

Segunda-feira, 11 de setembro de 2006.  
Prof. Sônia.

## Citologia bacteriana

### 1. Tamanho, formas e arranjos:

O tamanho médio das bactérias é de 1 micrômetro.

As bactérias possuem três formas básicas:

**A) Arredondada do tipo esférica (são os coccus):** podem se arranjar em cachos de uva.

**B) Bastonetes do tipo cilindros chamadas (são os bacilos):** podem se arranjar um em sequência do outro, em uma cadeia (mais freqüentemente).

**C) Em espirais (são as espiraladas):** possuem maior dimensão, entretanto apresentam menor espessura, ou seja, são mais delgadas. Podem se arranjar de forma mais curvadas (são os vibriões) que às vezes são tidos como bacilos. São sempre isolados e não fazem arranjos.

As espiras livres são as espiroquetas.

As espiras rígidas são as espirilas.

Existem bactérias que se assemelham aos fungos bolores e são chamadas de actinomicetos. São ramificadas e nas suas extremidades possuem esporos para reprodução (como acontece nos fungos).

Existem bactérias que possuem sua estrutura modificada sendo chamadas de endosporos: formam-se um esporo para sobrevivência dentro da célula bacteriana.

Quase todas as bactérias dividem-se por divisão binária.

Os fungos microscópicos encontram-se em duas formas básicas:

- leveduras: arredondas e esféricas. São unicelulares.

- bolores ou fungos micelianos: que se ramificam muito como galho de árvore.

### 2. O citoplasma bacteriano e as estruturas intracitoplasmáticas:

O cromossomo possui DNA dupla fita enovelado sem carioteca que fica solto no citoplasma.

As células possuem ribossomos que tendem a se agrupar formando polissomas que podem estar soltos ou ligados a alguma membrana.

Estruturas que não são freqüentes em todas as bactérias: são os grânulos ou inclusões.

Membrana citoplasmática que forma invaginações chamadas de mesossomas.

Envolvendo a membrana citoplasmática quase todas as bactérias possuem a parede celular (alguns eucariotos possuem parede celular diferente).

Do lado de fora da parede existe o envoltório celular em algumas bactérias chamado de glicocálice que é a cápsula ou pseudocápsula.

Existem apêndices chamados de flagelos.

Também há estruturas filamentosas mais curtas chamadas de Pili.

**a) Área citoplasmática:** porção fluida contendo substâncias dissolvidas e partículas tais como os ribossomas.

**Ribossomia:** 30S e 50S (70S).

**b) Material nuclear (nucleóide ou região nuclear):**

Cromossoma único e circular. DNA (80%), RNA (10%) e proteína (10%).

DNA adicional ou extracromossômico chamado de plasmídeo está presente em algumas bactérias. Carrega genes que codificam várias funções de interesse da bactéria: enzimas que digerem nutrientes, genes para síntese de toxinas, para produção de fibras especiais, etc.

**c) Componentes especializados**

**c.1) Corpúsculos de inclusão ou grânulos (em algumas bactérias):** são materiais que estão sobrando na bactéria e que são armazenados.

- de enxofre inorgânico: próprio de bactérias de vida livre.

- de glicogênio, de amido: bactérias de interesse médico.  
 - de polifosfatos (volutina ou metacromático): em bactérias de interesse médico.  
 São identificados através de colorações específicas e permitem identificar determinados tipos de bactérias apesar de isso não ser a rotina.

**C.2) Vacúolos de gás:** as bactérias de vida livre em meio aquático as possuem para flutuar. Não possuem importância médica.

**C.3) Clorossomos:** em bactérias que fazem fotossíntese. Cianobactérias. Geralmente ligado à membrana nos mesossomos.

**C.4) Carboxissomos**

**C.5) Magnetossomos:** em bactérias aquáticas de vida livre importantes por serem atraídos pelos pólos magnéticos e funcionarem como imãs.

### 3) Envoltório celular

#### 3.a) Membrana Citoplasmática

Limita o conteúdo citoplasmático e apresenta permeabilidade seletiva.

- Espessura mais fina: de 8 nm.
- Lipídeos – fosfolípideo (fosfatidiletanolamina e fosfatidilglicerol).
- 60% de proteína.
- Ausência de esteróides.

Possuem os três tipos de transportes básicos (difusão simples, difusão facilitada e transporte ativo) na membrana e também o translocamento em grupo: um componente do meio externo recebe uma enzima que o modifica e permite sua internalização. Um exemplo é a glicose que por meio de uma fosforilase recebe fosfato para entrar na célula bacteriana.

- transporte de solutos;
- secreção de: enzimas hidrolíticas, toxinas, bacteriocinas (enzimas para bactérias competidoras, como um antibiótico contra as bactérias que competem).
- produção de energia;
- fotossíntese;
- biossíntese de:
  - + componentes lipídicos da membrana;
  - + polímeros da parede;
  - + polissacarídeos

Mesossoma: invaginação da membrana.

Função: fixação do cromossoma no momento da divisão celular (formação da parede transversa), concentração de enzimas envolvidas na respiração ou na fotossíntese.

#### 3.b) Parede celular

Evidencia muitas das propriedades que a célula possui. Por exemplo, a coloração que diferencia as bactérias em dois grandes grupos: gram-positivas e gram-negativas.

É uma estrutura rígida que protege contra choques mecânicos e osmóticos.

Confere a forma da bactéria (bacilo, coccus).

É importante alvo da ação de antibióticos.

Unidade básica = peptidoglicano (PG) ou mucopeptídeo ou mureína.

#### **Bactérias gram-positivas: coram-se pelo primeiro corante.**

Conteúdo de PG muito elevado comparando com as gram-negativas.

- PG = 15%-50% do peso seco da parede.
- Presença de ácido teicóico e lipoteicóico. Funções: regular o fluxo de cátion; regular a atividade de autolisinas, sítios receptores de bacteriófagos; sítios de aderência às células hospedeiras; antigenicidade (funciona como antígeno e desencadeiam resposta imune específica).

#### **Bactérias gram-negativas:**

- PG menor do que 5% do peso seco da parede.

- Membrana externa (não existem nas gram-positivas): o PG é escasso, mas possui essa membrana externa:
- + Semelhante à membrana celular. Possui muitas proteínas como as porinas que permitem a passagem de nutrientes e de drogas.
- + 20-25% fosfolípidos (camada interna)
- + 30% lipopolissacarídeo (LPS) – camada externa: lipídeo A, core polissacarídico, antígeno O.
- + 45%-50% proteínas: lipoproteínas, porinas.

### PEPTIDEOGLICANO:

Camadas de N-ACETIL-GLICOSAMINA E N-ACETIL-MURÂMICO sempre intercalados através de ligações beta e nunca dois ácidos iguais estão ligados. O murâmico se liga a tetrapeptídeos (nunca a glicosamina) geralmente formados por L-alanina, D-alanina e D-glutâmico. Esses aminoácidos podem variar mas 2 ou 3 estão freqüentes em todas as paredes celulares de bactérias. Os tetrapeptídeos também estão ligados por ligações cruzadas: o quarto aminoácido de uma seqüência se liga ao terceiro da outra e isso confere a rigidez da parede.

Espaço periplasmático: possui enzimas, proteínas carreadoras, proteínas necessárias à síntese da parede e toxinas.

### Funções da parede:

- proteção osmótica
- participação na divisão celular;
- molde para sua biossíntese;
- nas gram-negativas o LPS tem atividade endotóxica.

**Protoplasto e esferoplasto:** remoção da parede através da hidrólise pela lisozima ou pelo bloqueio da síntese do peptídeoglicano por um antibiótico como a penicilina.

### Exceções:

1. As micobactérias têm camada de PG de estrutura ligeiramente diferente: polímero de arabinogalactano, revestida por uma capa lipídica cerosa de ácidos micólicos. Possuem quantidade de lipídeos muito grande (ácido micólicos). Ex. bacilo da tuberculose.
2. Archaea: possuem pseudoglicano.
3. Mycoplasma e Ureaplasma são dois gêneros que não possuem parede celular e incorporam esteróides do hospedeiro em sua membrana. E por isso sua membrana citoplasmática é muito mais resistente.

### 4. Estrutura polimérica extracelular (glicocálice)

- a) Camada limosa (camada mucosa): bem menos aderente e regular. Com funções parecidas com as cápsulas.
- b) Cápsula: não estão em todas as bactérias.

Funções:

- Aderência em rochas, raízes, tecidos humanos, biofilmes em cateteres plásticos, etc.
- Reserva de água e nutrientes;
- Impedimento da ligação de fagos.
- **Proteção contra fagocitose**, bacteriocinas, antibióticos.

### 5. Apêndices:

- a) Flagelo = 0,02 um. As bactérias só são móveis se possuírem flagelos e por isso existem bactérias móveis e imóveis.

- Composto de: estrutura basal (na membrana celular), filamento e gancho.

O movimento dos flagelos é rotatório.

Existem bactérias gram-negativas que possuem flagelos intra-periplasma como na espiroqueta da sífilis (Treponema).

Função única de movimentação e podem ser tipados para identificação do tipo de bactérias (não usual).

- b) Fímbrias ou pili = 0,004 um. Estruturas filamentosas delgadas e rígidas (sem movimentos).

- associados a: **aderência** (local da primeira aderência à célula humana), **antigenicidade** e agregação (de uma bactéria a outra).

Pili Sexuais: longas, como se fosse um cano vazio, quase do tamanho de um flagelo que permitem passagem de material genético de uma célula para outra. (REPRODUÇÃO SEXUADA).

### **MODIFICAÇÃO DAS CÉLULAS BACTERIANAS PARA UMA ESTRUTURA COMPLEMENTAMENTE DIFERENTE**

A célula bacteriana normal é dita célula vegetativa. Algumas bactérias em ambientes adversos se modificam e formam endósporos (órgãos de resistência). Ocorre no bacilo do tétano (anaeróbico que morreria na presença de oxigênio) e o bacilo antrax (também anaeróbico). Eles podem voltar à forma vegetativa.

Inicialmente a célula forma uma invaginação da membrana (pode ser numa extremidade ou no centro). Nessa área ficam os constituintes essenciais: DNA, ribossomas e aminoácidos que seriam utilizados na forma vegetativa. Formam-se duplas camadas de PG. Esse PG é envolto por camadas corticais de proteínas. Ocorre incorporação de cálcio, maior desidratação, produção de PPASs e ácido dipicolínico. Formação das camadas da capa.

Americanos liberaram antrax numa ilha e depois de muitos anos resolveram criar cabras na região. Estes animais foram contaminados pela bactéria evidenciando a resistência de tais seres.