

15-3 Il metabolismo umano e il primo principio

Gli esseri umani e gli altri animali compiono lavoro. Una persona compie lavoro quando cammina, quando corre, o solleva oggetti pesanti. Il lavoro richiede energia. È necessaria energia anche per la crescita, per produrre nuove cellule e per rimpiazzare le vecchie cellule che sono morte. In un organismo avviene continuamente un'enorme quantità di processi che implicano un'altrettanto enorme trasformazione di energia: tale insieme di trasformazioni è chiamato *metabolismo*.

Possiamo applicare il primo principio della termodinamica,

$$\Delta U = Q - W,$$

in un organismo come il corpo umano. W è il lavoro compiuto dal corpo allo svolgere le sue attività e, perché ciò non implichi una diminuzione dell'energia interna (e della temperatura) del corpo, dovrà in qualche modo essere assorbita energia. L'energia interna del corpo non è, infatti, rimanuta costante da un assorbimento di calore da parte del corpo. Normalmente, il corpo ha una temperatura più alta rispetto all'ambiente, però il calore *viene ceduto* dal corpo all'ambiente. Perfino in una giornata molto calda, quando una certa quantità di calore viene assorbito, il corpo non ha modo di utilizzare questo calore per i suoi processi vitali. Qual è dunque la fonte di energia? È l'energia interna (l'energia potenziale chimica) immagazzinata nel cibo. In un sistema chiuso l'energia interna cambia solo come risultato di uno scambio di calore o di un lavoro compiuto. In un sistema aperto, come ad esempio un animale, l'energia interna stessa può fluire dentro o fuori dal sistema. Quando mangiamo, portiamo energia interna direttamente nel corpo e ciò incrementa l'energia interna totale U del nostro corpo. Tale energia in ultima analisi è quella utilizzata per compiere lavoro, e calore viene ceduto dal corpo all'ambiente in accordo con il primo principio.

TABELLA 15-1
Tassi metabolici
(persona di 65 kg)

Attività	Tasso metabolico (approssimato)	
	kcal/h	watt
Dormire	60	70
Stare seduti	100	115
Attività leggera (mangiare, vestirsi, fare le pulizie di casa)	200	230
Attività moderata (giocare a tennis, passeggiare)	400	460
Correre (15 km/h)	1000	1150
Correre in bicicletta	1100	1270

Il tasso metabolico è la rapidità con cui nel nostro corpo l'energia interna viene trasformata, ed è usualmente misurato in kcal/h o in watt. I tassi metabolici tipici per una serie di differenti attività umane sono mostrati nella tabella 15-1, tabella valida per un adulto dal peso «medio» di 65 kg.

ESEMPIO 15-7 **Trasformazione dell'energia nel corpo umano.** Quanta energia viene trasformata in 24 ore da una persona che pesa 65 kg e che passa 8.0 ore dormendo, 1.0 ora facendo attività fisica moderata, 4.0 ore di attività leggera e 11.0 ore lavorando seduto o rilassandosi?

SOLUZIONE La tabella 15-1 mostra il tasso metabolico in watt (J/s). Poiché vi sono 3600 s in un'ora, l'energia totale trasformata è

$$\left[(8.0 \text{ h})(70 \text{ J/s}) + (1.0 \text{ h})(460 \text{ J/s}) + (4.0 \text{ h})(230 \text{ J/s}) + (11.0 \text{ h})(115 \text{ J/s}) \right] (3600 \text{ s/h}) = 1.15 \times 10^7 \text{ J}.$$

Poiché $4.19 \times 10^3 \text{ J} = 1 \text{ kcal}$, tale energia è equivalente a 2800 kcal e quindi, per compensare l'energia spesa, la nostra persona dovrebbe ingerire una quantità di cibo pari a 2800 Cal. Una persona che volesse perdere peso, dovrebbe mangiare meno di 2800 Cal al giorno o incrementare l'attività fisica.