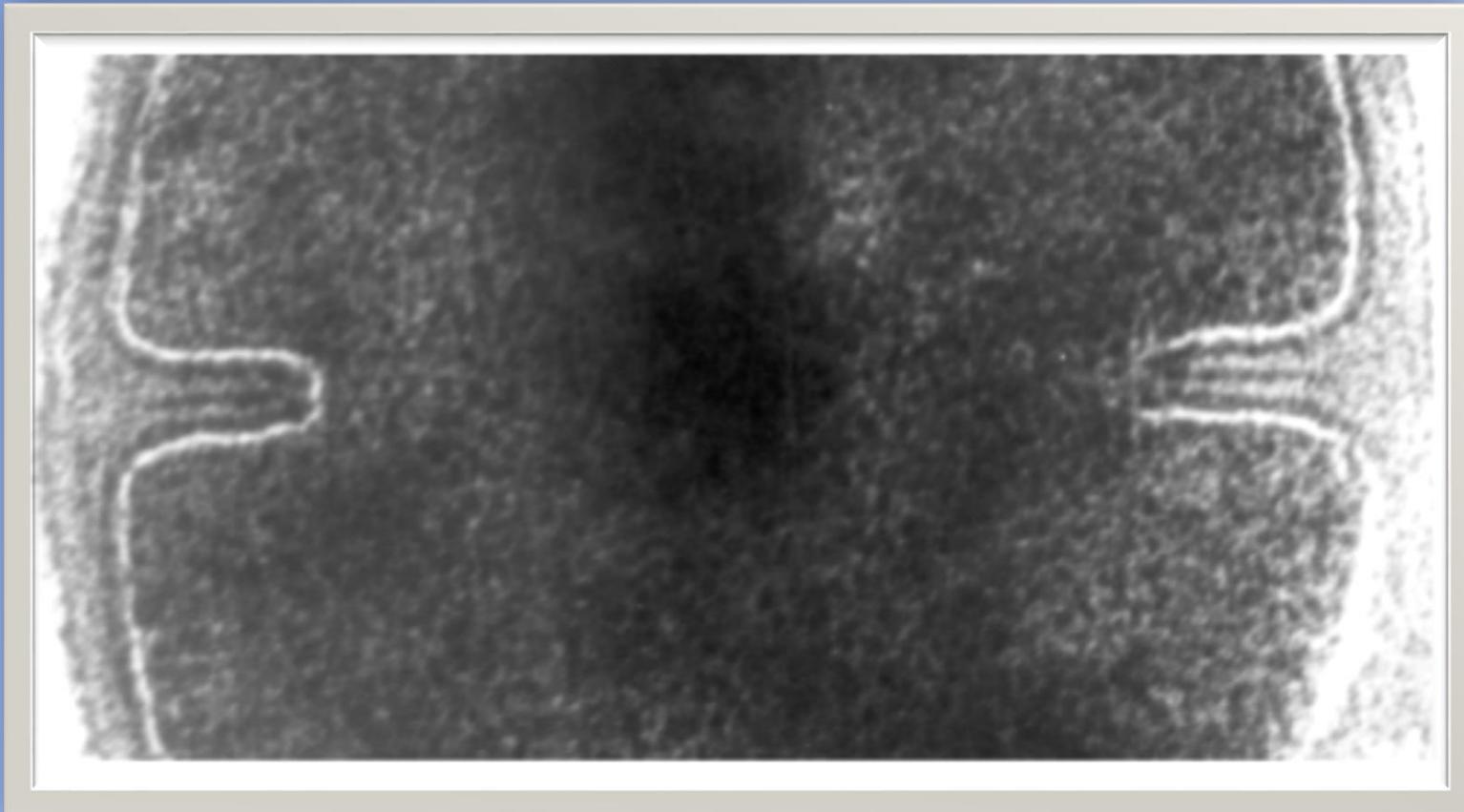
Rappresentano zone di
concentrazione degli ossisomi (o,
meglio dei loro equivalenti): **sede di**
citocromi ed enzimi respiratori. Vi
sono i **trasportatori di elettroni**
(dall'interno all'esterno della m.c.
trasportando i protoni che
energizzano la membrana ed
innescano i protoni che portano alla
generazione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

La forma più usuale è
quella **vescolare**

MESOSOMI

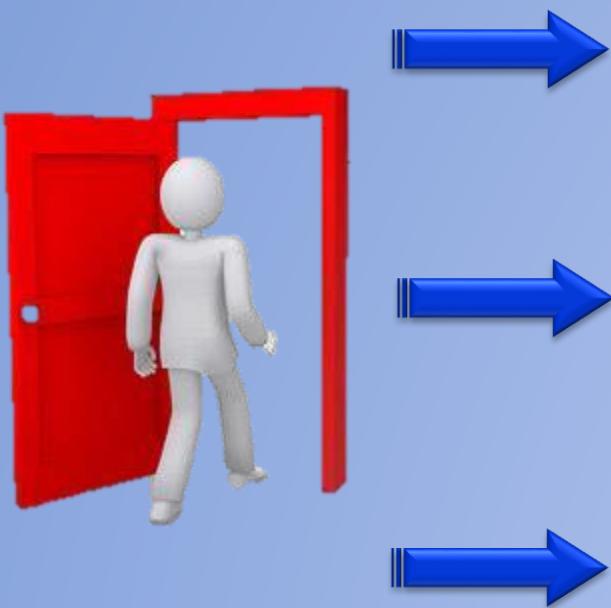


MESOSOMI – fase iniziale zona equatoriale



MESOSOMI

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



nella formazione delle **spore**

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

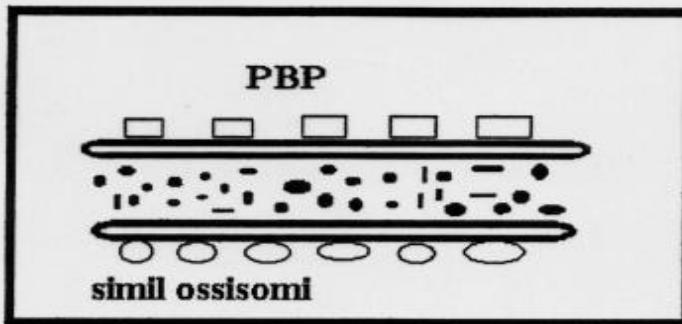
nel **trasporto del DNA** ai 2 poli o negli
emisferi delle cellule neoformate

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



PBPs

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

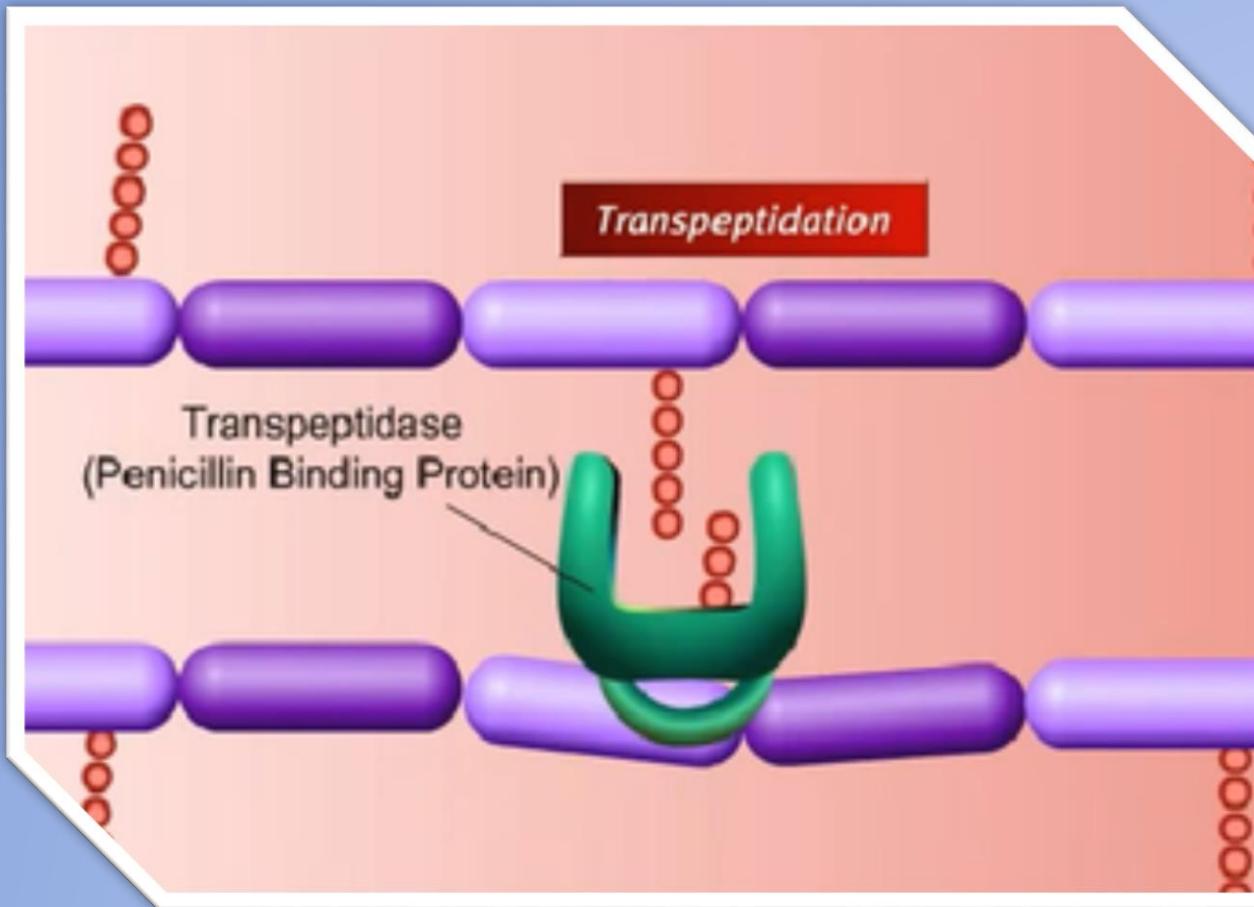
PBPs

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

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

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

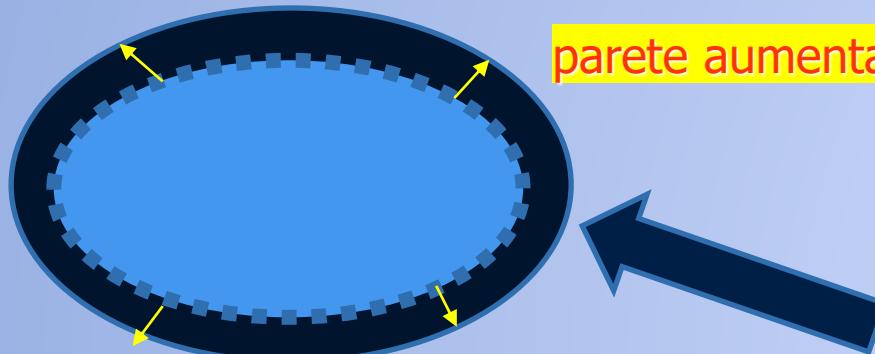
Funzioni fisiologiche delle PBP



PBPs4 = responsabile produzione delle autolisine per separare le cellule figlie neo formate (localizzata e transitoria).

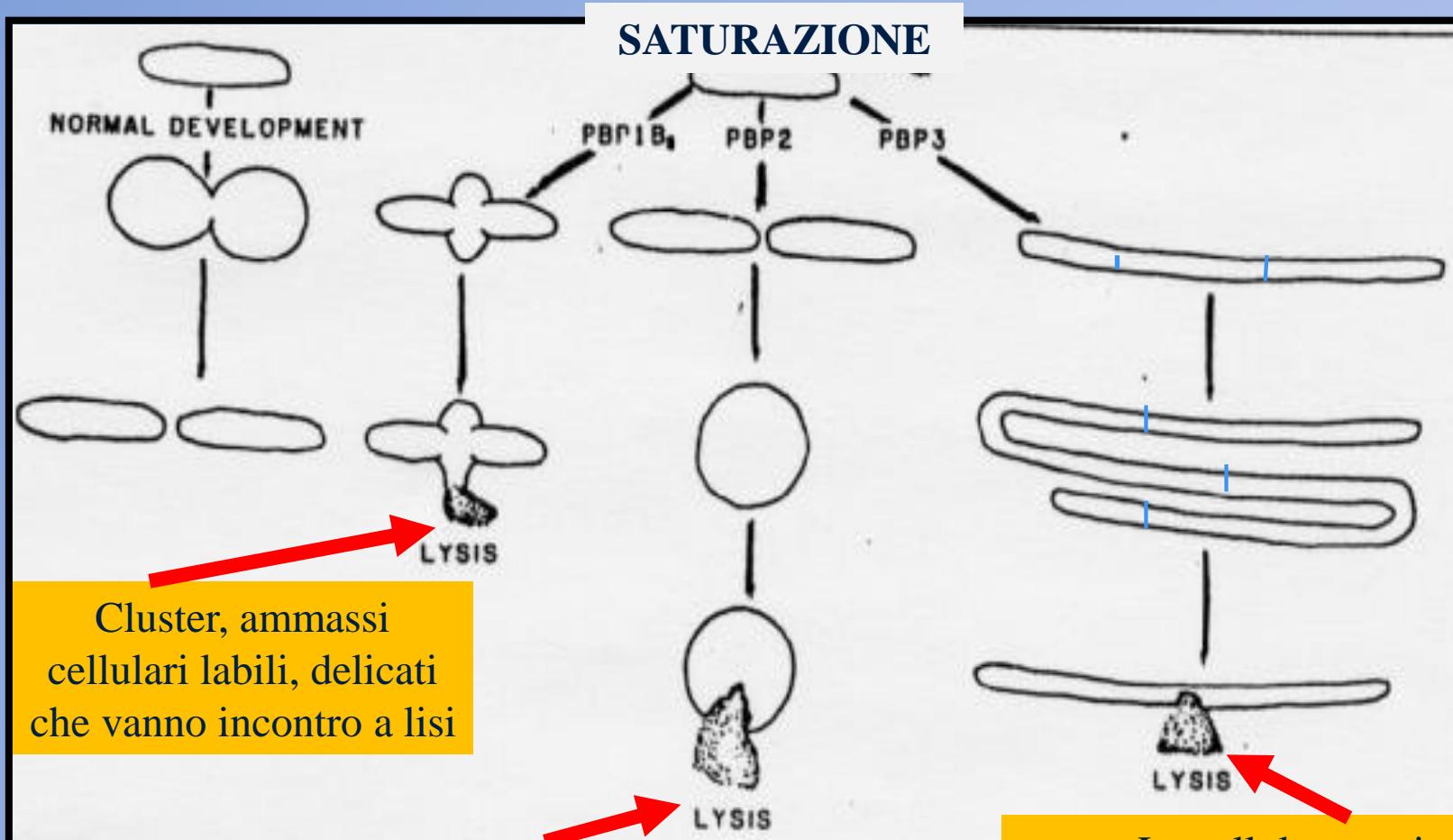
Le autolisine servono a formare piccoli fori sulla parete cellulare per permettere l'apposizione di nuovo materiale parietale (peptidoglicano) e quindi ingrandire la parete

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



parete aumentata, batterio ingrandito

FUNZIONI PBPs



MEMBRANA CITOPLASMATICA

responsabile del controllo dello scambio di metaboliti



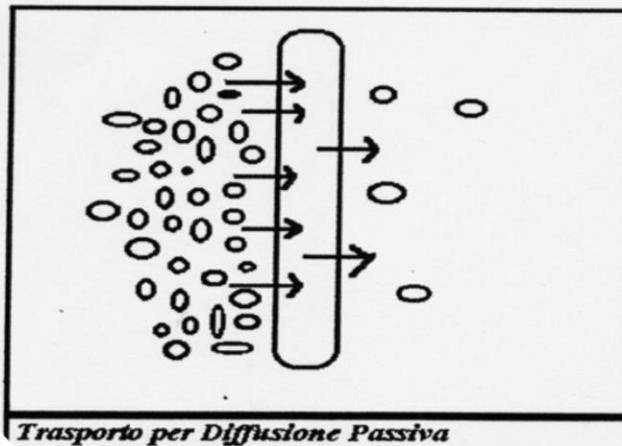
DIFFUSIONE PASSIVA

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.



MEMBRANA CITOPLASMATICA

Scarsa nei procarioti



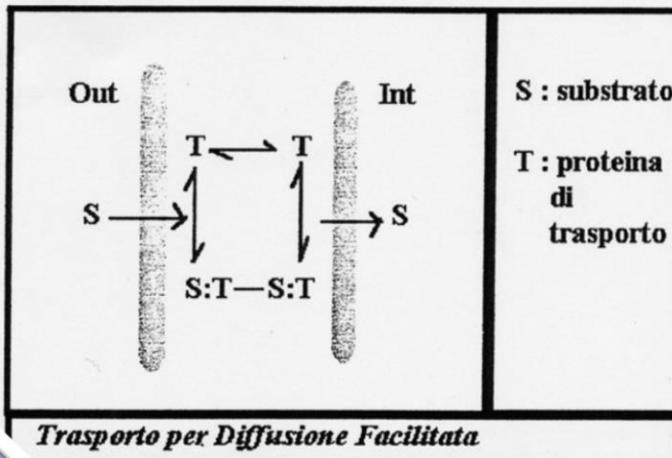
DIFFUSIONE FACILITATA

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 perché c'è un sistema di trasporto.

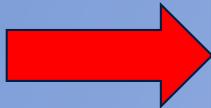
Pochi procarioti adottano questo sistema di trasporto che è invece maggiormente sfruttato fra gli eucarioti (per gli zuccheri soprattutto).

Non implica dispendio energetico.



MEMBRANA CITOPLASMATICA

Per molecole idrofile



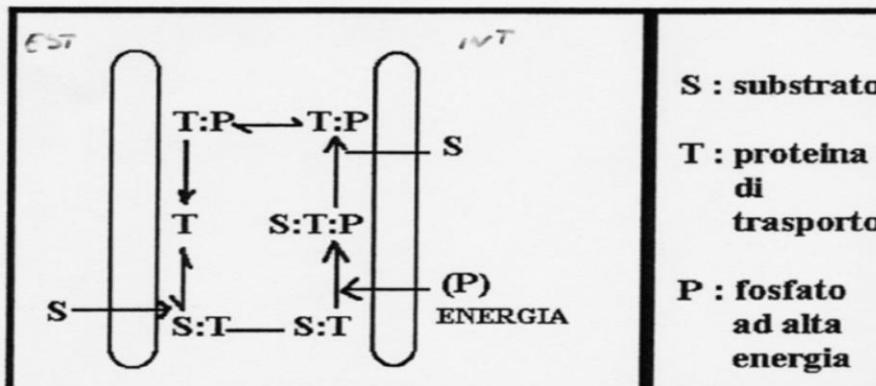
TRASPORTO ATTIVO

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 *contra 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.



Trasporto attivo a mezzo di carrier di membrana



*Per qualunque domanda o problema
puoi contattarmi al*

- Tel: **338 642 8032**
- e-mail: vivian.tullio@unito.it