



Ahl Al Bayt University

جامعة أهل البيت

College of Medical & Health Technologies  
Department Anesthesia Techniques and laser

كلية التقنيات الطبية والصحية  
قسم تقنيات التخدير والليزر

Medical Physics/ First Stage

الفيزياء الطبية / المرحلة الأولى

Third Lecture

المحاضرة الثالثة



What we study in this lec.:

الطاقة والعمل وقوة الجسم.

ما ندرسه في هذا المحاضر:

By Ass. Lec. Maher Hadi

مع المدرس المساعد ماهر هادي

- Energy Metabolism (BMR) Unit of energy

• استقلاب الطاقة (BMR) وحدة الطاقة

- Factors affecting basal metabolic rate

• العوامل المؤثرة على معدل الأيض الأساسي

- Energy Expenditure



# Energy: is defined as the ability to

الطاقة: تعرف بأنها القدرة على بذل شغل

• يستخدم الجسم الطاقة باستمرار لأداء مهام مثل

التنفس، وهضم الطعام، والحفاظ على ثبات الجسم

درجة حرارة.

• يتم الحصول على هذه الطاقة من الطعام الذي نستهلكه، وهو

تحويلها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية تسمى

الاستقلاب.

جميع الأنشطة في الجسم، بما في ذلك تغيرات الطاقة.

تحويل الطاقة إلى عمل، مثل رفع الأثقال أو ركوب الخيل

فالدراجة لا تمثل سوى جزء صغير من إجمالي طاقة الجسم

التحولات.

يستخدم الجسم الطاقة الغذائية من أجل:

The body uses the food energy to:



# Metabolism (BMR): is the set of biochemical reactions in the body to maintain life and sustain bodily functions.

الاستقلاب (BMR): هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تحدث في الجسم

الجسم للحفاظ على الحياة والحفاظ على وظائف الجسم.

Factors affecting basal metabolic rate:

العوامل المؤثرة على معدل الأيض الأساسي:

1. Basal metabolic rate depends on the function of the thyroid gland. A person with hyperthyroidism has a higher basal metabolic rate than a person with normal thyroid function.

1. يعتمد معدل الأيض الأساسي على وظيفة الغدة الدرقية. الشخص المصاب بفرط نشاط الغدة الدرقية لديه معدل أيض أساسي أعلى من الشخص الذي يتمتع بوظيفة الغدة الدرقية الطبيعية.

than a person with normal thyroid function.

2. Basal metabolic rate is related to the surface area or mass of the body. The energy used in basal metabolism is related to the surface area of the body that is dissipated from the skin.

2. يرتبط معدل الأيض الأساسي بمساحة سطح الجسم أو كتلته. يتم تحويل الطاقة المستخدمة في عملية التمثيل الغذائي الأساسي إلى حرارة التي يتبدد من الجلد.

that is dissipated from the skin.

3. Metabolic rate depends largely on body temperature.

الذي يتبدد من الجلد.

3. يعتمد معدل التمثيل الغذائي إلى حد كبير على درجة حرارة الجسم.

Any energy that is left over is stored as body fat.

يتم تخزين أي طاقة متبقية على شكل دهون في الجسم.

We can calculate BMR using different formulas, the

most common being the Mifflin-St Jeor Equation

# Mifflin-St Jeor Equation

This equation is used to estimate the Basal Metabolic Rate (BMR), which is the number of calories the body needs at rest to maintain basic physiological functions such as breathing and circulation.

## Formula:

### 1. For Men:

$$BMR=10\times \text{mass (kg)}+6.25\times \text{height (cm)}-5\times \text{age (years)}+5$$

### 2. For Women:

$$BMR=10\times \text{mass (kg)}+6.25\times \text{height (cm)}-5\times \text{age (years)}-161$$

## Mifflin-St Jeor Equation

This equation is used to estimate the Basal Metabolic Rate (BMR), which is the number of calories the body needs

يستخدم هذا المعادلة لتقدير معدل الأيض الأساسي (BMR)، وهو عدد السعرات الحرارية التي يحتاجها الجسم

This equation is used to estimate the Basal Metabolic Rate (BMR), which is the number of calories the body needs at rest to maintain basic physiological functions such as breathing and circulation.

Formula:

### 1. For Men:

$$BMR = 10 \times \text{mass (kg)} + 6.25 \times \text{height (cm)} - 5 \times \text{age (years)} + 5$$

### 2. For Women

$$BMR = 10 \times \text{mass (kg)} + 6.25 \times \text{height (cm)} - 5 \times \text{age (years)} - 161$$

**Example 1:** Calculate the basal metabolic rate (BMR) using the Mifflin-St. Jeor equation for a 30-year-old man, weighing 70 kg and standing 175 cm tall.

..... 175 .....

**Solution:**

Gender: Male // ((mass: 70 kg) //(Height: 175 cm) //(Age: 30 years))

$$BMR = 10 \times \text{mass (kg)} + 6.25 \times \text{height (cm)} - 5 \times \text{age (years)} + 5$$

$$BMR = (10 \times 70) + (6.25 \times 175) - (5 \times 30) + 5 \quad (700) + (1093.75) - (150 + 5)$$



BMR = 1649 calories/day (approximately) This is your basal metabolic rate (calories your body burns at

## Example 2:

مثال 2:

حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) باستخدام معادلة ميفلين-سانت جيور لامرأة تبلغ من العمر 30 عاماً،

وزنه 70 كجم وطوله 175 سم.

**Solution:** `Gender: female // ((mass: 70 kg) // (Height: 175 cm) // (Age: 30 years)) // (Height: 175 cm) // (Age: 30 years))`

الحل: الجنس: أنثى // ((الكتلة: 70 كجم) // (الارتفاع: 175 سم) // (العمر: 30 سنة))

### Equation for Women:

$$BMR = 10 \times \text{mass (kg)} + 6.25 \times \text{height (cm)} - 5 \times \text{age (years)} - 161$$

$$BMR = (10 \times 70) + (6.25 \times 175) - (5 \times 30) - 161$$

$$(700 + 1093.75) = 1793.75 \rightarrow 1793.75 - 150 = 1643.75 \rightarrow 1643.75 - 161$$

$$BMR \approx 1483 \text{ kcal/day}$$

This reflects the natural physiological differences in body composition, as men generally have a higher muscle mass and a higher basal metabolic rate compared to women of the same weight, height, and age.

# Unit of energy

- - <sup>وحدة الطاقة</sup> A convenient unit for expressing the rate of energy consumption defined as 50 kcal/m<sup>2</sup> of body surface area per hour.  
<sup>• - وحدة مناسبة للتعبير عن معدل استهلاك الجسم للطاقة هي الميت. التقى هو</sup>
- - <sup>يتم تعريفها على أنها 50 سرعة حرارية / م 2 من مساحة سطح الجسم في الساعة.</sup> The most widely accepted physics units for energy is Newton (J).
- - <sup>الوحدات الفيزيائية الأكثر قبولا للطاقة هي نيوتن متر أو الجول (J).</sup> summarized as follows:

• ملخصة على النحو التالي:

$$1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 10^7 \text{ ergs}$$

$$1 \text{ kcal/hr} = 1.162 \text{ W}$$

$$1 \text{ met} = 50 \text{ kcal/m}^2$$

....

$$\dots == 69.7 \text{ W}$$

مثال:1

تحويل 2 سعرة حرارية (كيلو كالوري) إلى جول (J).

حل:

نحن نعرف عامل التحويل:

مثال:2

Convert 5000 joules (J) to kilocalories (kcal).

تحويل 5000 جول (J) إلى سعرة حرارية (كيلو كالوري).

...: We know that: 1 kilocalorie (kcal) = 4184 joules (J).

To convert from joules to kilocalories, divide the number of joules by 4184.

للتحويل من الجول إلى كيلو سعر حراري، قم بقسمة عدد الجول على 4184.

$$4184 \frac{5000}{4184} \approx 1.195$$

kcal



يمكن كتابة القانون الأول الديناميكا الحرارية على النحو التالي:

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

Where,  $\Delta U$  Is the change in stored energy.

حيث  $\Delta Q$  هو التغير في الطاقة المخزنة.

$\Delta Q$  Is the heat lost or gained.

$\Delta W$  Is the work done by the body

Work of the body

من وصف الطاقة (القدرة على بذل شغل)، يمكننا أن نستنتج أن الطاقة هي

يوجد، هناك القدرة على القيام بالعمل. ولذلك، لأن خلايا الجسم تخزن الطاقة،

يمكنهم القيام بالعمل.

الطاقة الداخلية المخزنة ( $\Delta U$ ) أثناء تحليل الجزيء يمكنها بذل شغل ( $\Delta W$ )

وإطلاق الحرارة ( $\Delta Q$ ) التي يمكن الحصول عليها وفقا للقانون الأول للديناميكا الحرارية

على النحو التالي:

# change in stored energy in the body = heat lost or gained .

(i.e. food energy, body fat and body heat) of the body

(أي الطاقة الغذائية ودهون الجسم وحرارة الجسم) من الجسم

.....

## Energy in the Human Body

الطاقة في جسم الإنسان

### What is Energy Expenditure?

ما هو إنفاق الطاقة؟

The amount of energy used for vital functions & physical

كمية الطاقة المستخدمة للوظائف الحيوية والجسدية

activities (measured in kcal).

الأنشطة (تقاس بالسرعات الحرارية).

### Key Factors:

العوامل الرئيسية:

- Physical activity level

• مستوى النشاط البدني

- Body weight & composition

• وزن الجسم وتكوينه

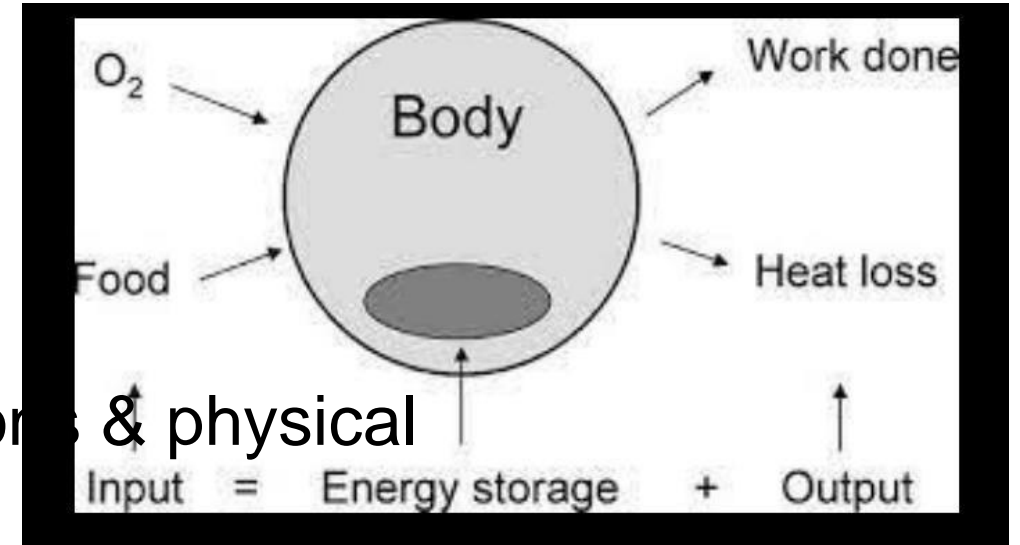
- Intensity & duration of activity

• كثافة ومدة النشاط

### Forms of Energy in the Body:

أشكال الطاقة في الجسم:

- Potential Energy (stored: chemical, gravitational)



# Components of Daily Energy Expenditure

مكونات نفقات الطاقة اليومية

## The Three Pillars of Energy Expenditure

### 1. Basal Metabolic Rate (BMR) / Resting Metabolic Rate (RMR)

60-70% of total daily energy expenditure

Energy used for essential life functions at complete rest:

- Maintaining body temperature
- Powering vital organs (heart, lungs, brain)
- Cell repair and regeneration
- Basic neurological functions

### 2. Thermic Effect of Food (TEF)

2. التأثير الحراري، للأغذية (TEF)

Approximately 10% of total daily energy expenditure

ما يقرب من 10٪ من إجمالي نفقات الطاقة اليومية

الطاقة اللازمة لهضم وامتصاص ومعالجة العناصر الغذائية:

• المضغ والبلع 2 • إنتاج الإنزيمات 3 • امتصاص العناصر الغذائية ونقلها 4 • تخزين الطاقة الزائدة

### 3. Energy Expenditure of Activity (EEA)

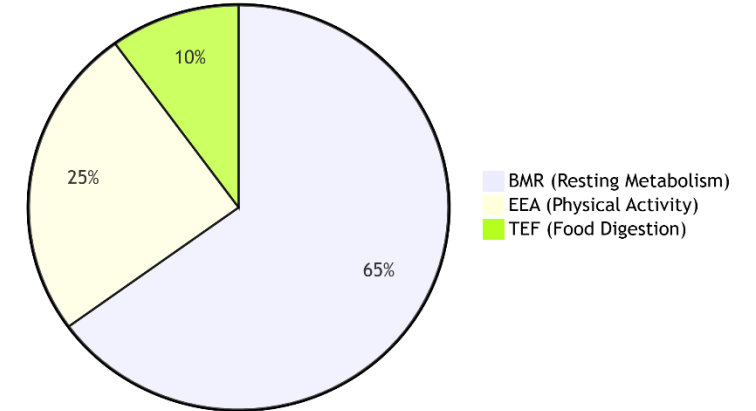
20-30% of total daily energy expenditure (most variable component)

The Complete Energy Equation

**Total Daily Energy Expenditure (TDEE) Formula:**

**$TDEE = BMR + TEF + EEA$**

Expenditure Distribution (Moderately Active Individual)



# • Energy expenditure rates in the body's organs at

معدلات صرف الطاقة في أعضاء الجسم عند

- Under resting conditions about 25% of the body's energy is being used by the skeletal muscles and the heart,

- 19% Is Being Used By The Brain,

- 10% Is Being Used By The Kidneys, And

- 27% Is Being Used By The Liver And The Spleen.

- A Small Percent Of About 5% Of Food Energy Being Excreted In Feces And Urine

- Heart rate monitors.
- Activity trackers (e.g., smartwatches).
- Respiratory Gas Analysis:
  - Measuring oxygen consumption to determine metabolic rate during activity.

H.W

H.W

الأب

**Question 1:** Calculating Basal Metabolic Rate (Mifflin-St Jeor Equation) Problem: Calculate the Basal Metabolic Rate (BMR) for each of the following two cases: Case A: A 35-year-old man, weighing 80 kg, and 180 cm tall Case B: A 28-year-old woman, weighing 65 kg, and 165 cm tall

الحال أ: حساب معدل الأيض الأساسي (معادلة ميفلين-ست جور) للذكور حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) لكل

من الحالتين التاليتين: الحالة أ: رجل يبلغ من العمر 35 عاما، وزنه 80 كجم، وطوله 180 سم. الحالة ب: امرأة تبلغ من العمر 28 عاما، ووزنها 65 كجم،

**Question2:**

السؤال الثاني: يشير ملصق مشروب الطاقة إلى أنه يوفر 85000 جول من الطاقة.

احسب كم عدد السعرات الحرارية (kcal) المكافئة باستخدام التحويل؟