

Quali sono le principali proteine del citoscheletro nei batteri?

Le proteine del citoscheletro possono suddividersi in :

1. omologhe a quelle degli eucarioti (all'actina o alla tubulina)
2. Intermediate-like filaments (IF)
3. Non omologhe a quelle eucariotiche come le proteine MinD/ParA.

Tra le proteine simili all'actina troviamo

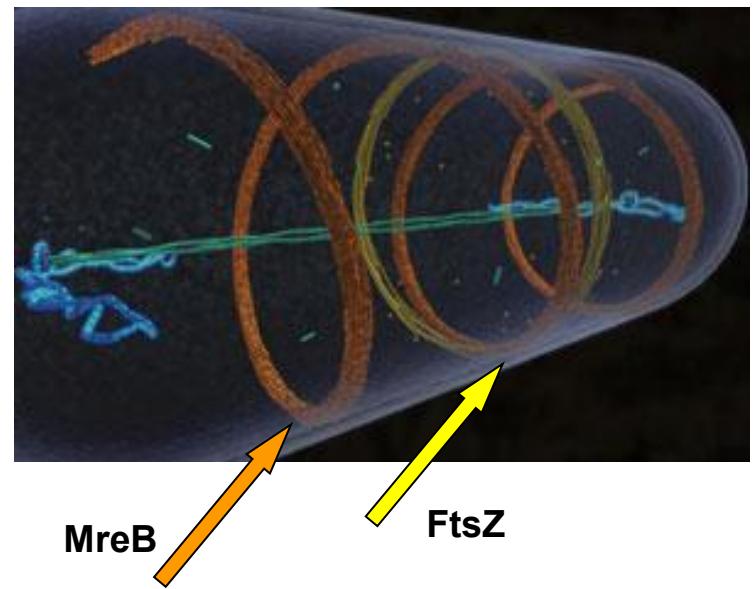
FtsA

MreB, MreC, MreD

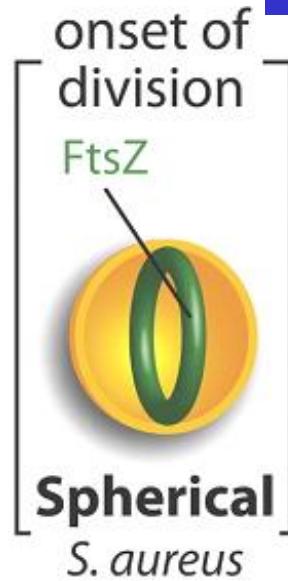
ParM

Tra le Proteine simili alla tubulina

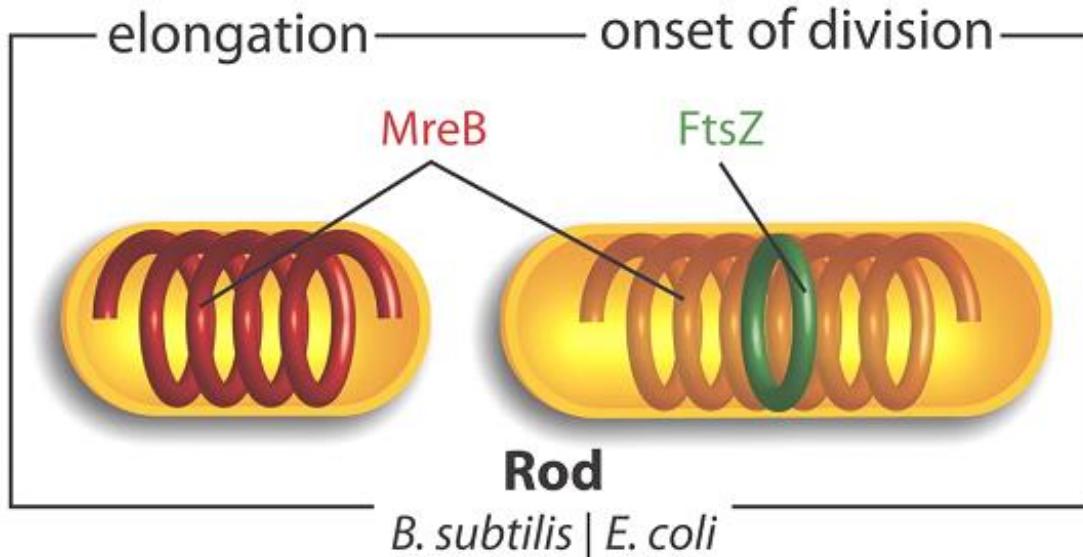
FtsZ



Le proteine del citoscheletro nei diversi batteri.

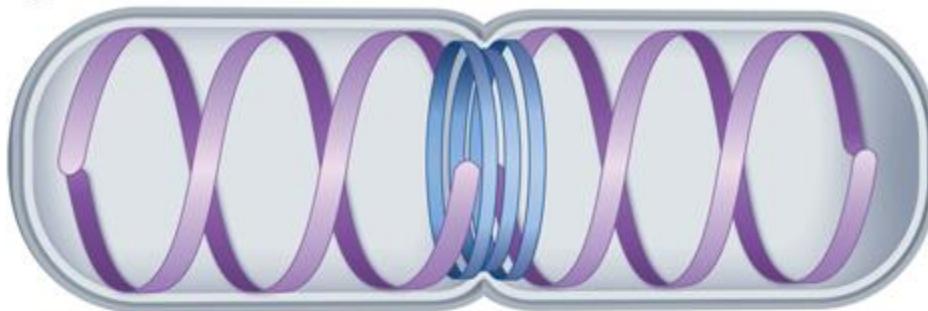


L'unico elemento del citoscheletro presente nei batteri sferici come *Streptococcus aureus* è la proteina FtsZ simile alla tubulina che si localizza in un anello all'inizio della divisione cellulare e definisce così il piano di divisione.



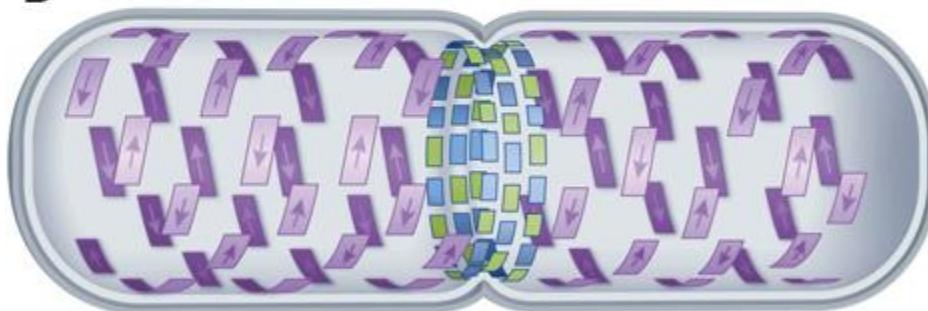
Molti batteri a forma di bastoncello come *E. coli* e *Bacillus subtilis* (Gram+) contengono oltre ad FtsZ anche una o più proteine simili alla actina che si localizzano ad elica lungo la superficie del batterio e sono essenziali per il controllo della forma della cellula.

A



Le principali
proteine del
citoscheletro

B



MreB
filaments

FtsZ
protofilaments

FtsA
actin-like filaments

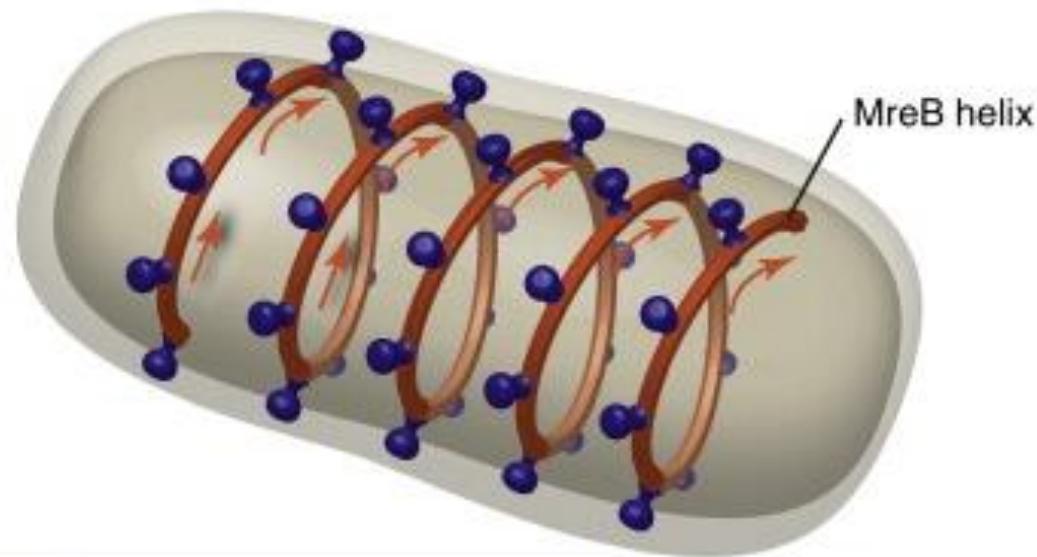
MreB

Fa parte di un operone che codifica anche per MreC e MreD.

È un filamento elicoidale localizzato sotto la superficie della membrana citoplasmatica

Si estende su tutta la cellula .

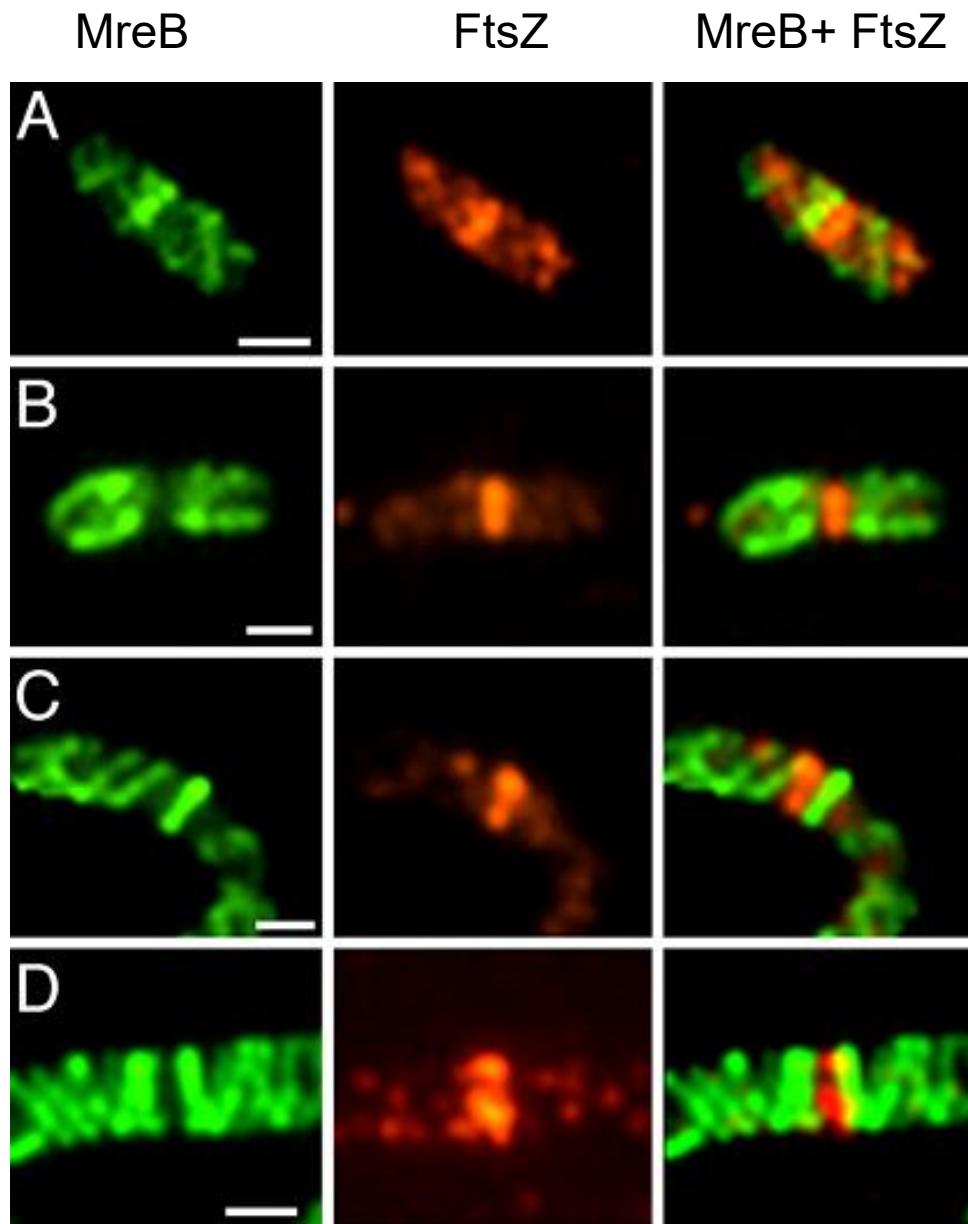
I filamenti di MreB sono presenti al disotto della membrana plasmatica e determinano la forma del batterio ma sono importanti come impalcatura per gli enzimi di sintesi della parete. In assenza di MreB il macchinario di sintesi del peptidoglicano si localizza in modo diffuso mentre in presenza di MreB si posiziona regolarmente sulla superficie interna della cellula.



PG elongation machinery
holoenzyme complex



MreB

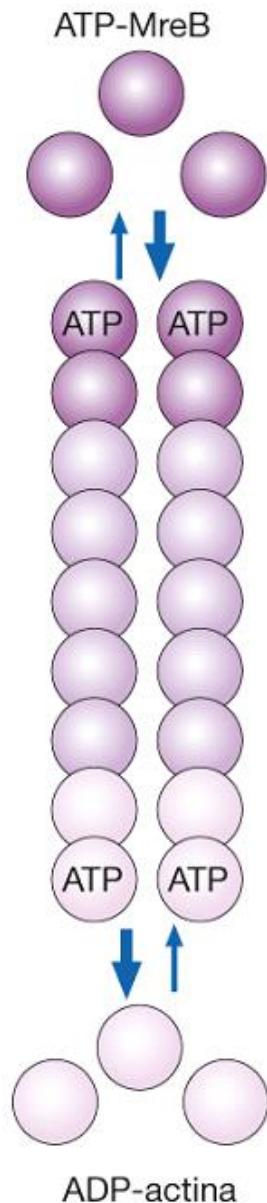
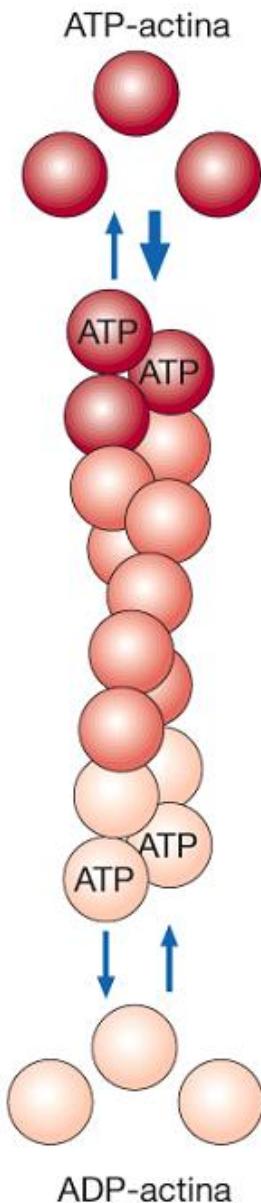


Immagini con doppia fluorescenza :in verde MreB ed in rosso FtsZ.

(A and B) localizzazione di MreB in cellule non trattate con aztreonam, un antibiotico β -lattamico che blocca la divisione cellulare interagendo con la proteina PBP1(a sinistra)

(C and D) Cellule trattate con aztreonam. Il verde indica la fluorescenza relativa alla fusione Yfp-MreB (*Left*); Rosso indica red immunofluorescenza di anticorpi anti-FtsZ (centro)

Sovrapposizione delle due immagini (a destra)(Scale bars: 1 μ m.)

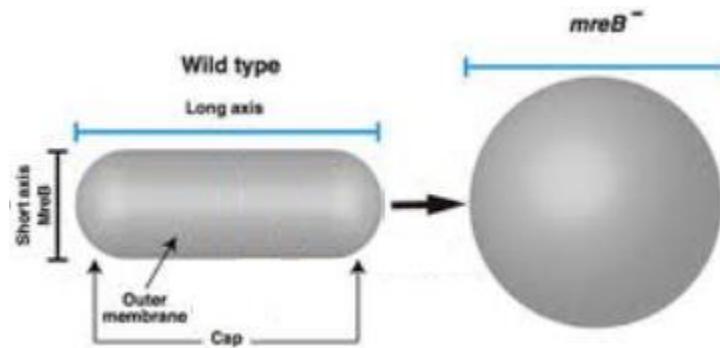
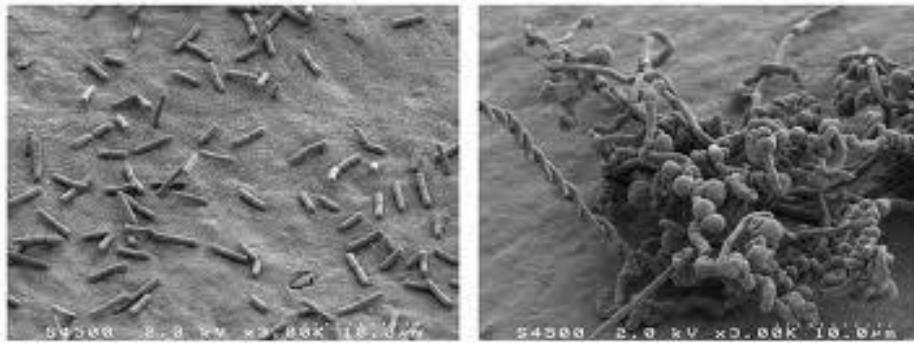


MreB è come l'actina degli eucarioti una ATPasi.
Quando MreB è legata all'ATP polimerizza sotto forma di filamenti mentre depolimerizza nella forma legata all'ADP

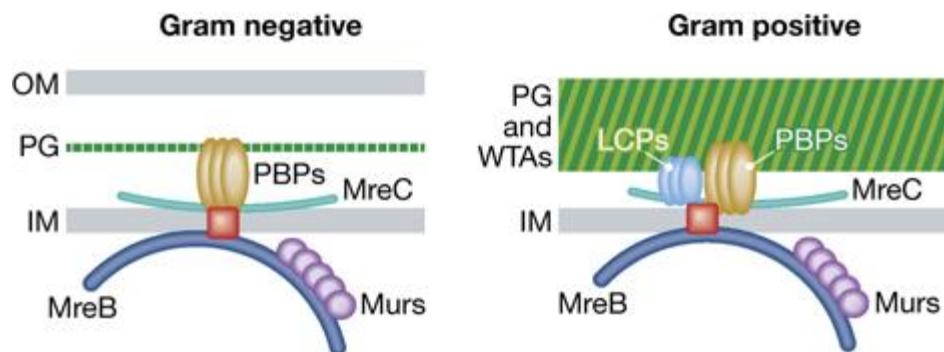
MreB legata all'ATP forma dei filamenti che si posizionano sotto la IM e determinano la forma del batterio

MreB (actin-like)

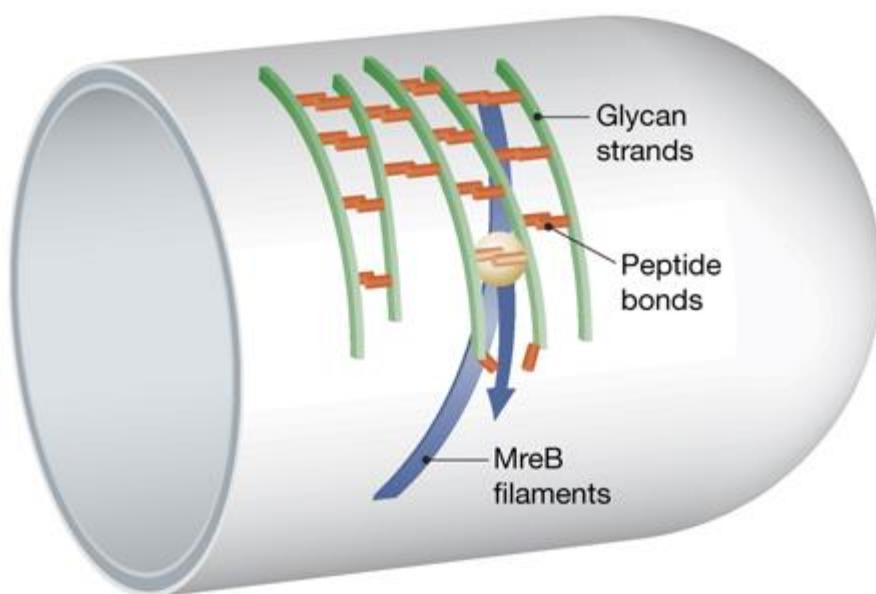
La perdita di MreB provoca la perdita della forma del batterio



A Recruitment of cell-wall synthesis enzymes

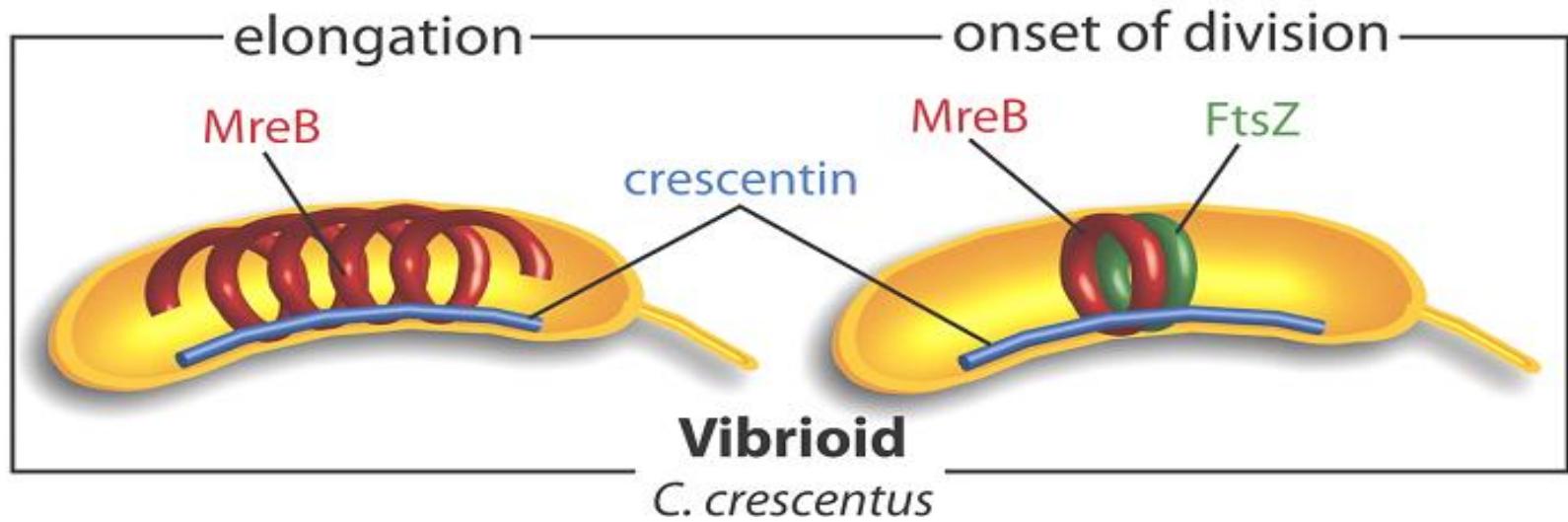


B Spatio-temporal control of PG/WTA insertion

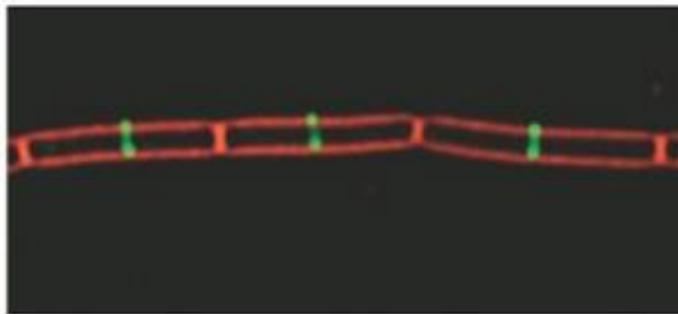


Potential functions of the MreB cytoskeleton in regulating cell shape. **(A)** MreB (dark blue) recruits several classes of enzymes involved in cell-wall synthesis to the sites of peptidoglycan (PG) and wall teichoic acids (WTAs) insertion. In many Gram-negative (left) and Gram-positive (right) bacteria, these enzymes include the PG assembly PBP enzymes (brown), the PG-precursor synthesizing Mur enzymes (purple), MreC (green), and other transmembrane proteins involved in cell elongation such as RodA, RodZ, and MreD (red). The WTA synthesizing LytR–Cps2A–Psr (LCP) enzymes (blue) also associate with MreB in Gram positives. **(B)** By restricting insertion of new glycan strands (green) and peptide bonds (red) to sites close to MreB filaments (magenta), the cell might robustly maintain rod-like shape during growth.

Caulobacter crescentus, un batterio dalla forma vibroide e allungata contiene un altro elemento del citoscheletro, la crescentina che appartiene alle proteine intermediate-like filaments (IF). La crescentina è richiesta per la curvatura della cellula e si localizza nella parte mediana della curvatura. All'inizio della divisione in *C. crescentus*, la proteina MreB che avvolge a spirale la cellula, su controllo di FtsZ si rilocalizza nella parte mediana della cellula.



- FtsZ – many bacteria and archaea Tubulin
 - forms ring during septum formation in cell division
- MreB – many rods, some archaea Actin
 - maintains shape by positioning peptidoglycan synthesis machinery
- CreS – rare, maintains curve shape Intermediate filament



(a) FtsZ

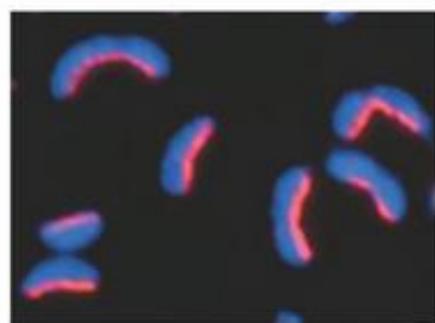


(b) Mbl



(c) Mbl

Image courtesy of Rut Carballido-Lopez and Jeff Errington



(d) Crescentin

Dr. Christophe Meyer

- **Microfilamenti**
(es.: actina 7 nm)
- **Filamenti intermedi** (8-12 nm)
- **Microtuboli**
(25 nm)

