Energy Metabolism

نیاز به انرژی و مواد مغذی در جانوران

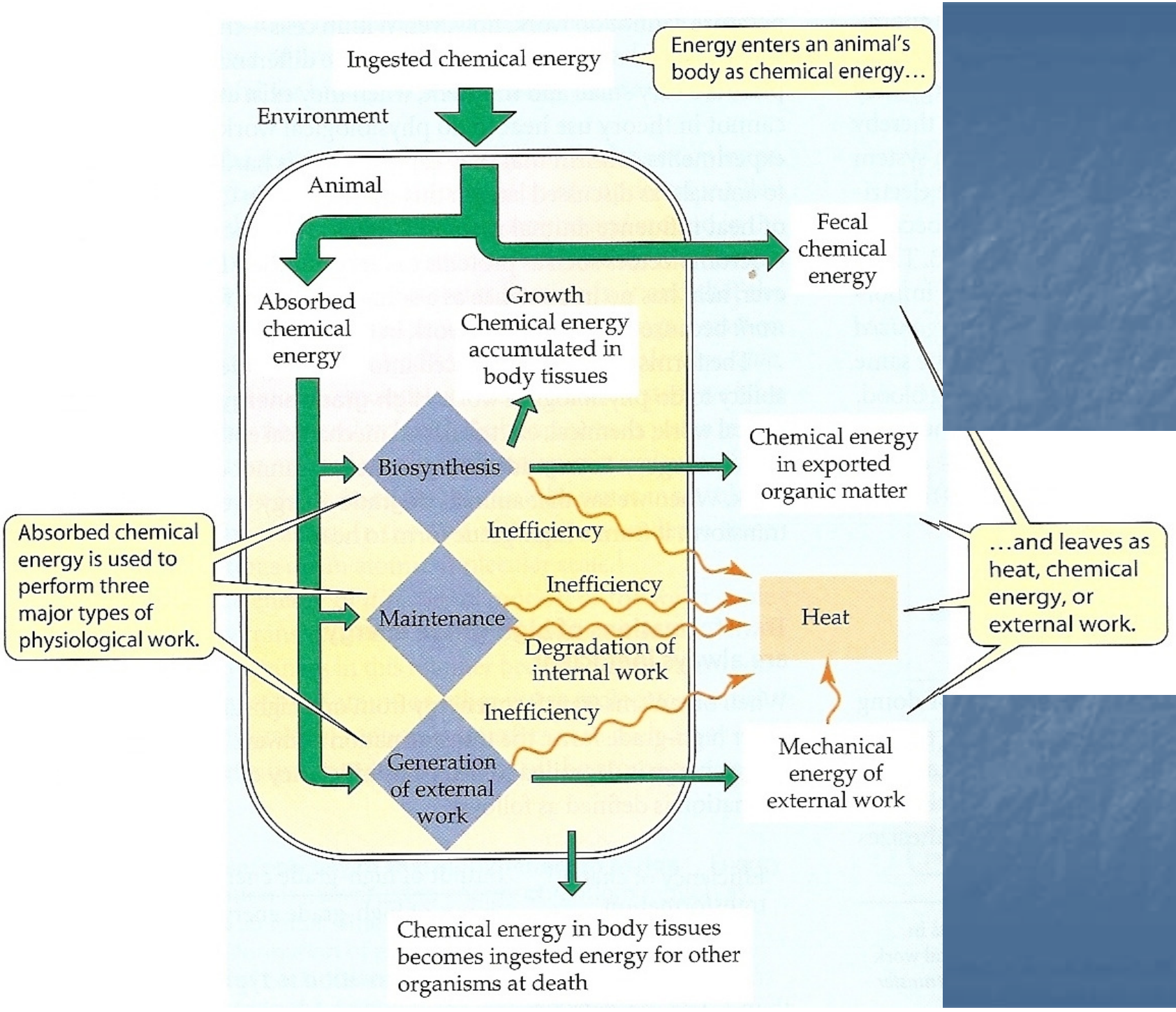
- **متابولیسم** : مجموع واکنش های شیمیایی که در بدن یک جانور انجام می گیرد
- **مسیرهای متابولیکی:**

1) آنابولیسم
   - فرایندهایی که طی آن از مولکول های ساده مولکول های پیچیده ساخته می شود.
   - نیاز به صرف انرژی دارند
2) کاتابولیسم
   - فرایند هایی که طی آن ترکیبات شیمیایی پیچیده به ترکیبات ساده شکسته می شوند.
   - منجر به آزاد سازی انرژی می شوند.
   - بخشی از انرژی به صورت ATP ذخیره می شود.

- نیاز جانوران به کسب انرژی
- چهار فرم مهم انرژی در جانوران
  - انرژی شیمیایی
  - انرژی الکتریکی
  - انرژی مکانیکی
  - انرژی حرارتی
- توانایی اشکال انرژی در انجام کار فیزیولوژیک
  - راندمان تغییر فرم انرژی = خروجی انرژی با توان بالا / ورودی انرژی با توان بالا

مسیر گردش انرژی و مصارف آن در جانوران

1) سنتز بیولوژیکی
2) نگهداری
3) انجام فعالیت های بیرونی


Ingested chemical energy
Energy enters an animal's body as chemical energy…
Environment
Animal
Fecal chemical energy
Absorbed chemical energy
Growth
Chemical energy accumulated in body tissues
Biosynthesis
Chemical energy in exported organic matter
Inefficiency
Absorbed chemical energy is used to perform three major types of physiological work.
Inefficiency
Maintenance
Heat
…and leaves as heat, chemical energy, or external work.
Degradation of internal work
Inefficiency
Generation of external work
Mechanical energy of external work
Chemical energy in body tissues becomes ingested energy for other organisms at death

نرخ متابولیسم (Metabolic Rate)

- نرخ تبدیل انرژی شیمیایی مواد غذایی به حرارت و کار بیرونی (انرژی مصرف شده)
- مقدار مصرف انرژی در واحد زمان
- اهمیت
  - تعیین کننده مقدار غذای مورد نیاز
  - برآورد اندازه کمی از کل فعالیتهای فیزیولوژیک
  - اکولوژیکی

روش های اندازه گیری نرخ متابولیسم

- کالریمتری مستقیم

اندازه گیری انرژی آزاد شده در یک زمان به صورت حرارت

- کالریمتری غیر مستقیم

بر اساس نرخ میزان تبادل گازهای تنفسی

$$\frac{\text{مولکول } CO_2 \text{ تولید شده در واحد زمان}}{\text{مولکول } O_2 \text{ مصرف شده در واحد زمان}}$$

براساس تعادل مواد مصرفی و دفعی

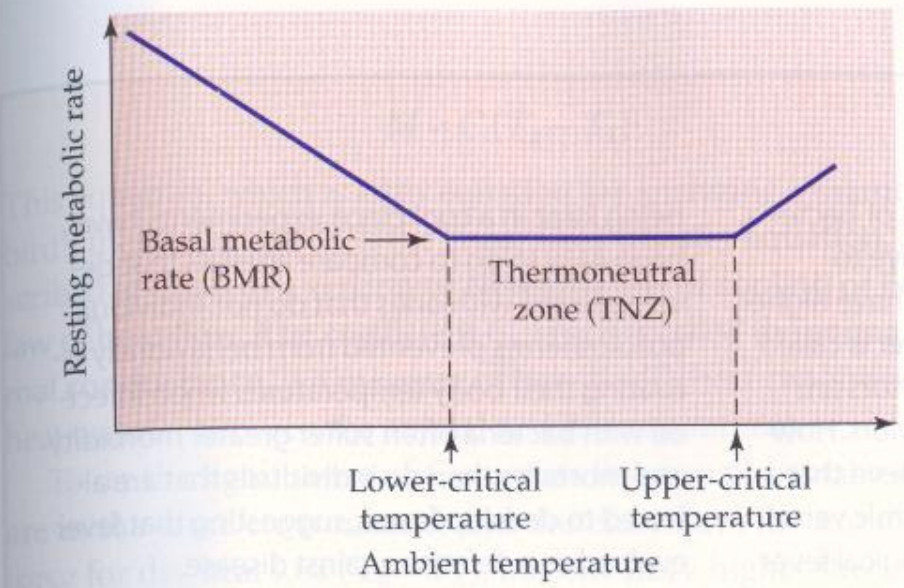
فاکتورهای موثر بر نرخ متابولیسم

TABLE 5.3 Some factors that affect the metabolic rates of individual animals

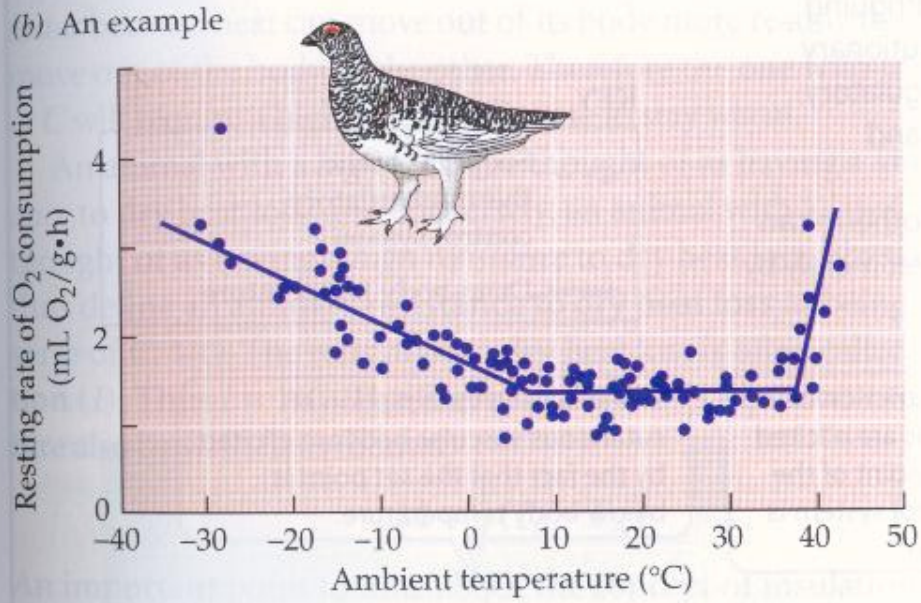
Factor	Response of metabolic rate	Chapter(s) where discussed in this book
Exerting largest effects		
Physical activity level (e.g., running speed)	↑ with rising activity level	6, 7
Environmental temperature	*Mammals and other homeotherms:*	8
	Lowest in thermoneutral zone	
	↑ below thermoneutral zone	
	↑ above thermoneutral zone	
	Fish and other poikilotherms:	
	↑ with increasing temperature	
	↓ with decreasing temperature	
Exerting smaller effects		
Ingestion of a meal (particularly protein-rich)	↑ for several to many hours following ingestion	5
Body size	Weight-specific rate ↑ as size ↓	5
Age	Variable; in humans, weight-specific rate ↑ to puberty, then ↓	
Gender	Variable; in humans, ↑ in male	
Environmental O_2 level	Often ↓ as O_2 ↓ below a threshold, not affected above threshold	6, 21
Hormonal status	Variable; example: ↑ by excessive thyroid secretions in mammals	14
Time of day	Variable; in humans, ↑ in daytime	10
Salinity of water (aquatic animals)	Variable; in osmoregulating marine crabs, ↑ in dilute water	26

Thermoneutral zone

(a) The general relation

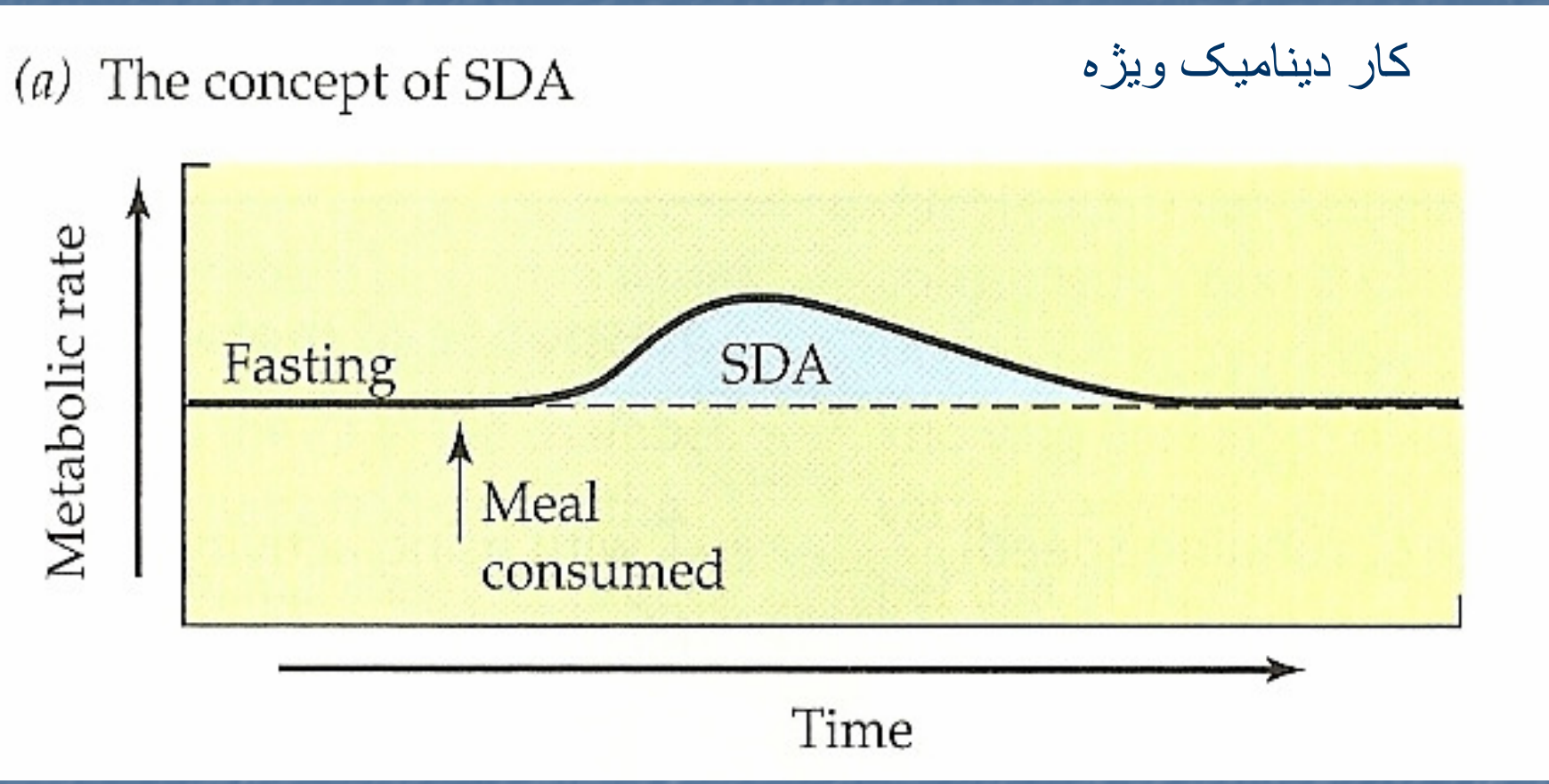


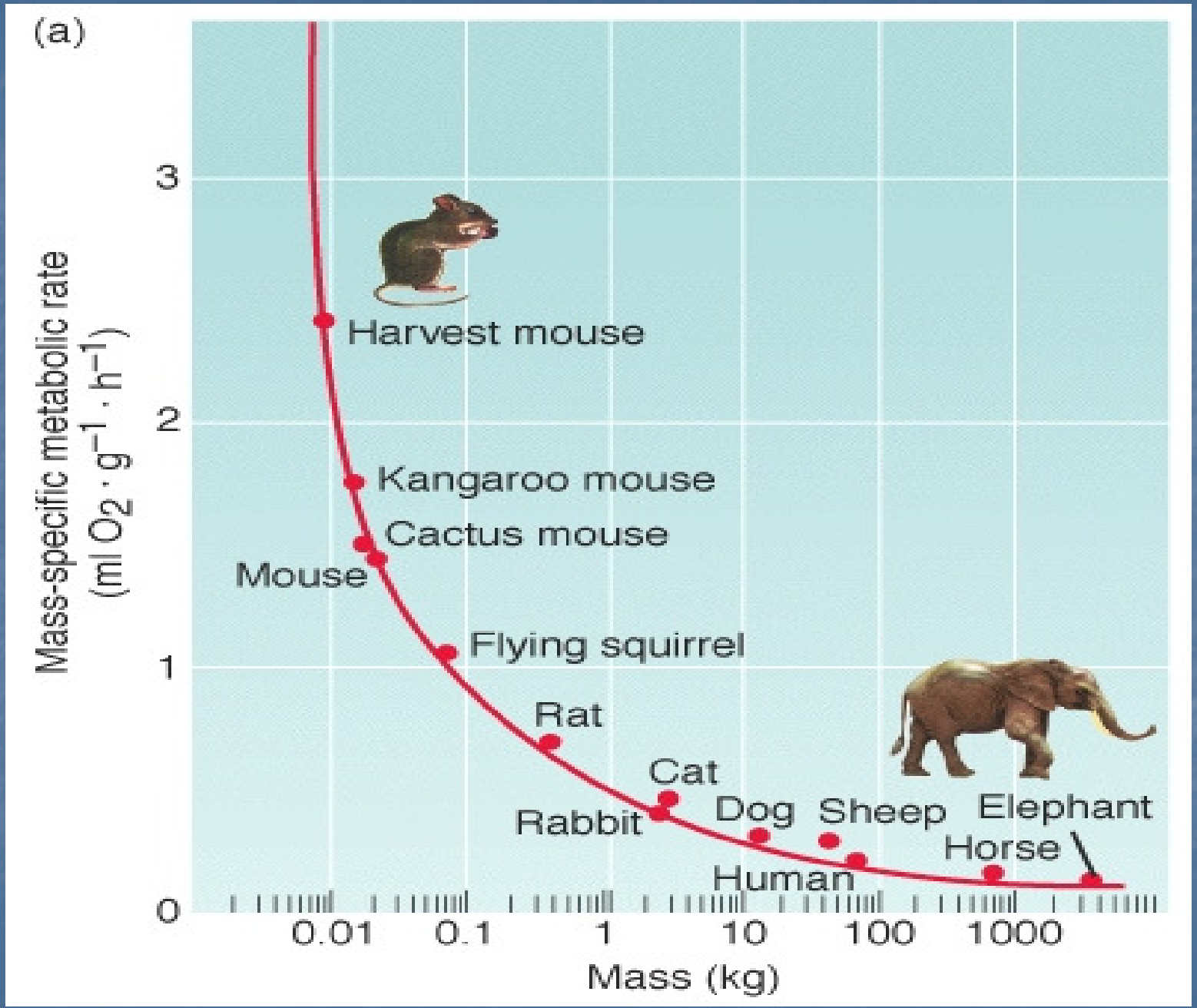
(b) An example



Slide 8

کار دینامیک ویژه




(a)
Mass-specific metabolic rate
(ml $O_2 \cdot g^{-1} \cdot h^{-1}$)
3
2
1
0
Harvest mouse
Kangaroo mouse
Cactus mouse
Mouse
Flying squirrel
Rat
Cat
Rabbit
Dog
Sheep
Elephant
Horse
Human
0.01
0.1
1
10
100
1000
Mass (kg)

نرخ متابولیسم پایه و نرخ متابولیسم استاندارد

- نرخ متابولیسم پایه Basal metabolic rate (BMR)
  - در مورد جانوران خونگرم
  - در دامنه حرارتی خنثی Thermoneutral zone
  - گرسنه Fasting
  - استراحت Resting
- نرخ متابولیسم استاندارد Standard metabolic rate (SMR)
  - در مورد جانوران خونسرد
  - گرسنه Fasting
  - استراحت Resting

رابطه بین نرخ متابولیسم و اندازه بدن

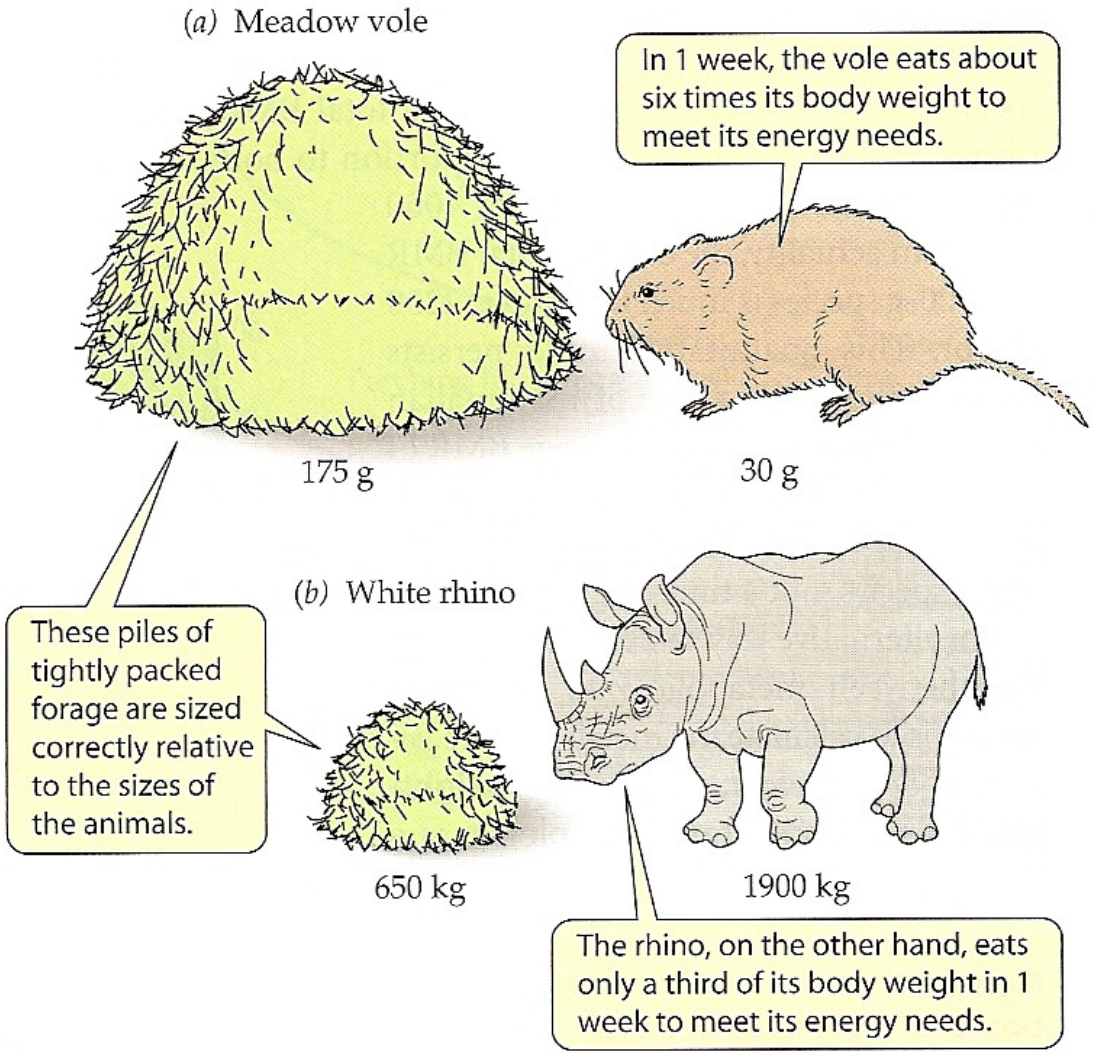


Figure 5.6 The effect of body size on weekly food requirements
Both species—*(a)* the 30-g meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*) and *(b)* the 1900-kg white rhino (*Ceratotherium simum*)—are grazers. (Calculated from Golley 1960 and Owen-Smith 1988, assuming 70% moisture content in the forage.)

Energetics of food and growth

$$\text{کارایی انرژی جذب شده} = \frac{\text{انرژی جذب شده}}{\text{انرژی هضم شده}}$$

$$\text{Gross growth Efficiency} = \frac{\text{انرژی ذخیره شده در بافت طی رشد}}{\text{انرژی هضم شده}}$$

$$\text{Net growth Efficiency} = \frac{\text{انرژی ذخیره شده در بافت طی رشد}}{\text{انرژی جذب شده}}$$

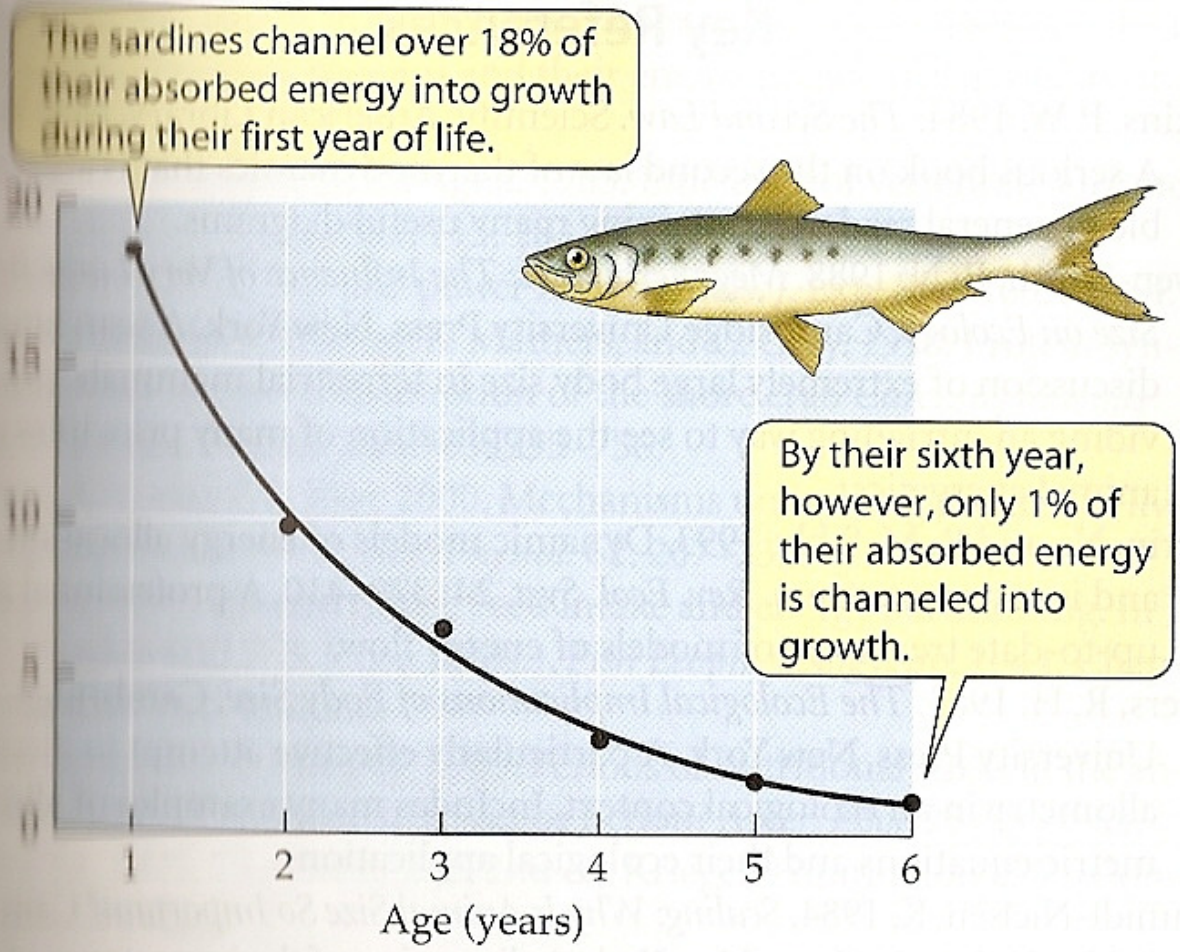


Figure 5.13 Net growth efficiency during each year of life in Pacific sardines (*Sardinops sagax*) When their populations are thriving, these fish are a major food source for seals, predatory fish, birds, and humans. (After Lasker 1970.)