# **Metabolismo**

Essencial como processo bioquímico de aproveitamento da energia, o metabolismo equilibra as funções fisiológicas. Seus distúrbios ocasionam doenças de incidência freqüente, como o diabetes, a obesidade e a arteriosclerose.

Metabolismo é o conjunto das reações químicas que ocorrem num organismo vivo com o fim de promover a satisfação de necessidades estruturais e energéticas. O processo metabólico ocorre tanto no domínio celular, como no do organismo em geral. A expressão metabolismo basal designa o mínimo de energia necessária para regular a fisiologia normal de um organismo.

***Conceitos gerais e métodos de estudo:*** Do ponto de vista físico-químico, os organismos vivos são sistemas abertos que, para sobreviver, realizam com o exterior uma constante troca de energia e matéria. As substâncias que penetram nas células passam por fragmentações, adições e reestruturações moleculares, que produzem compostos biologicamente úteis, empregados como fonte de energia e também como elementos de construção e reparação dos tecidos. Essas transformações sucessivas denominam-se vias metabólicas.

Para que um composto orgânico possa produzir energia, deve experimentar uma oxidação (perda de elétrons e/ou combinação com o oxigênio), que libera o potencial energético das ligações existentes entre seus átomos. A oxidação, como a maior parte das reações químicas que ocorrem no interior da célula, requer a atuação de moléculas especializadas chamadas enzimas, que ativam os compostos, pondo-os em contato com outras substâncias reagentes, e tornam possíveis as trocas adequadas, à temperatura fisiológica. Praticamente todas as reações metabólicas dependem da existência das enzimas, sem as quais precisariam de grande quantidade de calor, não compatível com o desenvolvimento da vida celular.

No organismo sadio, verifica-se equilíbrio entre duas forças antagônicas: o catabolismo, processo pelo qual as moléculas vindas do exterior, após sofrer fragmentação prévia na digestão, são degradadas ou reduzidas a substâncias mais simples; e o anabolismo, conjunto de reações que, ao utilizar a energia liberada pelo catabolismo, possibilita a formação de estruturas orgânicas complexas a partir de outras, mais elementares. Essa energia é empregada também nas funções fisiológicas. Conforme sejam predominantemente energéticos ou construtivos, os alimentos recebem o nome de termogênicos ou organogênicos, respectivamente. Pertencem ao primeiro grupo os carboidratos (açúcares) e os lipídios (gorduras), e ao segundo grupo, as proteínas.

Lavoisier, criador da química moderna, abriu novos horizontes às ciências biológicas, ao mostrar: (1) que os tecidos animais e vegetais se constituem essencialmente de carbono, oxigênio, hidrogênio e nitrogênio; (2) que a respiração é uma combustão lenta de carbono e oxigênio; (3) que nos animais homeotermos a temperatura é mantida pela respiração; e (4) que as trocas respiratórias se acentuam após as refeições, o que leva à maior produção de energia.

Em 1824, Robert Mayer e Hermann von Helmholtz enunciaram a primeira lei da termodinâmica, que afirma ser a energia transformável e indestrutível. Demonstrou-se posteriormente, em experiências realizadas na Alemanha e nos Estados Unidos, que essa lei é extensiva aos seres vivos. O estudo científico e sistemático do metabolismo só foi possível a partir do desenvolvimento de técnicas como os modernos métodos de pesquisa bioquímica e de marcação radioativa por radioisótopos~capazes de acompanhar as transformações que ocorrem no interior do organismo. Por meio dessas técnicas pode-se marcar uma molécula inserindo-se nela, em dada posição, um átomo basicamente idêntico ao substituído (um isótopo), mas de peso atômico distinto, que emite partículas radioativas suscetíveis de serem detectadas.

***Metabolismo animal:*** Os animais são organismos heterotróficos, isto é, que precisam obter a energia e os materiais de que necessitam a partir de compostos orgânicos de origem exterior. Um deles, de participação imprescindível, é o açúcar.

O catabolismo dos açúcares apresenta uma primeira fase anaeróbica (sem intervenção do oxigênio) em que a molécula com seis átomos de carbono da glicose é fosforilada, ou seja, reage com um grupo fosfato do trifosfato de adenosina (ATP) e se divide em duas moléculas de ácido pirúvico (com três átomos de carbono) ou, nas células musculares, em duas moléculas de ácido láctico. Essa é a fase da fermentação ou glicólise, que significa, literalmente, ruptura da glicose.

Na segunda etapa, cujo rendimento energético é muito superior, o ácido pirúvico se transforma em acetilcoenzima A ou acetil-CoA, que tem dois átomos de carbono na molécula e participa do chamado ciclo de Krebs, de importância capital em todos os processos metabólicos. Essa etapa é aeróbica e nela se produzem sucessivas desidrogenações (perdas de átomos de hidrogênio) em alguns dos compostos.

Esse processo implica a formação de um fluxo eletrônico, em direção às moléculas das enzimas e aos compostos que constituem a chamada cadeia respiratória, em que ocorre a fosforilação oxidativa. Esse último processo consiste na produção de compostos ricos em energia -- as moléculas de ATP --que intervêm como fator de troca energética em todas as atividades do organismo.

Os lipídios compreendem um grupo de substâncias química e fisiologicamente diferentes entre si, tais como as gorduras, as ceras e os lipóides, cuja principal característica é sua insolubilidade na água e solubilidade nos solventes orgânicos (éter, clorofórmio, benzeno). Se decompõem pelo processo catabólico da beta-oxidação, em que os ácidos graxos, compostos de longas cadeias que são os principais componentes das gorduras, se fragmentam por ação seqüencial de diversas enzimas até formar resíduos de acetil-CoA, que se integram ao ciclo de Krebs.

Processo de alto rendimento energético, a beta-oxidação produz grande número de moléculas de ATP. As gorduras fornecem mais que o dobro das calorias que a mesma quantidade de glicídios e proteínas. Admite-se que os glicídios podem ser convertidos em gorduras no organismo, mas esse mecanismo não está suficientemente esclarecido. O mesmo ocorreria com as proteínas, de modo indireto, por meio de certos aminoácidos que formam glicídios, que, por sua vez, sintetizam gorduras.

As proteínas, fragmentadas no curso da digestão pelas enzimas proteolíticas, têm valor biológico determinado por sua riqueza em aminoácidos. Alguns destes, os mais simples, podem ser obtidos de outros mais complexos. Outros não podem ser sintetizados e são tão valiosos quanto os hormônios. É o caso dos aminoácidos essenciais, responsáveis pelo crescimento, cuja ausência causa o aparecimento dos sintomas de desnutrição ou subnutrição.

As proteínas que os contêm são chamadas completas, como a lactalbumina e a caseína do leite, a ovalbumina e a ovovitelina do ovo. A maioria dos aminoácidos se transforma em diferentes compostos do ciclo de Krebs. Seus átomos de nitrogênio se separam por ação de enzimas transaminases e convertidos em amoníaco, formador da uréia (substância de refugo eliminada na urina).

As vias anabólicas consistem em: (1) formação de glicose e, mais tarde, de açúcares complexos, a partir do ácido pirúvico, por um processo não correspondente à inversão da glicólise; (2) produção de gorduras por síntese de ácidos graxos a partir do acetil-CoA e posterior união aos álcoois e outras substâncias; e (3) constituição dos aminoácidos. As proteínas são formadas por aminoácidos unidos entre si, numa seqüência específica determinada pelo código genético do organismo.

Entre as alterações congênitas do metabolismo, além das assinaladas, cabe lembrar a galactosemia ou intolerância à galactose, causada pelo déficit de uma enzima que metaboliza esse açúcar do leite; e certas anomalias graves no metabolismo das proteínas, que ocasionam deficiência mental.