

CARTILHA DIDÁTICA

**MECANISMOS DE ABSORÇÃO,
TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DOS LIPÍDIOS
PLASMÁTICOS E SUAS IMPLICAÇÕES**

SUMÁRIO

LIPÍDIOS _____	4
TIPOS DE LIPÍDIOS _____	4
ÁCIDOS GRAXOS _____	5
LIPÍDIOS SIMPLES _____	6
Glicerídeos _____	6
Triglicerídeos _____	7
LIPÍDIOS COMPLEXOS _____	8
Fosfolipídios _____	8
Esteroides _____	8
Colesterol _____	9
Função dos Lipídios _____	11
METABOLISMO DO LIPÍDIO - TRANSPORTE, ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO	12
PATOLOGIAS RELACIONADAS AOS LIPÍDIOS _____	15
Obesidade _____	15
Aterosclerose _____	15
Esteatose Hepática _____	16
Adrenoleucodistrofia _____	16
Doença Cardíaca Coronariana _____	16
IMPORTÂNCIA DOS EXAMES LABORATORIAIS DE ROTINA _____	17
REFERÊNCIAS _____	18



CENTRO UNIVERSITÁRIO N. SRA. DO PATROCÍNIO
GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

**CARTILHA DIDÁTICA: MECANISMOS DE TRANSPORTE,
ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS LIPÍDIOS
PLASMÁTICOS**

BIANCA CRISTINA MEDEIROS
ITU-SP
2020

LIPÍDIOS



Lipídios são moléculas de gordura compostas principalmente de carbono, hidrogênio, e podem conter também nitrogênio, fósforo e enxofre. Possui alta carga calórica, possuindo as regiões polar, solúvel em água, e apolar, não solúvel em água.

Imagem ilustrativa. Fonte: Internet



VOCÊ
SABIA?

Cerca de 90% dos lipídios da dieta são principalmente triglicerídeos como em alimentos derivados de leite, queijo, ovos, óleos vegetais (liquida) e gorduras animais (solida).

TIPOS DE LIPÍDIOS

Em função de serem insolúveis nas soluções aquosas, os lipídios são em geral divididos, de acordo com a sua estrutura molecular apresentando diferentes funções. Os principais estão listados na Figura 1:



Figura 1: Esquema com os principais lipídios. Fonte: elaborada pelo próprio autor.

ÁCIDOS GRAXOS

Ácidos graxos são longas cadeias de átomos de carbono ligados a hidrogênio com grupos carboxil (-COOH) ou "ácido" em uma ponta da cadeia. Eles são os principais tipos de lipídeos utilizados **como fonte de energia**, sendo também utilizados como método de armazenamento de energia (em forma de triglicerídeos), chamado gordura de reserva.

Os ácidos graxos são divididos de acordo com o comprimento da cadeia de carbonos (curta, média ou longa) em saturado e insaturado. Na tabela 1 encontra-se as suas principais características:

Tabela 1: Características dos ácidos graxos saturados e insaturados.

ACIDOS GRAXOS SATURADOS		ACIDOS GRAXOS INSATURADOS	
<p>Não possui ligações duplas na cadeia de carbono, portanto, são "saturados" com hidrogênio. Quanto mais saturado o ácido graxo, maior a probabilidade de ser sólido à temperatura ambiente. As gorduras animais são geralmente ricas em ácidos graxos saturados (carne bovina, suína, frango, gema de ovo; óleo de coco e folhas de palmeira).</p>		<p>Possui uma ou mais ligações duplas, como ligações monoinsaturadas ou ligações poliinsaturadas. Os ácidos graxos <u>monoinsaturados</u> possuem uma ligação dupla entre dois carbonos, como é o caso do ácido oleico. Os ácidos graxos <u>poliinsaturados</u> possui duas ou mais ligações duplas entre os carbonos na cadeia, como o ácido linoleico. Geralmente são líquidos à temperatura ambiente, como o óleo vegetal é rico em ácidos graxos insaturados.</p>	
NOME COMUM	FONTES ALIMENTARES	NOME COMUM	FONTES ALIMENTARES
Ácido Láurico	Leite ou óleo de coco, óleo de semente de palma.	Ácido Oleico	Óleo de oliva
Ácido Palmítico	Óleos de palma, soja, algodão, oliva, abacate, amendoim, milho, manteiga de cacau e toucinho.	Ácido linoleico (ômega 6)	Óleo de soja, milho e de canola
Ácido Esteárico	Gordura animal, como a do boi, e na manteiga de cacau.	Ácido linoleico (ômega 3)	Óleo de linhaça e de canola
		Ácido araquidônico	Vegetais
		Ácido eicosapentaenoico	Salmão, sardinha, arenque e cavallinha ou óleo de fígado de bacalhau.



Comer alimentos que contenham **ácidos graxos saturados** em excesso, é prejudicial porque causa um aumento de colesterol no sangue. Desta forma, o consumo de alimentos derivados de **ácidos graxos insaturados** é o mais recomendado, pois está ligado à redução dos níveis de colesterol circulante e, portanto, à redução do risco de doenças cardiovasculares.

LIPÍDIOS SIMPLES



Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Glicerídeos

Os glicerídeos são ésteres de glicerol e ácidos graxos encontrados em gorduras animais como, queijo, leite, ovos e óleos vegetais, como azeite e óleo de girassol. Eles podem ser sólidos (gordura animal) ou líquidos (óleo vegetal) à temperatura ambiente. Os glicerídeos são inofensivos para o corpo humano, tendo como função o isolamento térmico e participação na reserva energética de gordura em animais e vegetais.

Triglicerídeos

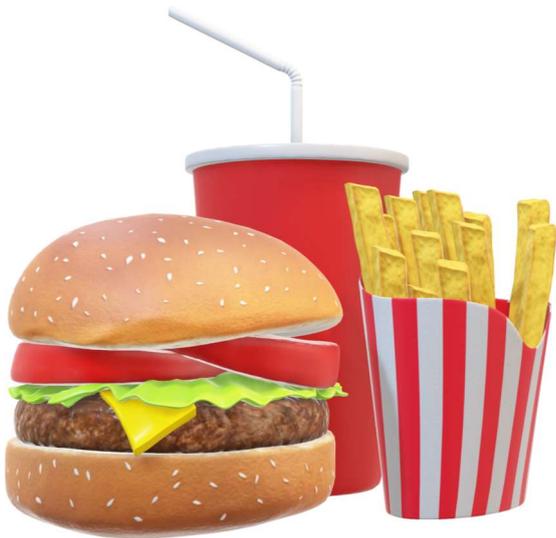


Imagem ilustrativa. Fonte: Word

É composto por moléculas de glicerol (lipídeo simples) e três moléculas de ácidos graxos. São encontrados em abundância em alimentos como leite, queijo, ovos, óleos vegetais e gorduras animais. Sua principal função é **armazenar energia**, este armazenamento acontece por meio das células do tecido adiposo.



VOCÊ
SABIA?

Os triglicerídeos em níveis elevados na circulação denominam-se **hipertrigliceridemia**, podendo participar do processo de aterosclerose, interrompendo parcialmente ou totalmente a passagem de sangue nas artérias.

LIPÍDIOS COMPLEXOS

Fosfolipídios

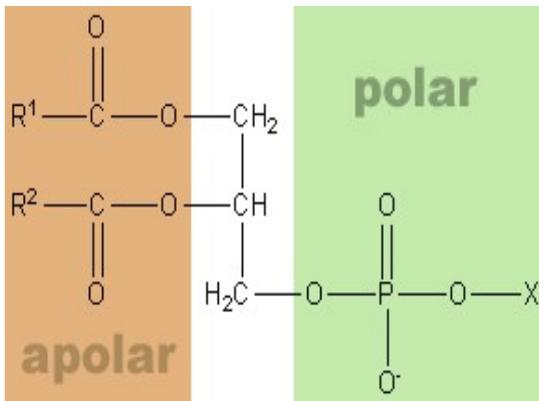


Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Os fosfolipídios podem ser encontrados em quase todo tipo de célula, sendo sua principal função estrutural, constituindo as membranas que protegem as células, porém eles **NÃO** são utilizados como fonte de energia.

Os lipídios ligados aos grupos fosfato são formados a partir de álcoois, ácidos

graxos, moléculas e ácido fosfórico. Os fosfolipídios são anfifílicos, ou seja, um lado da molécula tem uma região polar (que tem afinidade pela água) e outra região não polar (que repele a água).

Esteroides



Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Formam um conjunto complexo de lipídios, nos quais **NÃO** são utilizados como fonte de energia (ATP). É formado por vários álcoois de cadeia, são solúveis em gordura. São responsáveis por diversas funções nos organismos, incluindo controle metabólico e características sexuais. Sua função no corpo depende dos grupos funcionais que se ligam na estrutura base dos esteroides, como

hormônios sexuais, corticosteroides, colesterol, sais biliares do fígado, anabolizantes e vitamina D. Entre os esteróides naturais, o mais importante é o colesterol e seus derivados, como o estrogênio (estradiol) e o androgênio (testosterona).

Colesterol

O colesterol faz parte da estrutura da membrana celular e das organelas sendo o principal precursor para a biossíntese de vários hormônios esteroides (cortisol, aldosterona, testosterona, progesterona, estrogênio), bile e vitamina D. Quando o colesterol está associado aos fosfolípidios, ele garante a fluidez da membrana celular, permitindo a passagem de nutrientes. Juntamente com outros lipídios ele também possui a função de proteger a pele contra ação de agentes químicos.

Na alimentação, o colesterol é encontrado na gordura animal, ou seja, todos os alimentos que contêm gordura animal contêm colesterol. As principais fontes de colesterol na dieta incluem ovos, carne bovina, frango e porco, mas o consumo excessivo pode causar malefícios a saúde. O colesterol é transportado unido a lipoproteína (HDL, LDL e VLDL) que possui uma Apolipoproteína (proteína de transporte associada ao colesterol, triglicerídeos e fosfolípidios) para ser lançado na circulação (FIGURA2).



Figura 2. Esquema simplificado da distribuição dos lipídios. Os lipídios do fígado se encaminham para os tecidos periféricos por meio da lipoproteína VLDL (Lipoproteínas de Densidade Muito Baixa) é secretada pelo fígado e, por atuação da lipase, transforma-se em lipoproteína de densidade intermediária (IDL) e, na sequência, em LDL (Lipoproteínas de Densidade Baixa), a qual carrega os lipídios, especialmente o colesterol, aos tecidos periféricos. O transporte reverso do colesterol, em que as gorduras, sobretudo o colesterol dos tecidos, retorna para o fígado, é realizada pelo HDL (Lipoproteínas de Densidade Alta) que capta o colesterol dos tecidos periféricos e o encaminha para o fígado onde são processadas.



VOCÊ
SABIA?

Cerca de 2% da massa total das **células** são constituídas por fosfolipídios e colesterol.

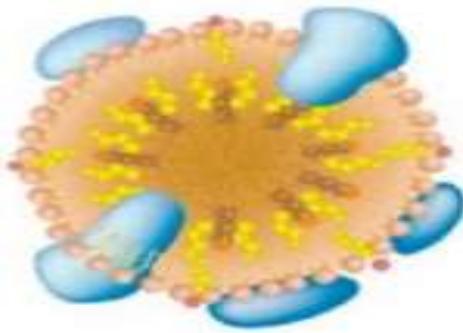


Imagem ilustrativa. Fonte:
Internet

HDL (High Density Lipoprotein ou Lipoproteína de alta densidade), recebe esse nome pois possui mais proteínas do que lipídios. Tem a função de transportar o colesterol dos tecidos para o fígado (Figura 2), reduzindo a quantidade de colesterol no sangue ou nas células e reduz o risco de doenças causadas por dislipidemia.

LDL (Low Density Lipoproteins ou Lipoproteínas de baixa densidade) possui menos proteínas e mais lipídios em relação ao HDL, transporta colesterol e triglicerídeos do fígado para os órgãos e tecidos que precisam dessa molécula (Figura 2). É denominado "colesterol ruim" por apresentar alta incidência de acúmulo como por exemplo nas paredes das artérias (aterosclerose), portanto está diretamente relacionado a infarto e acidente vascular cerebral.

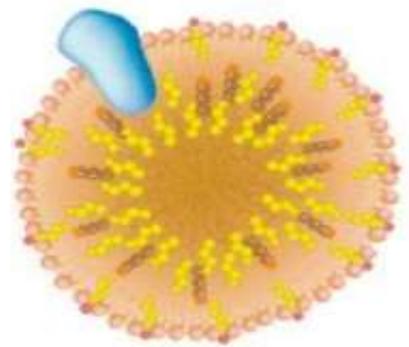


Imagem ilustrativa.
Fonte: Internet



○ LDL também tem uma função benigna, que é a de transportar triglicerídeos e colesterol até os tecidos circundantes para armazenamento ou como fontes de energia.

VLDL (*Very Low Density Lipoprotein* ou Lipoproteínas de densidade muito baixa) uma lipoproteína que possui ainda mais gordura que as anteriores. São partículas grandes, porém menores do que os quilomícrons, produzidos no fígado. São compostos por 50% de triglicerídeos, 40% de colesterol e fosfolípidios e 10% de proteínas, principalmente Apo B-100, Apo C e alguma ApoE.

Função dos Lipídios



É uma fonte rica de calorias, fornece 9 calorias/grama, mais do que o cardoidrato (4 calorias/grama).



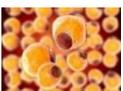
Sob a forma de ácidos graxos livres (AGL) as gorduras podem ser usadas para produzir ATP (fonte de energia para os seres vivos).



A energia fornecida pelo AGL é utilizada nos exercícios de baixa intensidade e longa duração (por exemplo: corrida ou ciclismo).



Cerca de 4% da gordura corporal protegem os órgãos vitais (coração, fígado, rins, baço, encéfalo e medula espinal) contra traumatismos.



A gordura armazenada imediatamente abaixo da pele (gordura subcutânea) proporciona isolamento térmico, possibilitando tolerar extremos de frio.



Os lipídios dietéticos também facilitam a absorção dos precursores da vitamina A de fontes vegetais não lipídicas, como cenouras e damascos.



O consumo diário de aproximadamente 20 g de gordura dietética proporciona uma fonte de transporte suficientes para as quatro vitaminas lipossolúveis: A, D, E e K.

METABOLISMO DO LIPÍDIO – TRANSPORTE, ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Ao ingerir alimentos ricos em lipídios, a **boca** realiza em conjunto com a língua, dentes e glândulas salivares, o processo de salivação, mastigação e trituração do alimento. Os lipídios estimulam a secreção de lipase nas glândulas serosas da base da língua (lipase lingual), mas como o alimento não permanece por muito tempo na cavidade oral, sua função é muito insignificante, desta forma, na boca não acontece nenhum processo de hidrólise de triglicerídeos. Por meio do mecanismo de deglutição o bolo alimentar é direcionado para o trato digestivo. No **esôfago**, por meio dos movimentos peristálticos, o bolo alimentar é encaminhado para o estômago. Ao chegar no **estômago** a ação da lipase gástrica age na digestão de ácidos graxos de cadeia curta, quebrando a gordura dos alimentos em moléculas menores, para que possam ser absorvidas pelos intestinos, no entanto, as enzimas funcionam em um meio aquoso e os lipídios são insolúveis, então a digestão até este ponto não é muito eficaz. O produto formado no estômago, pela mistura do bolo alimentar e as enzimas digestórias, é denominado quimo.

A etapa mais importante da digestão ocorre no **intestino delgado**, particularmente na porção do **duodeno** (o esquema do transporte desde a boca até o intestino, como suas principais funções, é demonstrado na Figura 3). O quimo recebe a ação da lipase pancreática, uma enzima que é produzida pelo **pâncreas**, que é ativada pelos ácidos biliares secretados no intestino pela bile, através das contrações sofridas pela **vesícula biliar** para liberação do hormônio digestivo. A lipase pancreática é responsável pela quebra dos lipídios em substâncias simples acelerando a hidrólise da maior parte dos triglicerídeos que dividem em diglicerídeos e ácidos graxos livres. Os diglicerídeos sofrem uma nova ação da lipase para produzir monoglicerídeos, ácidos graxos e glicerol.

BOCA: Mastigação, trituração do bolo alimentar, nenhuma hidrólise de triglicérides acontece.

ESÔFAGO: Passagem através de movimentos peristálticos.

ESTÔMAGO: A lipase gástrica pode digerir apenas uma pequena porção de lipídios. A ação gástrica no processo de digestão lipídica está relacionada ao peristaltismo do estômago, emulsificando os lipídios e dispersando-os de maneira equivalente pela massa alimentar.

FIGADO: Os hepatócitos removem os triglicérides dos quilomícrons e os hidrolisam em ácidos graxos livres e glicerol que serão transportados sob a forma de lipoproteína estruturais que são utilizados para o metabolismo energético.

VESÍCULA BILIAR: Por conta do pH ácido do bolo alimentar, ocorre a liberação do hormônio digestivo conhecido como pancreatina, fazendo com que a vesícula biliar se contraia e libere bile no duodeno, além de estimular a secreção pancreática.

PÂNCREAS: responsável pela síntese e excreção da lipase pancreáticas.

INTESTINO DELGADO: A maior parte da digestão ocorre no duodeno principalmente sob a ação da lipase pancreática. A absorção das partículas menores de lipídios também acontece no duodeno.

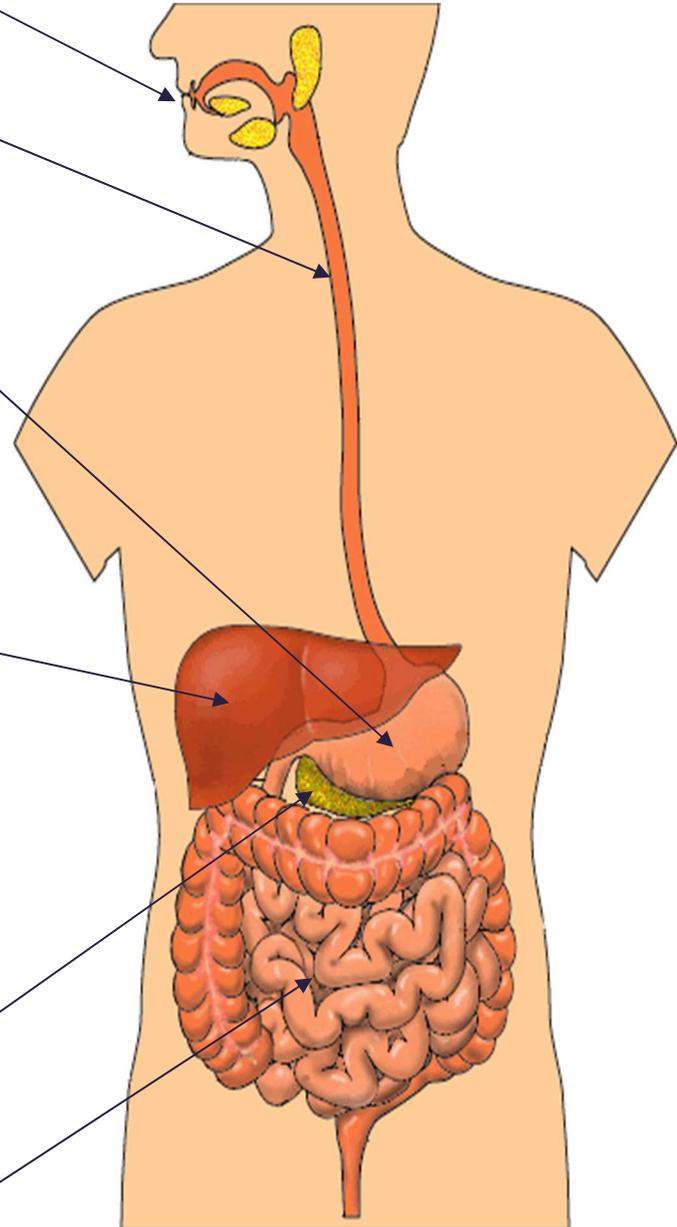


Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Figura 3: Esquema das principais informações acerca das funções dos órgãos envolvidos na digestão dos lipídios até o processo de absorção.

Uma parte dos triglicérides ligados a moléculas de esteroides e ácidos graxos (produto da quebra dos lipídios) reagem com as proteínas formando partículas estáveis denominadas quilomícrons. É na forma de quilomícrons que os lipídios serão então **absorvidos** pelo sistema linfático. Os quilomícrons passam pelos dutos mamários e vasos linfáticos, alcançam o ducto torácico e desemboca na circulação venosa. Já na circulação, os quilomícrons passam através dos sinusóides hepáticos, caem no espaço que existe entre os

capilares sinusóides e são ofertados a vilosidades dos hepatócitos (componente celular do fígado) (FIGURA 4).

No fígado os hepatócitos removem os triglicerídeos dos quilomícrons e os hidrolisam em ácidos graxos livres e glicerol.

Os ácidos graxos livres são usados para o metabolismo energético ou esterificados no reticulo endoplasmático e, em seguida, combinados com lipídios ou proteínas receptoras de apolipoproteínas para formar lipoproteínas. A função das lipoproteínas são principalmente transportar colesterol e triglicerídeos através do plasma. As lipoproteínas recebem o nome de acordo com sua densidade, densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de densidade média (IDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de alta densidade (HDL).

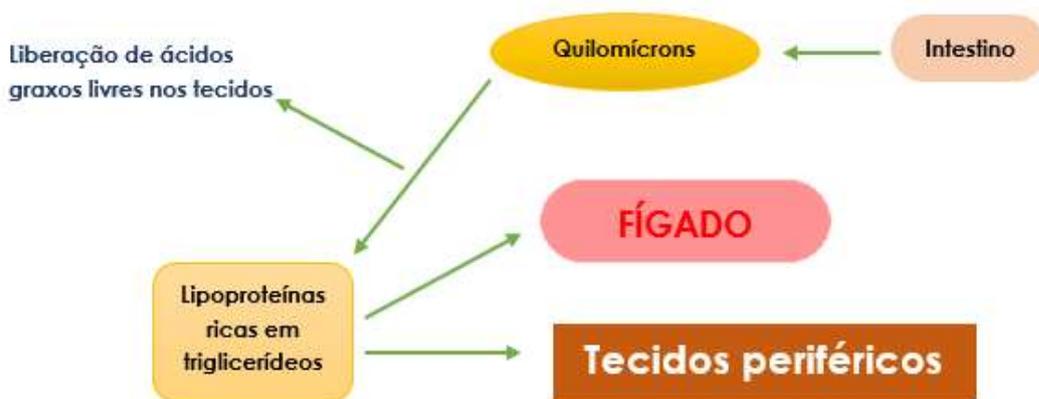


Figura 4. Esquema da distribuição dos lipídios sob a forma de quilomícron. O lipídio é absorvido pelo intestino atinge o plasma na forma de quilomícron, após a degradação pelas lipases, chegam aos tecidos periféricos e ao fígado.



IMPORTANTE

Quilomícrons são lipoproteínas que transportam os lipídios da dieta para o intestino delgado, onde ocorre a hidrólise de triglicerídeos, fosfolipídios e colesterol no lúmen intestinal sob a ação da lipase pancreática, que aceleram a reação. Eles terminam na circulação venosa, pois são moléculas muito grandes para entrarem diretamente na veia porta.

PATOLOGIAS RELACIONADAS AOS LIPÍDIOS



Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Obesidade

A obesidade é caracterizada pelo excesso de gordura no corpo e é uma doença crônica que evolui com o tempo. É impossível dizer que isso é causado apenas pela ingestão abusiva de comida, outros fatores, como estado genético e falta de atividade física, também influenciam no aparecimento da obesidade.

Aterosclerose

Aterosclerose é o acúmulo de gorduras, colesterol e outras substâncias nas paredes das artérias e em seu interior.

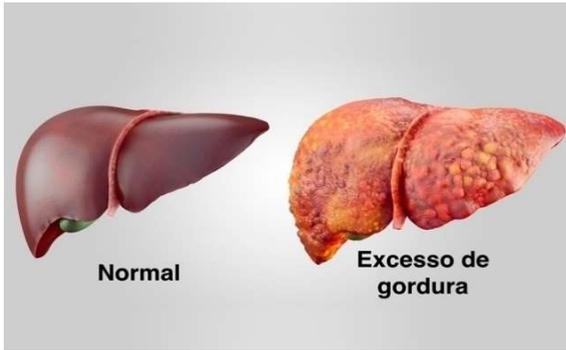
O acúmulo de placas de colesterol nas paredes das artérias, é o que pode causar obstrução parcial ou total do fluxo sanguíneo. As placas podem se romper e provocar oclusão aguda da artéria por meio de coágulos.

Em geral, a aterosclerose não apresenta sintomas até a ruptura das placas ou quando o acúmulo é grave o suficiente para obstruir o fluxo sanguíneo.



Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Esteatose Hepática



A esteatose hepática é um problema causado pelo acúmulo de gordura nos órgãos.

Em casos mais graves, o excesso de lipídios pode causar cirrose hepática, câncer de fígado e esteato-hepatite.

Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

Adrenoleucodistrofia

Adrenoleucodistrofia é o acúmulo de ácidos graxos de cadeia longa, principalmente no cérebro, desintegrando a bainha de mielina.

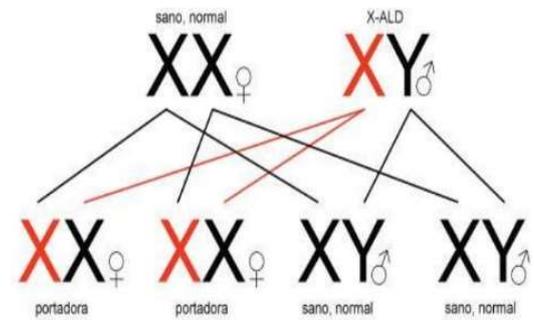
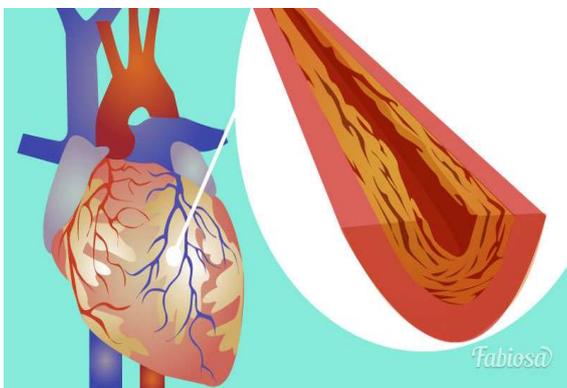


Imagem ilustrativa. Fonte: Internet



Doença Cardíaca Coronariana

A causa mais comum é o acúmulo da placa de ateroma. Isso faz com que as artérias coronárias se estreitem, restringindo o fluxo sanguíneo para o coração podendo acarretar Infarto Agudo do Miocárdio.

Imagem ilustrativa. Fonte: Internet

IMPORTÂNCIA DOS EXAMES LABORATORIAIS DE ROTINA

Os resultados dos exames laboratoriais podem fornecer informações que vem a ser utilizadas para fins de diagnósticos e prognósticos, prevenir e estabelecer o risco de várias doenças, determinar métodos de tratamento diferenciais e evitar a necessidade de procedimentos complementares mais complexos e invasivos.

Os **Biomédicos** são profissionais incumbidos pelo diagnóstico laboratorial e têm responsabilidade pelo resultado. A detecção precoce de possíveis alterações pode prevenir doenças como o infarto, acidente vascular cerebral (AVC) entre outras doenças.

Aumento de colesterol geralmente não causam sintomas, por isso é importante fazer o controle regularmente, pois a realização de exames regularmente é fundamental para avaliar a saúde e compreender a intensidade dos fatores de risco enfrentados pelo indivíduo.



Por isso é de extrema importância a realização de exames laboratoriais, para avaliação sérica dos níveis de **colesterol total, LDL, HDL e triglicerídeos**.

REFERÊNCIAS

BIGGERSTAFF, Kyle D.; WOOTEN, Joshua S. Understanding lipoproteins as transporters of cholesterol and other lipids. **Advances in Physiology Education** 28:, 2004.

FLYNN, Mary; SCIAMANNA, Christopher; VIGILANTE, Kevin. Inadequate physician knowledge of the effects of diet on blood lipids and lipoproteins. **Nutrition Journal** 2:, 2003.

LEDOUX, Martial; JUANEDA, Pierre; SEBEDIO, Jean-Louis. Trans fatty acids: Definition and occurrence in foods. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.** 109 :, 2007.

NELSON, D. L; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5o ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana**. 6ªed. Rio de Janeiro: Guanabar Koogan, 1988.

SILVERTHORN, D.U. **Fisiologia Humana**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA • Volume 109, Nº 2, Supl. 1, Agosto 2017 “**Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose - 2017**”, publicada como suplemento dos Arquivos Brasileiros de Cardiologia.

McArdle, D.W; Katch, L.F; Katch, L. V. **Fisiologia do exercício. Energia, nutrição e desempenho humano**. 8ª. Ed. Rio Janeiro, Guanabara Koogan, 2016.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício**. São Paulo: Manole, 2000.

Ministério da Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição, Departamento de Atenção Básica, Secretaria de Assistência à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília, 2020.

Rosenson RS, Brewer HB Jr, Chapman MJ, et al. **Medidas de HDL, heterogeneidade de partículas, nomenclatura proposta e relação com eventos cardiovasculares ateroscleróticos**. Clin Chem 2011.