

An anatomical illustration of the human torso, showing the internal organs and the distribution of adipose tissue. The illustration is rendered in a monochromatic yellow and orange color scheme. The text "TECIDO ADIPOSEO" is overlaid in white, bold, uppercase letters. The background is a solid dark yellow.

TECIDO ADIPOSEO

curso • **Histologia**

• TECIDO ADIPOSO

O tecido adiposo, formado por células adiposas (adipócitos), é um tipo de tecido conjuntivo especializado que apresenta importante influência na homeostasia energética e está presente em todos os tecidos conjuntivos frouxos.

Para manutenção da vida, o corpo necessita garantir um aporte contínuo de energia e nutrientes provenientes do ambiente externo para os tecidos. Assim, quando há excesso de energia no corpo, esta é armazenada em gotículas de lipídeos dos adipócitos, como triglicerídeos, para que, quando necessário, haja sua liberação. Os triglicerídeos possuem o dobro da densidade energética dos carboidratos e proteínas porque sua estrutura não possui água.

Quando a ingestão de alimentos é maior que o gasto energético, o armazenamento de energia é aumentado e esta é utilizada em condições em que o gasto energético é maior que a ingestão de alimentos.

O tecido adiposo, além de ser um depósito de lipídeos, também regula o metabolismo energético através da secreção de substâncias parácrinas e endócrinas, classificando-o como um importante órgão endócrino. O tecido adiposo pode ser classificado em branco (unilocular) e pardo (multilocular).

• TECIDO ADIPOSO BRANCO

1) Estrutura

O tecido adiposo branco é formado por adipócitos uniloculares que apresentam um núcleo achatado e deslocado para um dos lados da massa lipídica e uma fina borda de citoplasma ao redor do lipídeo. Quando isolados, os adipócitos assumem uma forma esférica, porém, quando presentes no tecido adiposo, podem parecer poliédricos ou ovais.



Os adipócitos são circundados por fibras reticulares, fibras nervosas não mielinizadas e mastócitos. Os capilares que suprem o tecido adiposo estão presentes entre as células adjacentes.

O tecido adiposo branco consiste em pelo menos 10% do peso corporal de um indivíduo normal e se encontra como uma camada adiposa de fáscia subcutânea, o panículo adiposo.

2) Função

O tecido adiposo branco possui diversas funções, como o armazenamento de energia, isolamento, proteção dos órgãos vitais e secreção de hormônios. Além disso, o tecido adiposo contribui para a diferenciação corporal entre homens e mulheres através da espessura da camada adiposa em diferentes locais do corpo.

As principais funções metabólicas do tecido adiposo é a captação de ácidos graxos do sangue e sua conversão em triglicerídeos no adipócito e a secreção de uma variedade de moléculas, chamadas adipocinas, que incluem hormônios, fatores de crescimento e citocinas.

Uma das principais adipocinas é a leptina, que atua inibindo a fome e estimulando a taxa metabólica e a perda de peso corporal quando a reserva corporal de energia é suficiente.

A leptina também atua sobre o sistema nervoso central, comunicando o estado calórico dos adipócitos de armazenamento, e induz à produção de hormônios esteroides, como testosterona, estrogênio e glicocorticoides.

3) Diferenciação

Durante o desenvolvimento embrionário, os adipócitos brancos se originam a partir de células-tronco mesenquimatosas perivasculares associadas à túnica adventícia das pequenas vênulas.



Estudos indicam que o fator de transcrição receptor ativador do proliferador dos peroxissomos gama (PPAR γ), complexado com o receptor de retinoide X (RXR), atua na diferenciação do adipócito e na iniciação do metabolismo dos lipídios.

4) Regulação

A regulação do tecido adiposo branco está relacionada tanto ao sistema digestivo, quanto ao sistema nervoso central. Sinais hormonais e neurais formam o eixo cérebro-intestino-tecido adiposo, que regula o apetite, a fome, a saciedade e a homeostasia energética.

A quantidade de tecido adiposo de um indivíduo é regulada por sistemas associados à regulação do peso a curto e a longo prazo. O sistema associado à regulação do peso a curto prazo controla o apetite e o metabolismo diariamente a partir de dois hormônios produzidos no trato gastrintestinal: a grelina (estimulante do apetite) e peptídeo YY (supressor do apetite), que atuam em receptores no hipotálamo.

O sistema associado à regulação do peso a longo prazo controla o apetite e o metabolismo de modo contínuo a partir da leptina, da insulina e outros hormônios, como o hormônio tireoidiano, glicocorticoides e hormônios hipofisários. Na maioria dos indivíduos obesos, os níveis séricos de leptina estão elevados, porém, os adipócitos são resistentes à leptina.

A partir de estímulos neurais e/ou hormonais, os triglicérides são degradados em glicerol e ácidos graxos em um processo denominado mobilização. Os ácidos graxos atravessam a membrana celular do adipócito e entram em um capilar, onde se ligam à albumina e são transportados para outras células, que os utilizam como combustível metabólico.



• TECIDO ADIPOSO PARDO

O tecido adiposo pardo consiste em um tecido termogênico e está presente em grandes quantidades no recém-nascido, compensando a grande perda de calor pela alta razão entre superfície e massa, de forma a evitar que ocorra hipotermia letal.

Nesses indivíduos, o tecido adiposo pardo consiste em aproximadamente 5% da massa corporal total e pode ser encontrado na região dorsal, ao longo da metade superior da coluna vertebral em direção aos ombros.

A quantidade de tecido adiposo pardo diminui gradualmente com o desenvolvimento corporal e desaparece em quase todos os locais, exceto ao redor dos rins, das glândulas suprarrenais, dos grandes vasos e das regiões do pescoço, costas e tórax.

As células do tecido adiposo pardo são menores que as do tecido adiposo branco e seu citoplasma apresenta numerosas gotículas lipídicas pequenas, sendo denominado multilocular.

O núcleo de um adipócito pardo maduro se localiza excentricamente dentro da célula e as mitocôndrias apresentam grandes quantidades de citocromo oxidase, o que confere a cor marrom às células.

O tecido adiposo pardo possui um rico suprimento de capilares que intensifica a sua cor e é inervado por numerosas fibras nervosas simpáticas noradrenérgicas não mielinizadas presentes entre os adipócitos.

Os adipócitos pardos se diferenciam a partir de células-tronco mesenquimatosas de uma linhagem celular diferente da que origina os adipócitos brancos.

Os fatores que regulam a diferenciação dos adipócitos pardos também regulam a expressão de genes que codificam uma proteína mitocondrial chamada prote-



ína de desacoplamento (UCP1) ou termogenina, que regula o metabolismo dos adipócitos pardos.

O metabolismo dos lipídios no tecido adiposo pardo gera calor devido à termogênese. Os animais que hibernam apresentam grandes quantidades de tecido adiposo pardo.

As mitocôndrias das células eucarióticas produzem e armazenam energia como gradiente eletroquímico de prótons através da membrana mitocondrial interna. Essa energia é usada para sintetizar trifosfato de adenosina (ATP), quando os prótons retornam à matriz mitocondrial, através da enzima ATP sintase.

As mitocôndrias das células do tecido adiposo pardo apresentam a proteína de desacoplamento (UCP1), que desacopla a oxidação dos ácidos graxos da produção de ATP. Isso faz com que os prótons possam retornar à matriz mitocondrial sem passar pela enzima ATP sintase.

Isso pode ocorrer pela existência de uma via alternativa para o retorno dos prótons através da UCP1, que facilita o transporte de prótons através da membrana mitocondrial interna e sua dissipação, desacoplando a respiração celular da síntese de ATP. Assim, a energia produzida pelas mitocôndrias é dissipada na forma de calor, processo denominado termogênese.

O metabolismo do tecido adiposo pardo é regulado principalmente pela norepinefrina liberada das terminações nervosas simpáticas, que estimula a lipólise e a hidrólise dos triglicerídeos e aumenta a expressão mitocondrial e a atividade de moléculas de UCP1.

Além disso, o frio também estimula a utilização da glicose nos adipócitos pardos através da hiperexpressão de transportadores de glicose. Estudos relataram o aumento na quantidade de tecido adiposo pardo nas regiões do pescoço e supraclavicular durante o inverno, principalmente em pessoas magras.



• TRANSDIFERENCIAÇÃO DO TECIDO ADIPOSEO

Os adipócitos possuem a capacidade de transdiferenciação tanto de adipócitos brancos em pardos, quanto de adipócitos pardos em brancos frente às necessidades termogênicas do organismo, como a exposição crônica ao frio.

Estudos demonstraram que os adipócitos brancos maduros podem ser transformados em adipócitos pardos com o objetivo de gerar calor corporal. Adipócitos pardos podem se transformar em adipócitos brancos quando o balanço energético é positivo e o corpo necessita de um aumento na sua capacidade de armazenamento de triglicerídeos.

A transdiferenciação do tecido adiposo pardo em branco devido às temperaturas frias é induzida pelo sistema nervoso central. Além disso, a transdiferenciação também pode ser induzida através da estimulação pelo exercício físico e pela reprogramação dos genes do tecido adiposo por meio da ativação de fatores de transcrição específicos e fatores de crescimento.

