

**33.** Use a figura do slide 23 da 2ª aula teórica para determinar o poder metabólico (em kcal / dia) que uma pessoa em jejum tem ao metabolizar as reservas de energia corporal armazenadas durante a quarta semana sem ingerir alimentos. Como isso se compara a uma taxa metabólica basal típica?

**34.** Use os dados da Tabela 6.22 para descobrir qual é a potência máxima de saída de um ser humano (em W) caso todo o volume da pessoa fosse composto de células típicas de tecido operando à sua potência máxima. Isso excede a potência máxima listada para o corpo humano? A sua estimativa é razoável? Porquê? (considere densidade média de um ser humano como  $0.98 \text{ kg/dm}^3$ )

**35.** (a) Se o volume usual de uma pessoa fosse ocupado apenas por motores musculares de miosina de forma compacta, qual seria a energia consumida pelo corpo (em W) e como isso se compara as taxas metabólicas basal e máxima?

(b) Qual seria a taxa de aumento de temperatura do corpo para esse volume, assumindo que a capacidade de aquecimento é a de um ser humano normal e não há perdas de calor?

**36.**

**37.** Num salto em altura, uma pessoa de 70 kg eleva o seu centro de massa em 51 cm durante uma fase de extensão (com aceleração constante) que leva 0,25 s.

(a) Qual é a energia cinética da pessoa na decolagem?

(b) Se a eficiência muscular é de 20%, quanta energia química é usada para dar um salto? (Expresse a sua resposta em joules e em kcal)

(c) Qual é a potência média gerada pela pessoa durante o salto em watts e hp ( $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$ )?

(d) Com que frequência alguém teria que saltar (durante um ciclo de 12 horas) para aumentar sua taxa de metabolismo (média diária) para o dobro do valor basal (que é de  $1.500 \text{ kcal / dia}$ )?

**38.** A taxa metabólica durante a caminhada,  $MR$  em cal/min, foi determinada pela medição da taxa de consumo de oxigénio, em função da velocidade da caminhada,  $v$  em m/min:

$$MR = 0,267v^2 + 2160$$

(a) Determine a velocidade de caminhada na qual a energia gasta por unidade de distância é mínima, em m/min, m/s.

(b) Determine a taxa de consumo de energia nessa velocidade ideal em kcal/h.

**39.** (a) Mostre que a taxa de variação da energia potencial ao caminhar ou correr a uma velocidade  $v$  em uma inclinação com um ângulo  $\theta$  (positivo para subida, negativa para descida) é  $m_b g v \sin(\theta)$ .

(b) Considere as necessidades metabólicas de uma caminhada lenta por uma mulher de 50 kg, assumindo que o custo energético de andar, para além do que é necessário para se manter em pé, é de  $2,13 \text{ J/kg-m}$  a  $1,2 \text{ m/s}$ . Suponha que o trabalho e a energia necessários para subir sejam cerca de  $2,7 \times$  o aumento da energia potencial e, ao descer ladeiras, é necessária menos energia do que a necessária em terrenos planos em cerca de 50% da taxa de redução da energia potencial. Encontre a necessidade metabólica média (total) em kcal/min para essa pessoa caminhando a essa velocidade constante:

(i) em uma superfície nivelada

(ii) em uma subida de 10%

(iii) em uma descida de 10%

(iv) quando a metade for na subida de 10% e a outra metade na descida de 10% (portanto, a elevação final é a mesma que a inicial)

(v) Como a resposta em (iv) se compara à resposta em (i)?

**40.** (a) Se a energia necessária para suprir as necessidades de metabolismo basal de um homem de 70 kg por um dia fosse usada para aumentar a energia potencial gravitacional dessa pessoa com 100% de eficiência, qual seria a elevação dessa pessoa?

(b) Se uma pessoa pode subir escadas com 20% de eficiência mecânica, até que ponto pode subir usando a energia metabólica diária descrita na parte (a)? Isso corresponde a quantos andares?

**41.** No futebol americano, um atacante ofensivo e defensivo, cada um com 150 lb, enfrentam-se, numa posição agachada, separados por 2 jardas (o que é um pouco sobrestimado). Quando uma "jogada" começa, eles correm um para o outro, cada um acelerando em  $g/2$ , e então colidem e passam os próximos 5 a 10 s se empurrando, nesse modelo, sem movimento. Considere um dos atacantes,

(a) Quanta energia cinética ele desenvolve antes da colisão (em J)?

(b) Se ele converte energia metabólica nessa energia cinética com 10% de eficiência e joga 50 jogadas por jogo, quanta energia metabólica ele usa em um jogo (em kcal)?

**42.** Uma pessoa tenta voar batendo os braços. Digamos que, no início de cada movimento, cada braço começa sem energia cinética e, no final, cada braço se move a uma velocidade média de 20 m/s.

(a) Se essa energia cinética dos braços precisar ser gerada 3 vezes por segundo e o corpo converter energia metabólica em energia mecânica com 10% de eficiência, quantos kcal / min uma pessoa de 70 kg consumiria nesta tentativa de voar ? (Considere que a massa total do braço é 5% da massa do corpo)

(b) Seria difícil para uma pessoa continuar essa tentativa infrutífera e disparatada de voar por um longo tempo? Por quê?

**43.** Uma pessoa levanta uma massa de 15 kg do chão sobre a cabeça (uma distância de 2 m). Quantas vezes ele tem que fazer isso para perder um quilo de gordura, assumindo uma eficiência muscular de 25%?

**44.** Uma mulher de 50 kg faz 10 elevações num minuto (cada uma elevando seu centro de massa em 0,5 m). Após 5 min, quanto trabalho mecânico ela fez (em J) e quanta energia metabólica ela usou (em kcal), assumindo 25% de eficiência muscular?

**45.** Quanta energia (energia potencial gravitacional) é necessária para elevar uma pessoa de 70 kg por 1m (em kcal)? Se seus músculos puderem fazer isso com eficiência de 25%, quantas vezes você precisaria levantar essa pessoa para queimar o conteúdo calórico de um donut padrão (280 kcal / donut)?

**46.** As taxas metabólicas máximas de curto prazo são muito maiores que as taxas médias que podemos manter por longos períodos. Vamos estimá-los assumindo que operamos nessa taxa máxima quando atiramos uma bola de  $m=1\text{kg}$  a uma distância de  $d=60\text{ m}$ . Isso é feito atirando-a a uma velocidade  $v$  com um ângulo de  $45^\circ$  e ignorando a resistência do ar. Despreze a diferença de altura entre o início e o fim do lançamento.

(a) Mostre que o máximo de potência mecânica é  $P_{\text{mech}} = mv^2/2t + mgv/\sqrt{2}$ , onde  $t$  é o tempo necessário para lançar o objeto movimentando os braços (a uma taxa constante) ao longo de uma distância  $s$ . Considere  $s = 1\text{ m}$ .

- (b) Se a eficiência para realizar o trabalho mecânico for  $\epsilon$ , mostre que o pico da potência metabólica necessária é  $P_{\text{met}} = m(gd)^{3/2}/2\epsilon s + mg^{3/2}d^{1/2}/\sqrt{2\epsilon}$ .
- (c) Usando os valores fornecidos, e admitindo que a eficiência mecânica é de 50% mostre que a taxa metabólica máxima é de cerca de 15000W.

**47.** Estime a taxa metabólica diária média e o fator de atividade de uma dona de casa de 50 kg. (Suponha que  $f = \text{MET}$ )

**48.** Um estudante passa 6 h do dia dormindo, 11 horas sentado (assistindo às aulas (e acordado), comendo, jogando videogame etc.), 0,5 horas lavando e vestindo-se, 4,75 horas caminhando, 1 hora de pé, 0,25 horas jogando basquete e 0,5 h andar de bicicleta. Qual é o RM e o nível de atividade do aluno? (Considere a BMR de uma estudante de 55 kg, 20 anos de idade, 1,6m de altura e que  $f = \text{MET}$ )

**49.** Determine quantos donuts padrão uma pessoa (70 kg) deve comer após jogar basquete por 2 h para manter a mesma reserva de energia que a pessoa tinha antes do jogo de basquete

**50.** Uma pessoa de 68 kg (150 lb) consome 2.500 kcal por dia e mantém um peso constante. Agora, essa pessoa decide comer uma fatia extra de pão todos os dias (100 kcal) e, eventualmente, atinge um novo peso em estado estacionário.

a) Quanto peso essa pessoa ganha (em estado estacionário) se a taxa metabólica total da pessoa aumenta, respectivamente, como

(i)  $m_b^{3/4}$

(ii)  $m_b$  ?

( $m_b$  = massa corporal)

(b) Para ambas as relações de escala, quanto peso essa pessoa perderá se comer uma fatia a menos de pão por dia?

(c) Se a pessoa quiser comer essa fatia extra de pão todos os dias, mas não quiser ganhar peso extra, quanto tempo essa pessoa teria que correr todos os dias ?

**51.** Quanto peso as pessoas ganham com a idade? Considere um homem de 30 anos, 1,83 m, 68 kg com um fator de atividade  $f = 1,5$  e suponha que a BMR da pessoa seja dada pela equação

$$\text{BMR} = 71.2m_b^{3/4}[1 + 0.004(30 - Y) + 0.010(S - 43.4)]$$

e que a taxa metabólica total MR é igual a esta BMR vezes o fator de atividade. Descubra quanto peso a pessoa ganhará (comparando com o seu novo peso em estado estacionário):

(a) quando ele completar 50 anos (com a mesma ingestão de alimentos, nível de atividade etc.).

(b) se o nível de atividade desses 30 anos diminuir de 1,5 para 1,4 (com a mesma ingestão de alimentos, etc.).

(c) se o homem de 30 anos ( $f = 1,5$ ) aumentar sua ingestão de alimentos em 100 kcal / dia (uma grande fatia de pão por dia).

(d) se cada um dos itens (a) - (c) ocorrer (ou seja, se a pessoa de 30 anos ficar mais velha (agora com 50 anos), for menos ativa (agora com 1,4) e comer mais (100 kcal / dia mais))

(e) A soma das alterações separadas em (a) a (c) dá o resultado em (d)?

(f) Se a pessoa em (c) quiser comer essa fatia extra de pão todos os dias, mas não quiser ganhar peso extra, quanto tempo essa pessoa teria que correr todos os dias para manter esse peso extra?

(assuma que a estatura específica permanece constante, em seu valor inicial, nas alíneas (a) a (d) )

**52.** Se a sua taxa metabólica diária exceder sua ingestão calórica em 1.000 kcal (o que é uma diferença muito grande) por uma semana, quanto peso você perderá?

Suponha que a alteração se deva apenas ao uso de gordura corporal para compensar essa diferença, com 9 kcal por grama de gordura corporal, para que não haja outra perda concomitante de peso. (Existem outras perdas de peso concomitantes? Alguns suplementos para perda de peso também podem levar a uma perda mais trivial de água no corpo.)

**53.** Se 5 lb (2,3 kg) de gordura corporal fossem alterados para 5 lb de músculo corporal, como isso diminuiria o nível de outra gordura corporal devido ao aumento da MR (use os dados da tabela 6.17)?

**54.** Qual é a massa em kg de um hemisfério de tecido humano com um diâmetro de 0,4 m (sendo a densidade média desse tecido de  $0,9 \text{ g/cm}^3$ )? (Este é um modelo do ganho de peso de uma mulher grávida - além daquele devido à retenção de água - ou devido a uma “barriga de cerveja” relativamente pequena).

**55.** Uma mudança na massa corporal de 1 kg é causada por uma mudança na energia metabolizável de cerca de 3.500 kcal. Isso significa que cerca de 3.500 kcal de energia química são obtidos pela oxidação de 1 kg de material médio de armazenamento corporal. A relatividade especial ensina que a o conteúdo total de energia de uma massa  $m$  é  $E = mc^2$ . Quanto é isso para 1 kg (em unidades de kcal)? Quantas vezes maior é do que a energia química?

**56.** O nível de íões sódio no organismo depende da ingestão de sal e de como o corpo controla o seu nível. O corpo mantém uma concentração de  $\text{Na}^+$  de cerca de 10mM (milimolar) para o fluido intracelular (normalmente  $\pm 5 \text{ L}$ ) e cerca de 145mM para o fluido extracelular (normalmente  $\pm 2,5 \text{ L}$ , que é a metade do plasma sanguíneo dos 5 L do sangue total). Digamos que uma pessoa come um saco de batatas fritas que contem 2 g de sódio (como íões sódio) e suponhamos, por enquanto, que tudo permanece no corpo e, em particular, nesses fluidos. Agora, digamos que o corpo responde tentando manter as concentrações anteriores de  $\text{Na}^+$ , de modo que a pessoa beba (e retenha) água suficiente para manter essas concentrações. Quanto peso ganhará a pessoa, assumindo que todo o novo  $\text{Na}^+$  (e, portanto, a água adicionada) vá para

(a) a água intracelular

(b) a água extracelular

(c) ambos, de modo a manter a mesma proporção de volumes de fluido intracelular e extracelular?

(A ingestão diária recomendada de Na é de cerca de 2,5 g.)

**57.** Repita o problema anterior considerando que se comeu um saquinho grande de biscoitos que contém 8 g de sódio.

## Soluções

33. 457kcal/dia através das proteínas e 2571 kcal/dia das gorduras. O total de 3028kcal/dia é próximo do dobro da BMR típica de 1680kcal/dia
34.  $P_{\text{cel.tip.}}=310\text{W}$  ;  $\ll P_{\text{max,pessoa}}=1600\text{W}$ .
35. (a)  $P=1,63 \times 10^5 \text{W}$  ; é muito maior (b)  $\Delta T=28^\circ\text{C/min}$
37. (a) 350J (b) 0,418kcal (c) 1,88hp (d) 1,25 saltos/min
38. (a) 89,9 m/min, 1,50 m/s, 3,35 mph (b) 259 kcal/hr
39. (b) i)1,833kcal/min ii)4,1 kcal/min iii)1,41 kcal/min iv) 3,01 kcal/min v)64% maior
40. (a) 2178kcal/dia; 13,3km (b) 2600m; 860 andares de 3m
41. (a) 305 J, (b) 36 kcal
42. (a) 602 kcal/min (b) em 3,6min já foi gasto todo o BMR
43. 32000
44. 11,7 kcal
45. 427
46. (c)  $P_{\text{met}}=14900\text{W}$
47.  $f=2$  (8h com  $f=1$  e 16h a  $f=2,5$ ) ;  $MR=3384\text{kcal/dia}$
48.  $f=1,77$ ;  $MR=2449\text{Kcal/dia}$
49. 5,1
50. (a) i)+3,6kg ii)+2,7kg (b) i) -3,6kg ii)-2,7kg (c) 8,4min
51. (a) 75,8kg (b) 83,2kg (c) 79,8kg (d) 87,5kg (e) 102,8kg não
52. 778g
53. 2,88g/dia
54. 15kg
55.  $6,1 \times 10^9$  vezes maior
56. (a) 8,7kg (b) 0,6kg (c)  $1,05 + 0,525 = 1,575\text{kg}$
57. (a) 34.8kg (b) 2,4kg (c)  $8,61+4,3 = 12,9\text{kg}$