

## • CELLULE PROCARIOTICHE ED EUCARIOTICHE -4

Principi di Biologia e Genetica  
Scienze Motorie  
a.a 2020-21  
Dr ssa Elisa Mazzoni, PhD

---



# CELLULA PROCARIOTICA

## Batteri Patogeni (per piante e animali)



Esempi di Batteri patogeni:

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

## Procarioti non patogeni ma utili



- Decompongono sostanze inquinanti (petrolio, ecc)
- Decompositori: scindono le molecole organiche in composti piu' semplici (C, S, N<sub>2</sub>, P) utili a piante ed animali
- Fissazione dell'azoto: alcuni batteri e archeobatteri possono ridurre l'azoto atmosferico (N<sub>2</sub>) in ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e quindi in nitrati, forma in cui l'N<sub>2</sub> puo' essere assimilato dalle piante.

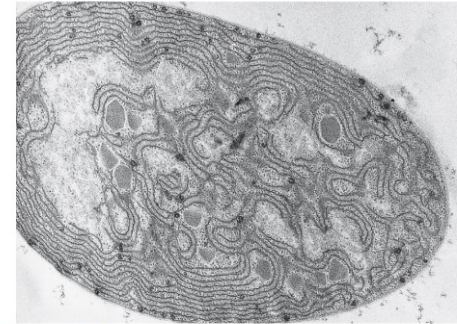


## BACTERIA

Nei Bacteria vi sono:

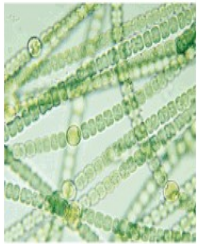
### CIANOBATTERI

- ❑ 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.

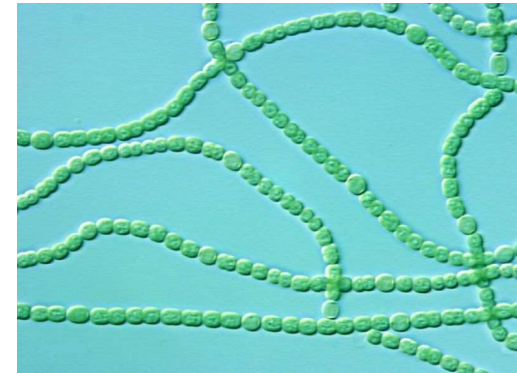
#### CIANOBATTERI (GRAM-NEGATIVI)



20  $\mu\text{m}$

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.

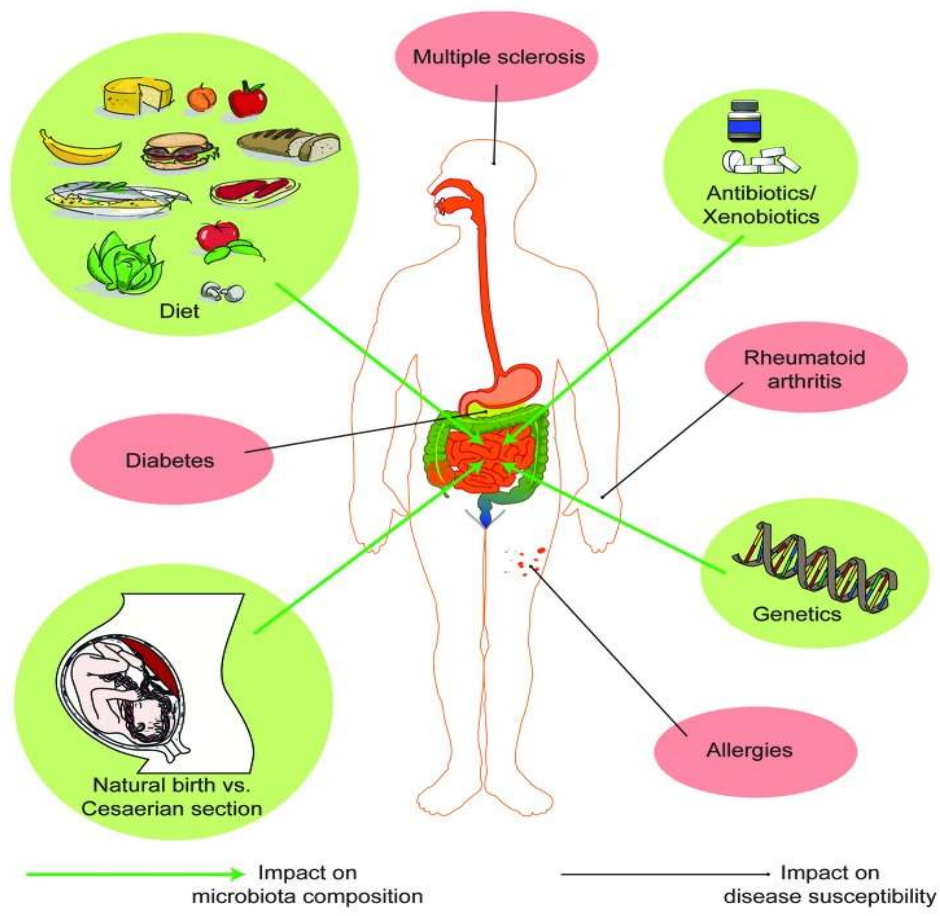
Tra i batteri la maggioranza SONO IN ANAEROBIA, più o meno stretta o facoltativa (molti sopravvivono in assenza di ossigeno e alcuni ne tollerano la presenza).

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



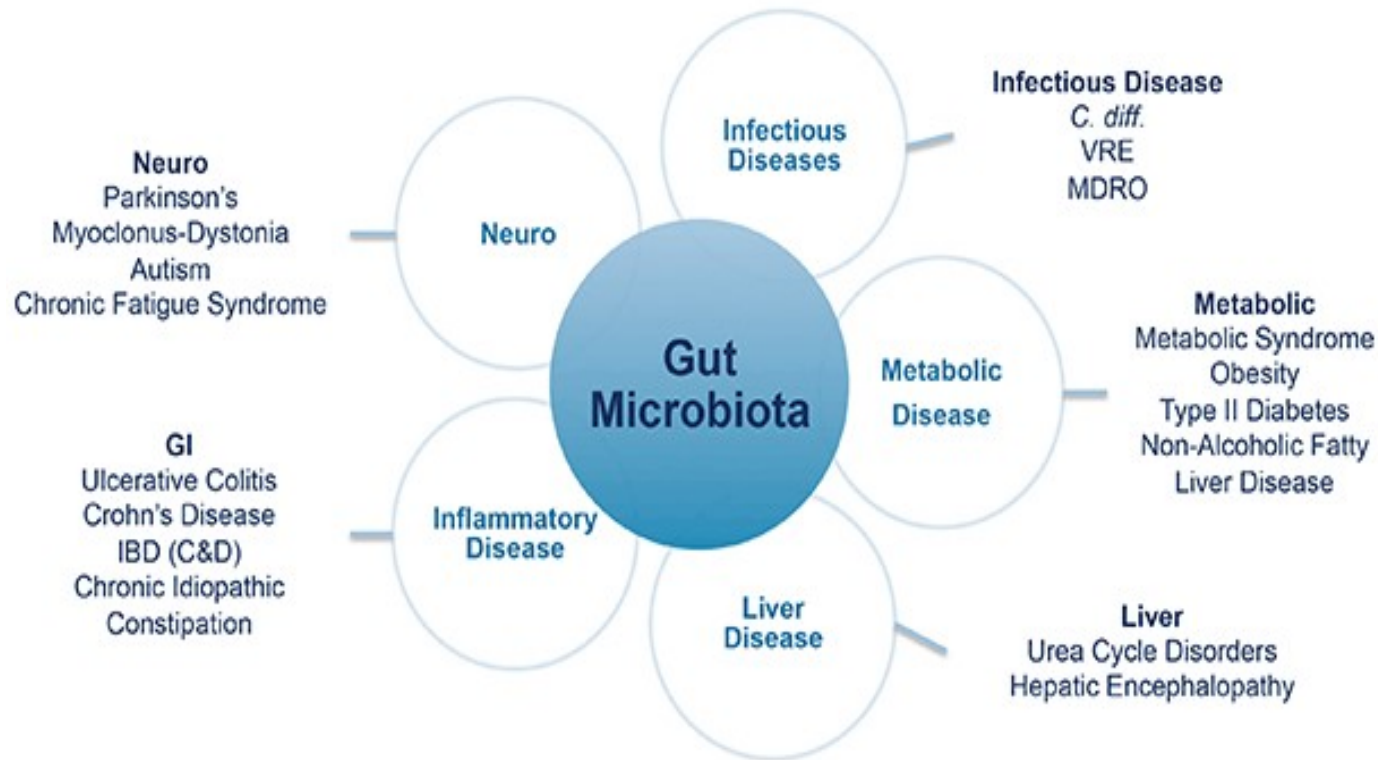
The interplay between the gut microbiota and the immune system. Markus B Geuking, et al. Gut Microbes. 2014 May 1;5(3):411-418.





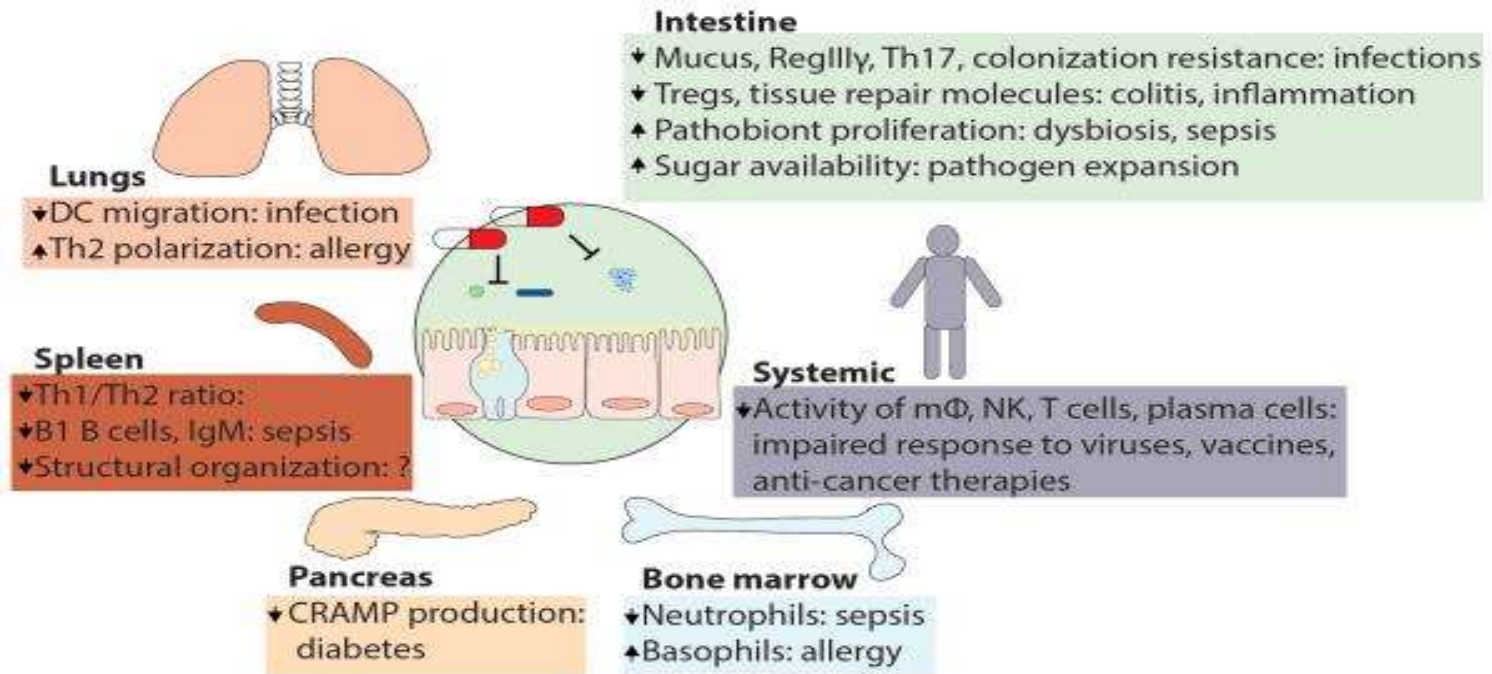
# Microbiota

## 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.

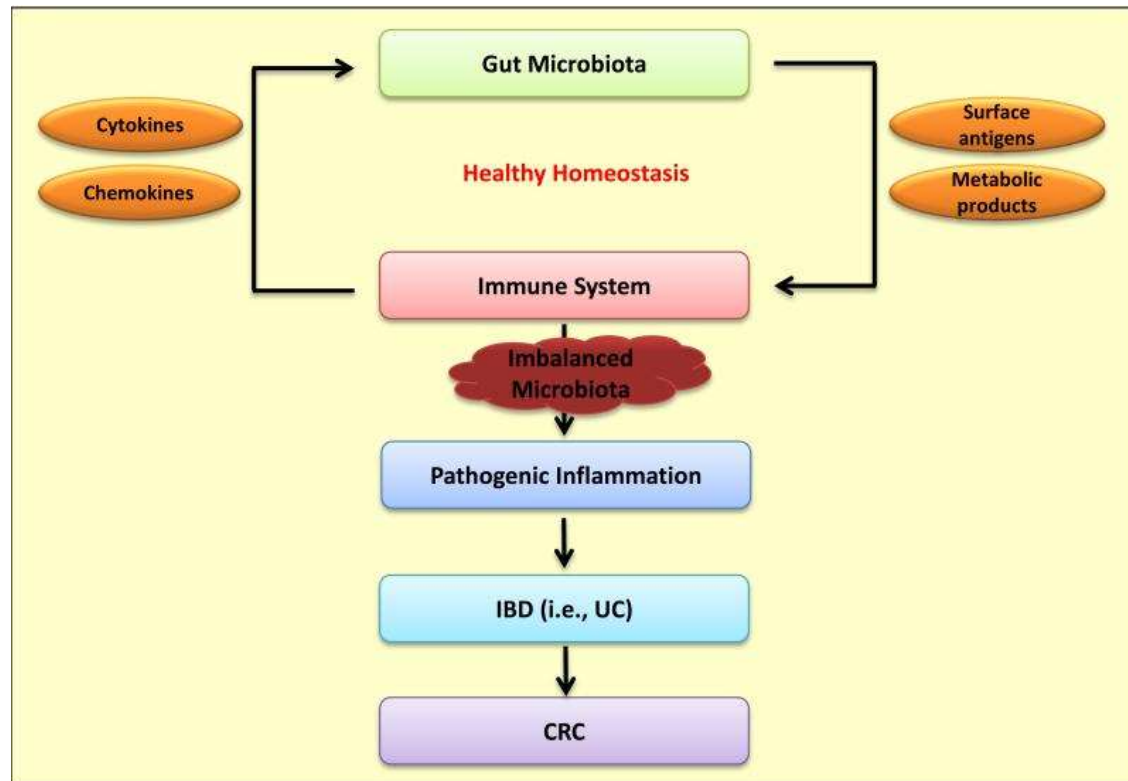


**Interactions between the gut microbiota and the immune system maintain healthy homeostasis.**

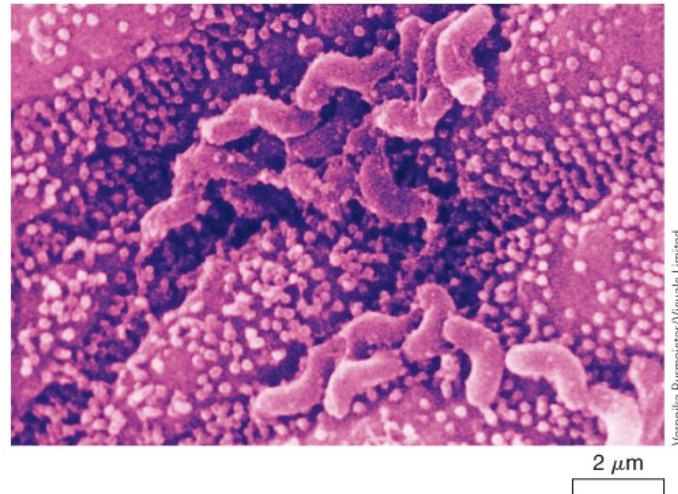
**Microbiota impact on the epigenetic regulation of colorectal cancer.**

**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. Il 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.
Gonorea	<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.





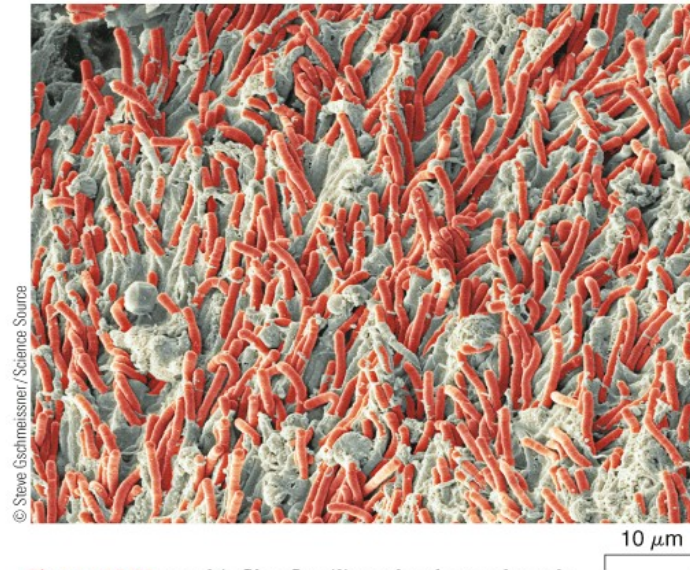
Le cellule procariotiche si dividono velocemente per scissione binaria (in meno di 20 minuti)



**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.



## 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  $\mu\text{m}$ .

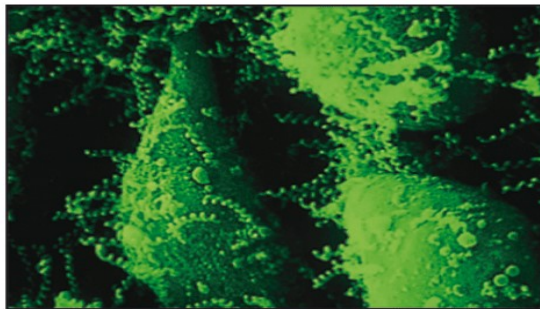
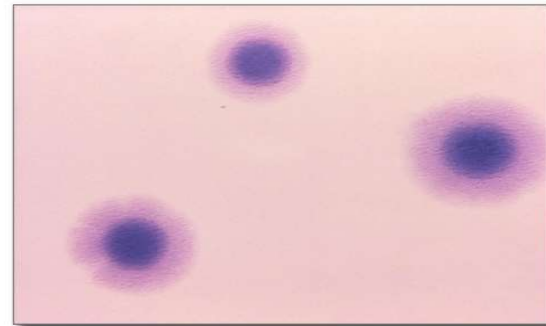
La placca dentale è un esempio di biofilm.

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  $\mu\text{m}$
- Vivono nel terreno e nelle acque di scarico
- Alcune specie vivono nelle mucose umane



5  $\mu\text{m}$

**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 micoplasmico 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 piastra



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  
Solomon, Elementi di Biologia, Edises



## ARCHEA

Tra gli Archeobatteri troviamo:

- **METANOGENI produttori di gas metano**
- ❑ Procarioti in grado di produrre gas metano CH<sub>4</sub>
- ❑ trasformano CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>
- ❑ molto semplici
- ❑ capaci di vivere senza ossigeno (anaerobi)

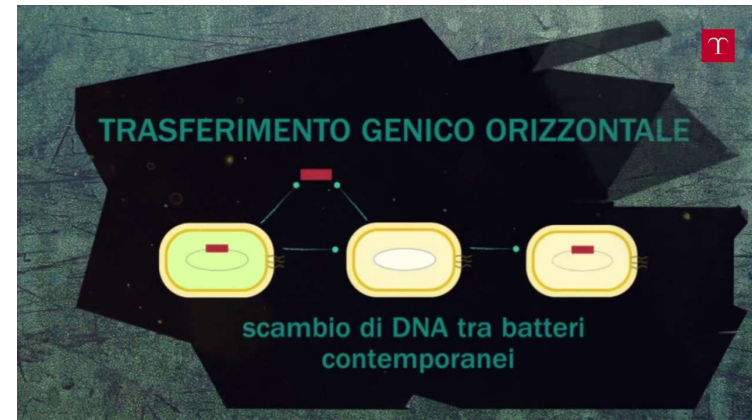


**Figura 2.14** Gli archeobatteri o batteri primitivi. I metanogeni, che producono gas metano, mancano di citocromi per cui il meccanismo di trasporto degli elettroni è molto diverso da quello degli altri batteri e degli eucarioti. Immagine al microscopio elettronico a scansione di *Methanoarcina mazei*.



## NELLE POPOLAZIONI BATTERICHE L'EVOLUZIONE PROCEDE RAPIDAMENTE

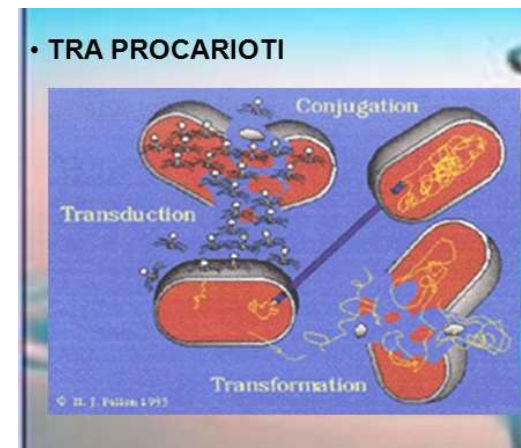
Il **trasferimento genico** orizzontale contribuisce notevolmente alla rapida evoluzione dei procarioti. L'acquisizione di nuovo DNA e la ricombinazione genetica sono importanti per la variazione genetica richiesta per la diversificazione e adattamento : il nuovo materiale genetico è trasferito per scissione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



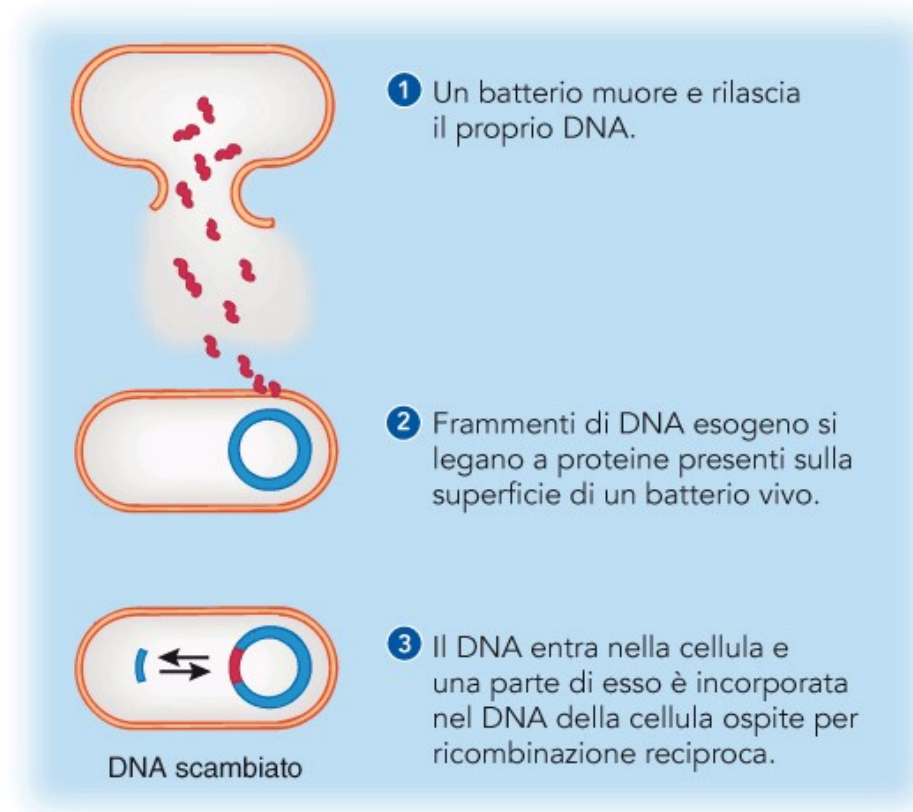
**Il trasferimento genico tra i procarioti avviene con tre meccanismi differenti:**

I processi di trasferimento genico orizzontali sono:

- Trasformazione
- Trasduzione
- Coniugazione



## TRASFORMAZIONE BATTERICA



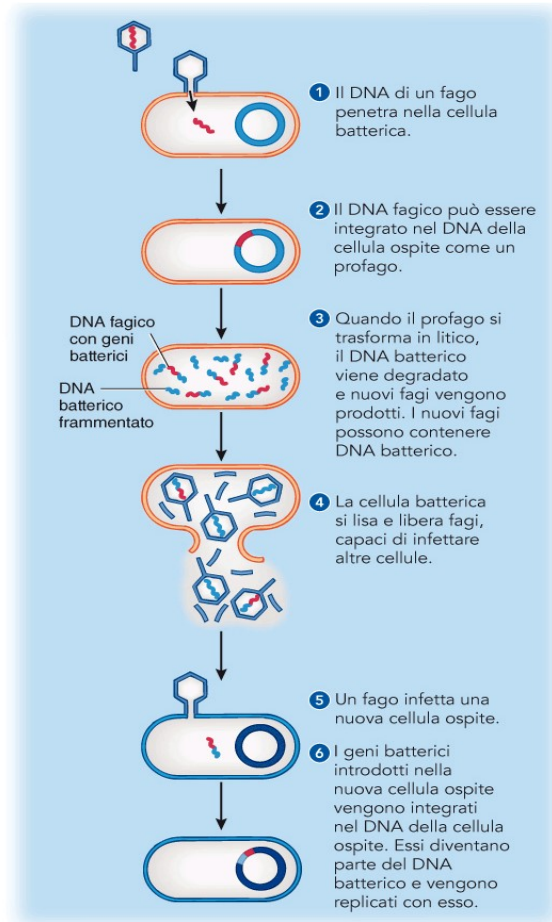
**Figura 20-6** La trasformazione

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.

Solomon, Elementi di Biologia, Edises



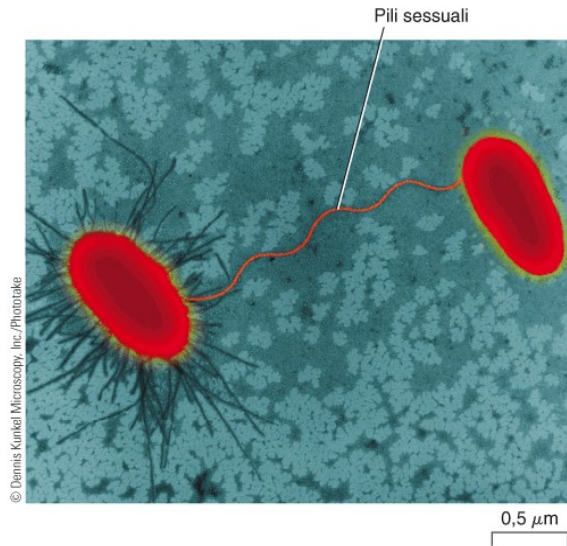
Quando un fago incorpora DNA batterico o archeobatterio trasferisce quel DNA al nuovo ospite batterico



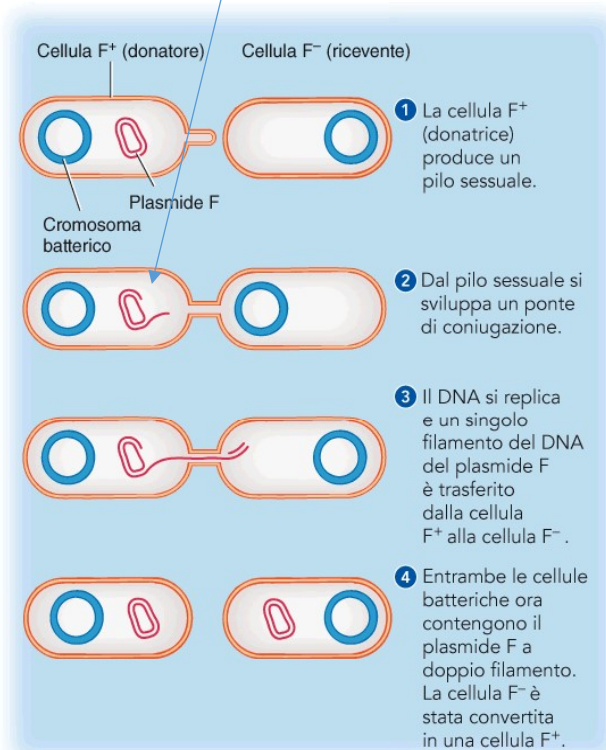
# CONIUGAZIONE BATTERICA

## 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?

Solomon, Elementi di Biologia, Edises

