

Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Lisossomas](#)
- [Peroxisomas](#)
- [Glioxissomas](#)
- [Vacúolos](#)
- [Quadro resumo](#)

CITOPLASMA II

LISOSSOMOS, PEROXISSOMOS E VACÚOLOS

LISOSSOMAS

Os **lisossomas** são bolsas membranosas esféricas contendo em seu interior **enzimas líticas**, denominadas **hidrolases lisossômicas**. São produzidos a partir do complexo de Golgi.

Ocorrem na maioria das células animais e, segundo a maior parte dos autores, não podem ser encontradas em células vegetais, mas existem dúvidas quanto a essa observação.

No caso de lisossomas estarem ausentes em células vegetais, estruturas como glioxissomas e vacúolos de suco celular desempenham o papel de digestão intracelular.

FUNÇÕES

A função dos lisossomas é a **digestão intracelular**, e daí a existências das hidrolases ácidas. Estas só agem em pH ácido, o que é um mecanismo de segurança para a célula: caso o lisossomo (ácido) arrebente por acidente, as hidrolases são desnaturadas pelo pH do citoplasma (levemente alcalino), sem que haja maiores danos à célula.

Existem três modalidades de digestão intracelular.

1. DIGESTÃO INTRACELULAR HETEROFÁGICA

A **heterofagia** ou **digestão intracelular heterofágica** é a digestão de material proveniente do meio externo da célula através de mecanismos de endocitose, ou seja, fagocitose e pinocitose, como proteínas ou mesmo microorganismos. Esse mecanismo ocorre em algumas etapas. (1) Primeiro ocorre a **endocitose** e o material ingerido é englobado pelos pseudópodes ou canal de pinocitose. (2) Há então a formação de **fagossomos** ou **pinossomos**, respectivamente. (3) Os lisossomas se aproximam dos fagossomos ou pinossomos e se fundem a eles, formando um **vacúolo digestivo** ou **lisossomo secundário**. Nesse momento, as enzimas do lisossoma digerem o material na vesícula de englobamento. Ocorre então a absorção do material digerido. (4) Algumas substâncias não digeríveis permanecem na vesícula sem que possam ser absorvidas; a vesícula agora assume o nome de **vacúolo residual**. (5) O vacúolo residual se funde à membrana plasmática e elimina seu conteúdo por **exocitose**, num processo denominado **clasmocitose** ou **defecação celular**.

Os objetivos da heterofagia são basicamente dois:

- **Digestão de alimentos.** Esta função é realizada em **organismos unicelulares** e **animais** simples (poríferos, cnidários, platelmintos, nematodas e alguns moluscos, que possuem pelo menos um componente de sua digestão sendo intracelular; em moluscos cefalópodes, anelídeos, artrópodes, equinodermos e cordados, a digestão é inteiramente extracelular, sendo que os lisossomas não têm função nutritiva).
- **Digestão de microorganismos invasores: defesa.** Esta função ocorre em **organismos unicelulares** e **animais em geral**. De **anelídeos** a **cordados**, os lisossomas possuem função **apenas defensiva**.

2. DIGESTÃO INTRACELULAR AUTOFÁGICA

A **autofagia** ou **autofagocitose** ou **digestão intracelular autofágica**, é o englobamento de organelas da célula pelo retículo endoplasmático, formando um vacúolo autofágico, o qual se funde com o lisossoma para formar um lisossoma secundário. O processo digestivo a partir daí é o mesmo da digestão intracelular heterofágica. O objetivo da autofagia é a eliminação de organelas velhas para reciclagem ou a obtenção de energia em estados de desnutrição. Estima-se, por exemplo, que a cada 30 dias, uma célula hepática é toda destruída e reconstruída por esse processo.

3. AUTÓLISE

A **autólise** é uma situação na qual, em algumas condições, a membrana do lisossoma se rompe e suas enzimas se espalham pelo citoplasma, digerindo e matando a célula inteira. Para que as hidrolases possam digerir o citoplasma, este tem que estar ácido.

A autólise é fisiológica em algumas situações, ocorrendo de acordo com o programa genético da célula. Nestes casos, as células sofrem autólise para promover **remodelação corporal** no indivíduo.

É o caso da metamorfose dos girinos, onde há **regressão da cauda** devido à autólise de suas células. Ou na **regressão do útero pós-parto** (o útero em mulheres não grávidas pesa cerca de 50 g, mas cresce para poder abrigar o embrião, chegando a pesar cerca de 2 kg após a gravidez; através de apoptose, as células da parede do útero se suicidam para que este volte a seu tamanho normal após a gravidez). Ou ainda na **regressão das membranas interdigitais** do embrião humano.

DOENÇAS DE DEPÓSITO

Em alguns casos, doenças causam autólise. São as chamadas **doenças de depósito**, em que o acúmulo de substâncias não digeríveis nos lisossomas leva à sua ruptura.

Os principais exemplos são a **silicose** (por inalação de poeira de sílica em minas, poços e pedreiras) e **asbestose** (por inalação de poeira de amianto, usado como material anti-incêndio em construção civil, bem como na fabricação de telhas e caixas d' água, e, antigamente, nas pastilhas de freio de carros; o amianto deixou de ser usado em vários países exatamente por sua relação com a asbestose e o câncer de pulmão).

Quando se aspira cristais de sílica ou amianto, estes são **fagocitados** por **leucócitos nos pulmões**, chamados de **macrófagos alveolares**. O lisossoma forma o **vacúolo digestivo**, mas não consegue digerir a sílica e o amianto, que lá ficam acumulados. Para manter seu pH ácido, o lisossoma crescido acumula grande quantidade de íons H⁺. Quando há muito material acumulado no vacúolo digestivo, o que pode levar vários anos para ocorrer, sua membrana se rompe, ocorrendo autólise com liberação de suas enzimas e do H⁺ acumulado, o que mata os macrófagos alveolares e as células vizinhas, ou seja, as células dos alvéolos pulmonares. Extensas áreas de pulmão são destruídas, ocasionando **enfisema pulmonar**, e o indivíduo passa a ter insuficiência respiratória. É uma condição incurável, podendo haver no máximo uma limitação no processo e o aprendizado por parte do paciente em respirar com uma área funcional pulmonar reduzida.

Em algumas ocasiões, as enzimas lisossômicas encontram-se defeituosas, não havendo digestão, o que leva ao **acúmulo de material no interior dos lisossomas**. Existem cerca de 25 doenças conhecidas causadas pela falta de uma ou mais enzimas lisossômicas ocorrendo este acúmulo de material. Como exemplo, temos a **doença de Tay-Sachs**, que se manifesta geralmente nos primeiros anos de vida, causando forte retardamento mental e levando a criança afetada a uma morte prematura. Pesquisadores descobriram que a incapacidade de digerir um lipídio de membrana denominado **gangliosídeo GM2** por falta da enzima lisossômica apropriada (**neuraminidase**), causa acúmulo do mesmo e mau funcionamento celular. Isto ocorre basicamente em células nervosas, e daí os problemas cerebrais.

Outra doença de depósito é o **mal da vaca louca**, uma vez que os príons alterados na membrana do neurônio não podem ser digeridos pelas enzimas lisossômicas, levando à autólise do neurônio de modo semelhante ao que ocorre na doença de Tay-Sachs.

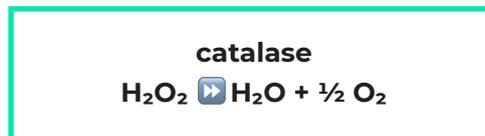
Importante!!! Atualmente, o fenômeno de apoptose ou morte celular programada é diferenciado da autólise por não ocorrer através de lisossomos e autólise, mas através de corpos denominados apoptossomos, derivados das mitocôndrias. Assim, a autólise por lisossomos ocorre em situações patológicas, como nas chamadas doenças de depósito, exemplificadas por silicose e asbestose, e a apoptose estaria relacionada a situações fisiológicas, como a regressão da cauda do girino na metamorfose.

Tome nota:

PEROXISSOMAS

Os **peroxissomas** são bolsas membranosas esféricas, presentes em todos os eucariontes, contendo **enzimas relacionadas à oxidação de lipídios** (beta-oxidação de ácidos graxos, com formação de acetil-CoA e H_2O_2) e à **destruição de substâncias tóxicas ao organismo** (o peróxido de hidrogênio produzido na beta-oxidação é usado na detoxificação de agentes nocivos, como o etanol, e na eliminação de certos microorganismos). As principais substâncias destruídas pela ação das enzimas dos peroxissomos são os **radicais livres derivados de oxigênio**, também conhecidas como **espécies ativas de oxigênio**, derivados do peróxido de hidrogênio, como é o caso do ânion superóxido. Além de produzida na beta-oxidação, a água oxigenada também é frequentemente produzida como subprodutos da ação respiratória. (Perceba que os peroxissomos formam e destroem água oxigenada.)

A principal destas enzimas é a **catalase** ou **peroxidase**. Ela converte o excesso de água oxigenada (peróxido de hidrogênio), altamente tóxica por oxidar componentes celulares, em água e oxigênio.



Outras enzimas destroem radicais livres e até mesmo o álcool (cerca de 25% do álcool é eliminado nos peroxissomos; os 75% restantes são eliminados no REL).

Algumas bactérias são ditas anaeróbias restritas. Estas vivem na ausência de oxigênio, e o oxigênio pode inclusive matá-las. É o caso do *Clostridium tetani*, causador do tétano. É comum a colocação de água oxigenada como antisséptico em ferimentos superficiais. Esta age nos peroxissomos, e a catalase a destrói, liberando água e oxigênio, responsável pelo borbulhamento na ferida. Esse oxigênio liberado mata eventuais bactérias anaeróbias restritas presentes na ferida.

Outra enzima encontrada em peroxissomos é a **superóxido-dismutase**, responsável pela destruição dos ânions superóxido.

Os peroxissomos são derivados do complexo de Golgi. As proteínas destinadas aos peroxissomos não são produzidas no RER, e sim no citosol. Através de um peptídeo sinal, aderem aos receptores específicos expressos na membrana dos peroxissomos. Um modo de transporte especial, semelhante ao utilizado pelo complexo de poros nucleares, envolve a translocação do receptor para a matriz, a entrega da proteína transportada e o retorno do transportador para o citosol. À medida que os peroxissomos incorporam lipídios e proteínas à membrana, crescem e se dividem por fissão.

GLIOXISSOMAS

Os **glioxissomas** são bolsas membranosas esféricas contendo enzimas responsáveis pela **metabolização de lipídios** pela **via do glioxilato**, o que converte lipídios de reserva em açúcares, que são utilizados como fontes de energia para o metabolismo celular. Glioxissomas podem ser considerados um tipo particular de peroxissomas, estando presente em **protozoários, fungos e vegetais**. O nome glioxissoma vem da presença do ácido glioxílico, metabólito da conversão de lipídios em açúcares e comumente encontrado nessas organelas.

Os glioxissomas, assim como os peroxissomas, também são derivados do complexo de Golgi.

VACÚOLOS

Os vacúolos são vesículas delimitadas por membranas, podendo ser de vários tipos.

Vacúolos relacionados à digestão intracelular incluem vacúolos alimentares (fagossomos e pinossomos), vacúolos digestivos (lisossomos secundários), vacúolos autofágicos e vacúolos residuais.

Vacúolos contráteis ou pulsáteis ocorrem em protozoários de água doce, que são hipertônicos em relação ao meio, recebendo então água por osmose, como eles não possuem parede celular. Existe uma tendência à plasmoptise, o que não ocorre porque a água que entra por osmose é recolhida por um vacúolo, que se contrai de maneira rítmica para eliminar a água. A água eliminada é utilizada na propulsão do protozoário.

Vacúolos de suco celular ocorrem apenas em células vegetais. São delimitados por uma membrana denominada **tonoplasto**, e na célula vegetal adulta, preenche quase todo o citoplasma. (A célula jovem possui vários pequenos vacúolos que se fundem para formar o vacúolo de suco celular na célula adulta). Esta organela tem função de:

- **controle osmótico da célula**, recebendo ou perdendo água por osmose.
- **armazenamento de substâncias**, como íons, carboidratos, aminoácidos e proteínas.
- **digestão intracelular autofágica** para utilização de reservas nutritivas na planta.

Observação: Mitocôndrias e cloroplastos serão analisados em detalhes mais à frente, beleza?

QUADRO RESUMO

Organela	Estrutura	Função	Ocorrência
Ribossomos	<ul style="list-style-type: none"> - 50% RNAr e 50% proteína - Forma de "8", com 2 subunidades, uma menor e outra maior - Ativos na forma de polissomos livre ou aderidos ao R.E.R. 	Síntese protéica	Todas as células, tanto procarióticas (ribossomos 70S) como eucarióticas (ribossomos 80S)
Centríolos	9 grupos de 3 microtúbulos organizados em um cilindro	Formação de cílios, flagelos e áster	Células eucarióticas de animais e protistas, alguns fungos e alguns vegetais (briófitas e pteridófitas)
Cílios e flagelos	Corpúsculo basal ou cinetossomo idêntico ao centríolo; axonema com 9 grupos de 2 microtúbulos periféricos e 2 microtúbulos centrais (estrutura 9 + 2)	Movimento <ul style="list-style-type: none"> - Cílios curtos e em grande quantidade - Flagelos longos e em pequena quantidade 	Células eucarióticas de animais e protistas, alguns fungos e alguns vegetais (briófitas e pteridófitas)
Retículo endoplasmático (R.E.)	Conjunto de sacos, cisternas e canais membranosos <ul style="list-style-type: none"> - R.E. liso sem ribossomos - R.E. rugoso com ribossomos 	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte e armazenamento - Formação de membrana e carioteca R.E.L.: <ul style="list-style-type: none"> - Detoxificação - Síntese de lipídios esteróides R.E.R.: <ul style="list-style-type: none"> - Síntese de proteínas de exportação 	Todas as células eucarióticas

Tome nota:

Organela	Estrutura	Função	Ocorrência
Complexo de Golgi	Conjunto de vesículas achatadas denominadas golgiosomas ou dictiosomas	<ul style="list-style-type: none"> - Armazenamento e secreção - Produção de polisacarídeos - Adição de açúcares a lipídios e proteínas (produção de glicolipídios e glicoproteínas) - Formação da lamela média - Formação do acrosso-ma de espermatozóides 	Todas as células eucarióticas
Lisossomos	Vesículas esféricas contendo enzimas digestivas	Digestão intracelular heterofágica, autofágica e por autólise	Células eucarióticas animais de animais e protistas
Peroxisomos	Vesículas esféricas contendo enzimas oxidativas	<ul style="list-style-type: none"> - β-oxidação dos lipídios com produção de H_2O_2 - Destruição de H_2O_2 pela enzima catalase - Eliminação de substâncias tóxicas por oxidação 	Todas as células eucarióticas
Vacúolos de suco celular	Vesículas delimitadas por membrana tonoplasto	<ul style="list-style-type: none"> - Digestão intracelular autofágica - Regulação osmótica 	Células eucarióticas de vegetais
Vacúolos pulsáteis ou contráteis	Vesículas delimitadas por membrana e com atividade contrátil	- Regulação osmótica pela eliminação do excesso de água	Células de protozoários de água doce
Mitocôndrias	Bolsa delimitada por dupla membrana, com membrana interna formando cristas mitocondriais e delimitando uma matriz mitocondrial com DNA, RNA, ribossomos e enzimas	Fase aeróbica da respiração (ciclo de Krebs e cadeia respiratória)	Todas as células eucarióticas

Organela	Estrutura	Função	Ocorrência
Cloroplastos	Bolsa delimitada por dupla membrana, com membrana interna formando lamelas e tilacóides contendo clorofila e delimitando um estroma com DNA, RNA, ribossomos e enzimas	Fotossíntese	Células eucarióticas de vegetais e protistas fotossintetizantes

Importante!!!

São estruturas/organelas tipicamente:

- Animais: centríolos, cílios e flagelos;
- Vegetais: parede celular, vacúolo de suco celular, glioxissomas e plastos.

Tome nota: