

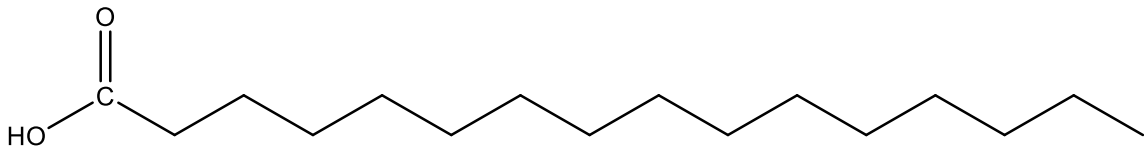
QBQ0313 – Bioquímica para nutrição – noturno (2024)

Aula: lipídeos e membranas

Exercícios e respostas

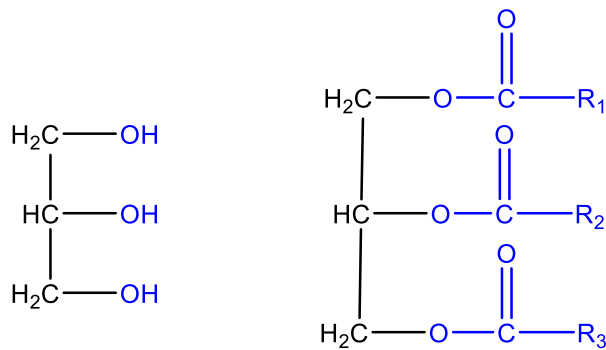
1) Desenhe um ácido palmítico, uma triacil glicerol trimiristina e uma fosfatidilcolina (com ácido palmítico). Desenhe uma molécula de colesterol.

O ácido palmítico é um ácido graxo de 16 carbonos:



Ácido palmítico (C16)

Triacilgliceróis são moléculas de ésteres de ácidos graxos com glicerol:

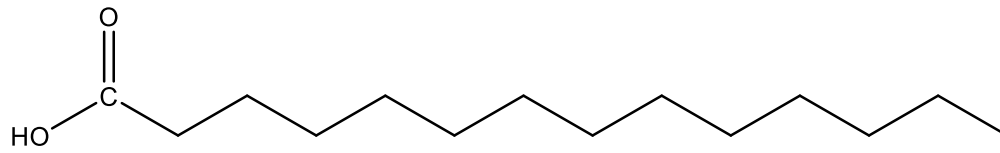


Glicerol

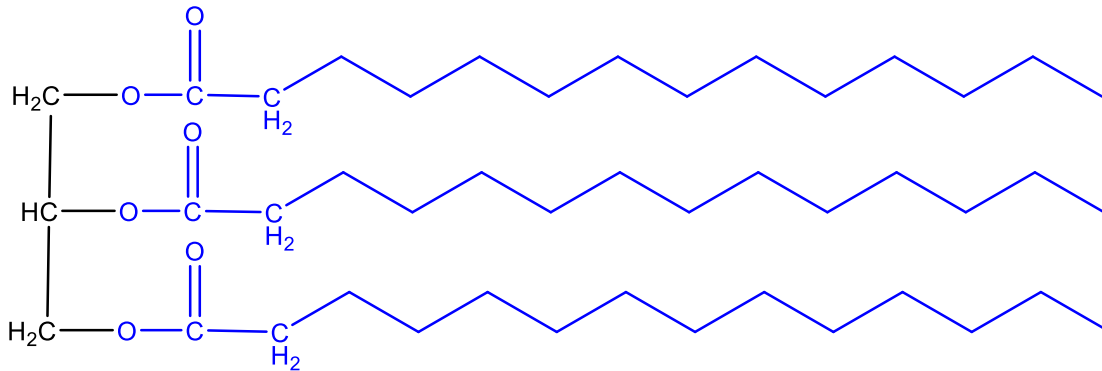
Triacilglicerol

Onde  $R_n$  indica uma cadeia de hidrocarbonetos.

Portanto, a trimiristina é o triacilglicerol contendo 3 ésteres do ácido mirístico:

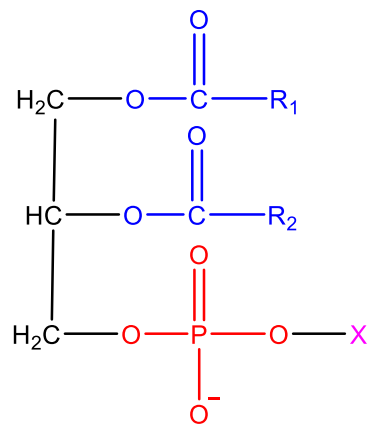


Ácido mirístico (C14)

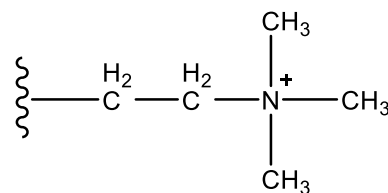


Trimiristina

A fosfatidilcolina é formada a partir de um glicerofosfolipídio com uma colina ligada ao grupo fosfatidil na posição X. Um glicerofosfolipídio se assemelha a um triacilglicerol, porém, contém um grupo fosfatidil ligado.

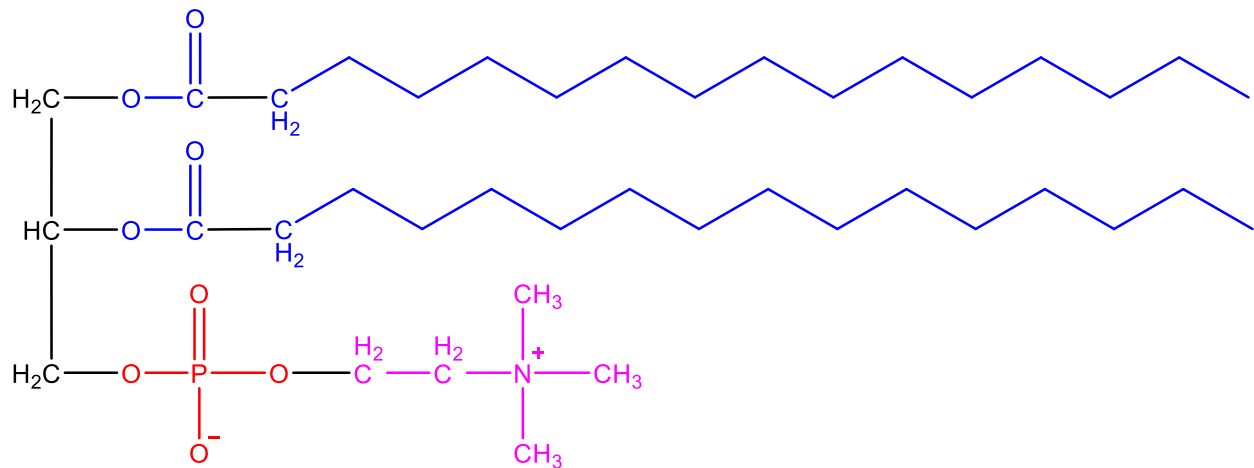


Glicerofosfolipídio



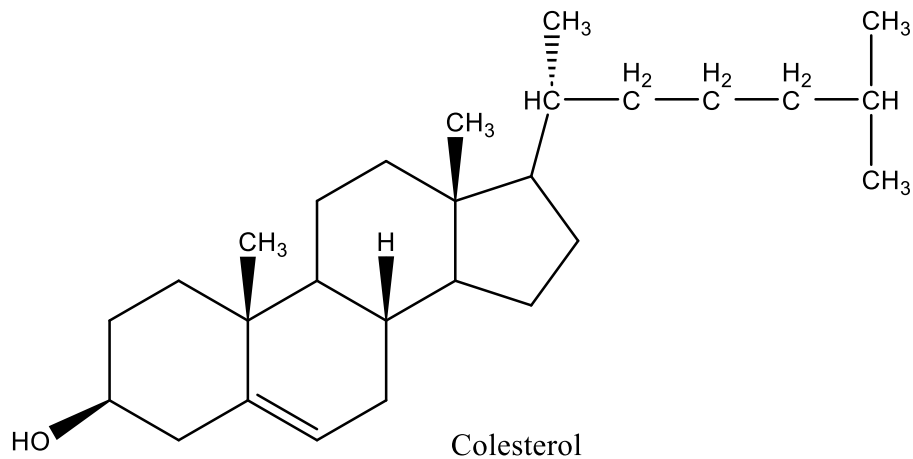
Colina

Assim, o triacilglicerol contendo fosfatidilcolina e ácido palmítico é:



1,2-dipalmitoil-fosfatidilcolina

O colesterol é o grupo em comum da classe dos esteróides:



2) Faça uma representação da membrana de uma célula e explique o modelo do mosaico fluído.

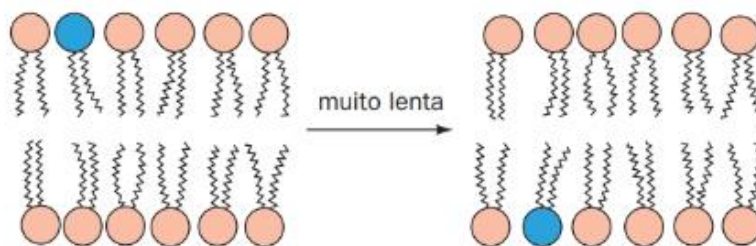
Lipídeos anfipáticos (ou anfifílicos) são aqueles que possuem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica. Sua importância é que esses lipídeos permitem a formação de uma membrana de permeabilidade seletiva: é fundamental para as células selecionar o conteúdo que entra e sai de seu interior, e sob quais condições será feito esse transporte. Se a membrana não possuísse a capacidade de selecionar o que entra e sai, seus processos dificilmente seriam regulados.

A parte hidrofílica interage com a solução aquosa, enquanto a hidrofóbica interage com outras cadeias hidrofóbicas. Esse efeito hidrofóbico permite que então os lipídeos anfipáticos se associem, de forma que a cauda hidrofóbica de um lipídeo interaja com a cauda hidrofóbica de outro, e a cabeça hidrofílica interaja com a cabeça hidrofílica.

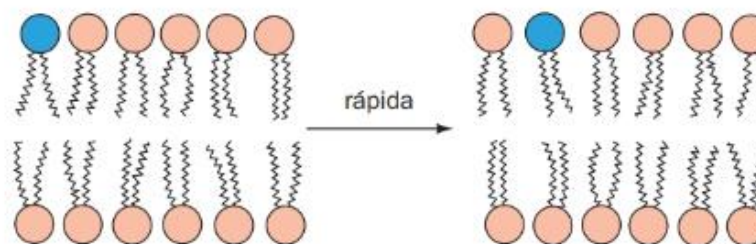
Em lipídios derivados de uma única cadeia carbônica, as moléculas se associam preferencialmente na forma de micelas. Já em moléculas como os glicerofosfolipídios, que possuem mais de uma cadeia carbônica, sua agregação ocorre na forma de bicamada lipídica, que ao se fechar, forma um lipossomo. Essa estrutura de bicamada lipídica é a que constitui membranas celulares. Essa estrutura permite a livre difusão de moléculas apolares, mas é essencialmente impermeável a compostos polares. Além desta permeabilidade seletiva, outra característica importante da membrana é que apresenta fluidez (modelo do mosaico fluído).

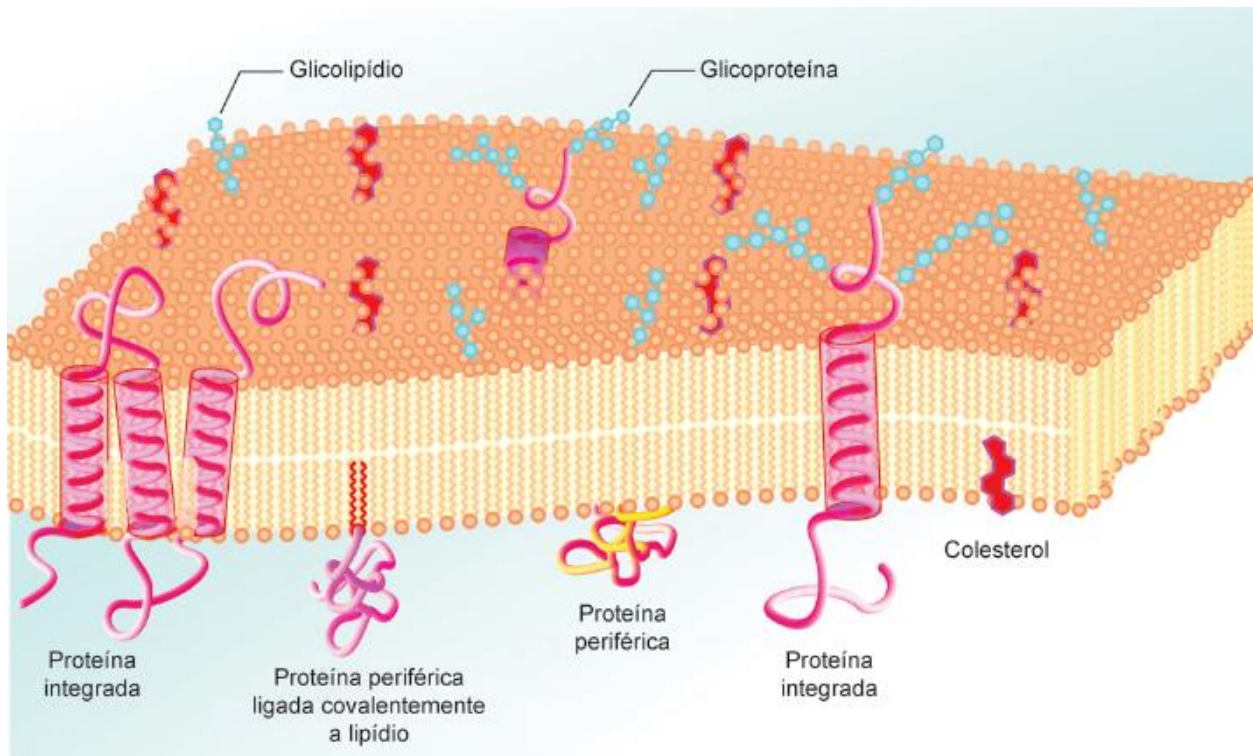
No modelo do mosaico fluído, a membrana biológica está em fluidez, não estática, se comportando como fluído bidimensional, seja na difusão transversal ou no movimento de ponta-cabeça (flip-flop). Essa fluidez é importante para que proteínas associadas a membrana, caso não estejam restritas de alguma forma à componentes celulares, tenham capacidade de se deslocar lateralmente pela membrana, permitindo uma maior liberdade à proteína, facilitando o transporte, sinalização e funcionamento das células. A fluidez da camada está associada à composição de lipídios e da temperatura em que se encontram.

(a) Difusão transversal (movimento de ponta-cabeça)



(b) Difusão lateral





3) Uma hipótese central na pesquisa de membranas é que os lipídeos da membrana devem ser fluídos (em oposição a "congelados") a fim de que a membrana possa desempenhar suas funções. O apoio para esta hipótese é fornecido pela observação de que a composição de ácido graxo das membranas pode ser alterada pelas condições nas quais a bactéria cresce. Por exemplo, se a bactéria está crescendo em temperatura menor que a normal, as quantidades observadas de ácidos graxos insaturados (relativas ao conteúdo de ácido graxo saturado) estão acima do normal. Contrariamente, se a bactéria está crescendo em temperatura acima da normal, as quantidades observadas de ácidos graxos insaturados nos lipídeos da membrana (relativas aos ácidos graxos saturados) estão abaixo do normal.

a) Sugira razões para o fato de que o conteúdo lipídico na membrana bacteriana deve ser fluído para que a membrana intacta opere apropriadamente.

A fluidez das membranas biológicas é um dos seus atributos fisiológicos importantes, uma vez que permite a interação das proteínas inseridas, e que a permeabilidade seletiva funcione adequadamente. As membranas biológicas, graças à sua fluidez, podem realizar processos importantes como a divisão celular, fusão celular, endocitose ou exocitose. Além disso, a fluidez confere uma maior plasticidade e,

portanto, resistência da membrana a se romper frente aos inúmeros processos celulares.

- b) Explique como a alteração observada nos níveis dos ácidos graxos insaturados relativa aos níveis dos ácidos graxos saturados, em diferentes temperaturas de crescimento, apoia a hipótese da fluidez da membrana.

Se a membrana possui uma maior quantidade de lipídios de cadeias longas e saturadas, maior serão as interações fracas como van der Waals, resultando no aumento da temperatura de fusão. Se a membrana possuir majoritariamente lipídios de cadeias curtas e insaturadas, o ponto de fusão diminuirá. A membrana, portanto, terá uma temperatura denominada temperatura de transição, que é próxima ao ponto de fusão dos lipídeos que a constituem. Dessa forma, se a temperatura ambiental for menor do que a temperatura de fusão (ou ponto de fusão dos lipídios majoritários), a membrana terá uma estrutura menos fluída e mais rígida; se a temperatura ambiental for maior, ocorre o oposto, a membrana terá um aspecto mais fluido e desordenado, caracterizando um "líquido".

Por exemplo, o ácido graxo palmítico (16:0), saturado, possui seu ponto de fusão em 63°C, enquanto o ácido linoleico (insaturado, 18:2  $\Delta$ 9,12) possui o ponto de fusão de -9°C. Imaginando que o organismo viva em clima temperado, de 10°C, tivesse em sua membrana lipídios cujas cadeias fossem formadas de ácido palmítico, ela estaria sólida; ao contrário, se fosse formada majoritariamente pelo ácido linoleico, estaria fluída. Dessa forma, os organismos podem alterar a fluidez da sua camada alterando a composição de lipídeos que a formam, na tentativa de manter a membrana sempre o mais fluída possível.

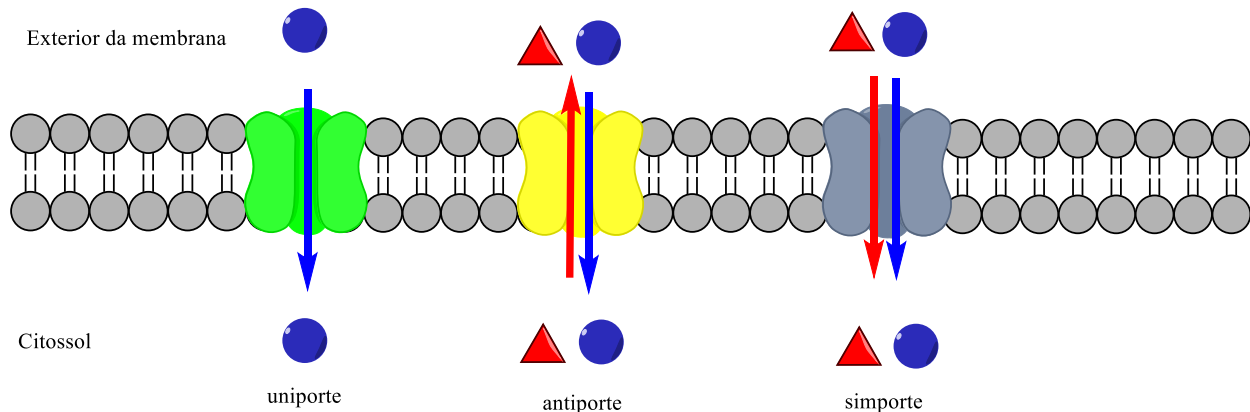
- 4) O que são vitaminas lipossolúveis? Dê exemplos e o que acontece se com um indivíduo que ingere um excesso destas vitaminas por longos períodos?

As vitaminas lipossolúveis são vitaminas que são solúveis em solventes apolares, sendo portanto, solubilizadas em lipídios. Temos por exemplo, as vitaminas A, D, E e K. Essas vitaminas são eliminadas mais lentamente do que outra classe de vitaminas, as hidrossolúveis, já que essas últimas são mais facilmente solubilizadas em água e excretadas pelo trato urinário. A ingestão excessiva pode causar a hipervitaminose. Alguns dos sintomas de uma possível hipervitaminose podem ser: urinar constantemente, dor muscular, fadiga, dor de cabeça, náusea.

- 5) Como que substâncias polares, como glicose e íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  são transportados através de uma membrana? O que é simporte e antiporte?

As membranas são praticamente impermeáveis à passagem de moléculas polares e íons. Porém, para circundar essa limitação, as membranas possuem sistemas de transporte realizados por proteínas integradas. As proteínas integradas são proteínas de membranas que atravessam a bicamada. Dentre as proteínas transportadoras, temos os canais, formadas por alfa-hélice ou folhas-beta-pregueada, que se organizam numa estrutura semelhante a um canal que permite a passagem livre de íons ou moléculas polares.

Outro tipo de proteínas transportadoras são as permeases (ou translocases), que se ligam reversivelmente ao composto de um lado da membrana e o transportam para o outro lado. As permeases se ligam especificamente ao compostos, e podem ser cotransportadoras, situação em que o transporte de um composto depende da transferência simultânea de um outro composto. Se esse transporte do segundo composto for no mesmo sentido que o do primeiro, chama-se de transporte simporte. Se os sentidos forem opostos, chama-se de antiporte. Caso transportem apenas um composto, são chamadas de uniporte. Além disso, o transporte pode ser a favor do gradiente de concentração, chamado de transporte facilitado ou passivo, ou caso seja contra o gradiente de concentração, é chamado de transporte ativo, envolvendo gasto energético na forma de ATP.



6) Do ponto de vista bioquímico, por que gorduras poli-insaturadas (azeite de oliva) são consideradas mais saudáveis do que gorduras saturadas (gordura animal)?

A quantidade e o tipo de lipídios da dieta têm influência fundamental sobre a concentração do colesterol sanguíneo e a sua distribuição nas lipoproteínas plasmáticas. A hipercolesterolemia pode ser desencadeada por ingestão excessiva de lipídios. Os ácidos graxos saturados promovem o aumento do nível plasmático do LDL-colesterol (*Low Density Lipoprotein*, Lipoproteína de baixa densidade) e de triacilgliceróis. A LDL é uma partícula composta de triacilgliceróis, proteínas e colesterol, chamada de lipoproteína, que atua como transportadora de lipídios no sistema circulatório. Quão

maior o teor de lipídios e colesterol e menor o teor de proteína na lipoproteína, menor será sua densidade. Assim, LDL é rica em colesterol, atuando no transporte de colesterol do fígado para os tecidos. Já HDL (*High Density Lipoprotein*, Lipoproteína de Alta densidade) transporta colesterol dos tecidos para o fígado, para que o colesterol possa ser posteriormente eliminado.

Os ácidos graxos poli-insaturados do tipo  $\omega$ -6 (de óleos vegetais, em geral) reduzem o LDL-colesterol e, discretamente, o HDL-colesterol. Os ácidos graxos monoinsaturados determinam uma composição mais adequada das lipoproteínas plasmáticas, diminuindo a fração LDL sem alterar a fração HDL, que é a fração protetora.

O azeite de oliva é especialmente rico em triacilgliceróis contendo ácidos graxos monoinsaturados, principalmente ácido oleico (18:1,  $\Delta$ 9,  $\omega$ -9). A recomendação para o consumo de azeite de oliva originou-se da constatação de que ele constitui a maior fonte de gordura utilizada pelas populações da região do Mar Mediterrâneo, que apresentam baixa incidência de aterosclerose. Diversos estudos demonstram que indivíduos com hipercolesterolemia, quando submetidos a dieta com baixo teor de lipídios, mas constituídos principalmente por ácidos graxos monoinsaturados, apresentam queda dos níveis de colesterol plasmático total, assim como de triacilgliceróis, com um aumento relativo de HDL-colesterol.

Além disso, seres humanos necessitam consumir ácidos graxos insaturados, pois as células animais tem uma capacidade de sintetizar ácidos graxos insaturados limitada em comparação com as células vegetais. Esses ácidos graxos insaturados são chamados de ácidos graxos essenciais, e temos como exemplo o ácido linoleico.