



# *Energy, work and power of the body.*

What we study in this lec.:

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
- العوامل المؤثرة على معدل الأيض الأساسي
- إنفاق الطاقة Energy Expenditure
- مكونات الإنفاق اليومي من الطاقة
- تغيرات الطاقة في الجسم:

الطاقة والعمل وقوة الجسم.



# Energy: is defined as the ability to do work

الطاقة: تعرف بأنها القدرة على بذل شغل

- The body is constantly using energy to perform tasks such as breathing, d  
• يستخدم الجسم الطاقة باستمرار لأداء مهام مثل التنفس، وهضم الطعام، والحفاظ على ثبات الجسم temperature.  
• This energy is obtained from the food we consume, which is converted into heat. درجة حرارة.  
• يتم الحصول على هذه الطاقة من الطعام الذي نستهلكه، وهو تحويلها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية تسمى metabolism.  
الاستقلاب.

All activities in the body, including energy changes.

جميع الأنشطة في الجسم، بما في ذلك تغيرات الطاقة.  
Converting energy into work, such as lifting weights or riding a bicycle, represents the transformation of energy.  
تحويل الطاقة إلى عمل، مثل رفع الأثقال أو ركوب الخيل فالدراجة لا تمثل سوى جزء صغير من إجمالي طاقة الجسم التحويلات.

The body uses the food energy to:

يستخدم الجسم الطاقة الغذائية من أجل:

1-Operate its different organs.

1- تشغيل أعضائه المختلفة.

2-Keep a constant body temperature.

2-المحافظة على درجة حرارة ثابتة للجسم.

3-Do external work.

3-القيام بأعمال خارجية.



**Metabolism (BMR):** is the set of biochemical reactions that occur 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:

**f the thyroid gland.** A person with hyperthyroidism has a higher basal metabolic rate

1. يعتمد معدل الأيض الأساسي على وظيفة الغدة الدرقية. الشخص المصاب بفرط نشاط الغدة الدرقية لديه معدل أيض أساسي أعلى

than a person with normal thyroid function.

من الشخص الذي يتمتع بوظيفة الغدة الدرقية الطبيعية.

2. **Basal metabolic rate is related to the surface area or mass of the body.** The energy used in basal metabolism is converted into heat

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

3. **Metabolic rate depends largely on body temperature.**

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

يمكننا حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) باستخدام صيغ مختلفة، وهي  
most common being the Mifflin-St Jeor Equation

الأكثر شيوعاً هي معادلة ميفلين-سانت جيور

# Mifflin-St Jeor Equation

معادلة ميفلين-سانت جيور

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. تستخدم هذه المعادلة لتقدير معدل الأيض الأساسي (BMR)، وهو عدد السعرات الحرارية التي يحتاجها الجسم أثناء الراحة للحفاظ على الوظائف الفسيولوجية الأساسية مثل التنفس والدورة الدموية.

## Formula:

صيغة:

### 1. For Men:

BMR: 1. للرجال:  $BMR = 10 \times \text{weight (kg)} + 6.25 \times \text{height (cm)} - 5 \times \text{age (years)} + 5$

### 2. For Women:

2. للنساء:

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

# Mifflin-St Jeor Equation

معادلة ميفلين-سانت جيور

This equation is used to estimate the Basal Metabolic Rate (BMR), which is the number of calories the body needs at rest to maintain **تستخدم هذه المعادلة لتقدير معدل الأيض الأساسي (BMR)، وهو عدد السعرات الحرارية التي يحتاجها الجسم في حالة الراحة للحفاظ على الوظائف الفسيولوجية الأساسية مثل التنفس والدورة الدموية.**

Formula:

صيغة:

## 1. For Men:

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

## 2. For Women

2. للنساء:

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

**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.

مثال 1: حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) باستخدام Mifflin-St. Jeor معادلة جور لرجل عمره 30 سنة ووزنه 70 كيلو و

**Solution:**

يقف 175 سم.

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

BMR **الجنس: ذكر // ((الكتلة: 70 كجم) // (الارتفاع: 175 سم) // (العمر: 30 سنة))**

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

**BMR ≈ 1649 calories/day** (approximately) This is your basal metabolic rate (calories your body burns at rest).

## Example2:

Calculate the Basal Metabolic Rate (BMR) using the Mifflin-St Jeor equation for a 30-year-old woman, weighing 70 kg and standing 175 cm tall.

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

**Solution:** وزنه 70 كجم وطوله 175 سم.  
Gender: feMale // ((mass: 70 kg) //(Height: 175 cm) //(Age: 30 years))

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

**Equation for Women:**

المعادلة للنساء:

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

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

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

**BMR ≈ 1483 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.

وهذا يعكس الاختلافات الفسيولوجية الطبيعية في تكوين الجسم، حيث أن الرجال عموماً لديهم كتلة عضلية أعلى وقاعدة أعلى معدل الأيض مقارنة بالنساء من نفس الوزن والطول والعمر.

# Unit of energy

وحدة الطاقة

- - A convenient unit for expressing the rate of energy consumption of the body is the met. The met is

• - وحدة مناسبة للتعبير عن معدل استهلاك الجسم للطاقة هي، المت. التقى، هو يتم تعريفها على أنها 50 سرعة حرارية / م 2 من مساحة سطح الجسم في الساعة.

- - The most widely accepted physics units for energy is Newton-meter or joule (J).

• - الوحدات الفيزيائية الأكثر قبولا للطاقة هي نيوتن متر أو الجول (J).

- **summarized as follows:**

• ملخصة على النحو التالي:

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

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

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

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

$$1 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} = 69.7 \text{ W}$$

## Example:1

Convert 2 kilocalories (kcal) to joules (J).  
مثال:1

**Solution:**

We know the conversion factor:

$2\text{kcal} = 2 \times 4184 = 8368\text{J}.$   
نحن نعرف عامل التحويل:

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

## Example:2

Convert 5000 joules (J) to kilocalories (kcal).  
مثال:2

**Sol:** We know that: 1 kilocalorie (kcal) = 4184 joules (J).  
تحويل 5000 جول (J) إلى سعرة حرارية (كيلو كالوري).

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.

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

سعر حراري



# The first law of thermodynamics can be written as

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

يمكن كتابة القانون الأول للديناميكا الحرارية على النحو التالي:

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

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

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

هل الحرارة المفقودة أم المكتسبة؟  $\Delta Q$

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

هو الشغل الذي يبذله الجسم  $\Delta W$

Work of the body

عمل الجسم

From the description of energy (ability to do work), we can conclude that where energy resides, there is an ability to do work. Therefore, because cells of the body store energy, they can do work.

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.

The internal energy stored ( $\Delta U$ ) during break down of a molecule can do work ( $\Delta W$ )

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

and release heat ( $\Delta Q$ ) which can be given according to the first law of thermodynamics as follows:

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 – work done by

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

(أي الطاقة الغذائية ودهون الجسم وحرارة الجسم) من الجسم  
الطاقة واستهلاكها في الجسم

Energy in the Human Body

What is Energy Expenditure?

The amount of energy used for vital functions & physical activities (measured in kcal).

Key Factors:

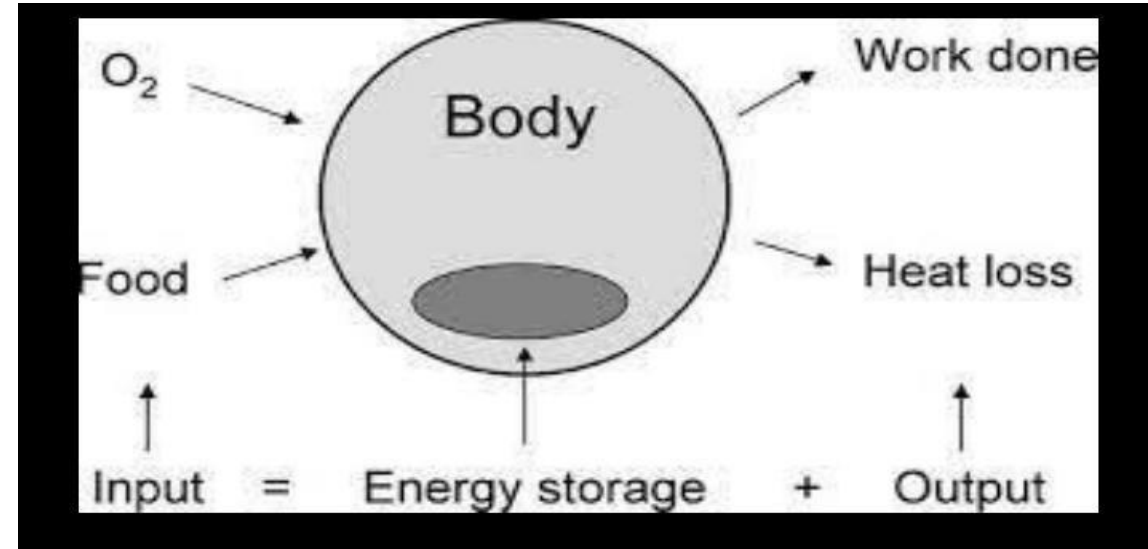
- Physical activity level
- Body weight & composition
- Intensity & duration of activity

Forms of Energy in the Body:

- Potential Energy (stored chemical, gravitational)

• الطاقة الكامنة (المخزنة: الكيميائية، الجاذبية)

• الطاقة الحركية (الحركة: عمل العضلات، الدورة الدموية)



# Components of Daily Energy Expenditure

مكونات نفقات الطاقة اليومية

## The Three Pillars of Energy Expenditure

الركائز الثلاث لإنفاق الطاقة

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

60-70% of total daily energy expenditure (1. معدل الأيض الأساسي (BMR) / معدل الأيض أثناء الراحة (RMR))

Energy used for essential life functions at complete rest. 60-70% من إجمالي إنفاق الطاقة اليومي

- Maintaining body temperature: الطاقة المستخدمة للقيام بوظائف الحياة الأساسية في حالة الراحة الكاملة:
- Powering vital organs (heart, lungs, brain): الحفاظ على درجة حرارة الجسم
- Cell repair and regeneration: تزويد الأعضاء الحيوية بالطاقة (القلب، الرئتين، الدماغ)
- Basic neurological functions: إصلاح الخلايا وتجديدها

### 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

Energy required to digest, absorb, and process nutrients:

الطاقة اللازمة لهضم وامتصاص ومعالجة العناصر الغذائية:

- Chewing and swallowing 2• Enzyme production 3• Nutrient absorption & transport 4• Storing excess energy

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

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

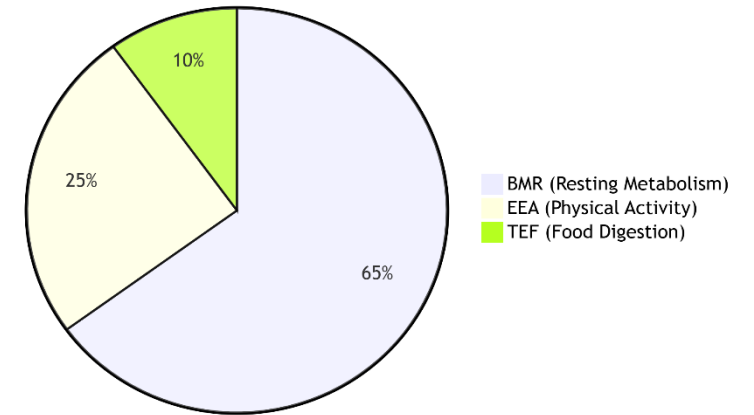
20-30% of total daily energy expenditure (most variable component) (3. نفقات الطاقة للنشاط (EEA))

The Coefficient of Activity (CoA) (العنصر الأكثر تغيراً) 20-30% من إجمالي إنفاق الطاقة اليومي

Total Daily Energy Expenditure (TDEE) Formula: معادلة الطاقة الكاملة

TDEE=BMR+TEF+EEA (صيغة إجمالي إنفاق الطاقة اليومي (TDEE))

Expenditure Distribution (Moderately Active Individual)



# ➤ Energy expenditure rates in the body's organs at rest

معدلات صرف الطاقة في أعضاء الجسم عند

- استراحة resting conditions about 25% of the body's energy is being used by

• في ظروف الراحة يتم استخدام حوالي 25% من طاقة الجسم

the skeletal muscles and the heart,

العضلات الهيكلية والقلب،

- 19% Is Being Used By The Brain,

19% يستخدمها الدماغ،

- 10% Is Being Used By The Kidneys, And

10% يستخدم عن طريق الكلى، و

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

27% يستخدم من قبل الكبد والطحال.

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

يتم إخراج نسبة صغيرة من حوالي 5% من الطاقة الغذائية في البراز والبول

## Methods of Measuring Energy Expenditure

طرق قياس إنفاق الطاقة

- Heart rate monitors.

أجهزة مراقبة معدل ضربات القلب.

- Activity trackers (e.g., smartwatches).

أجهزة تتبع النشاط (مثل الساعات الذكية).

- Respiratory Gas Analysis:

تحليل الغازات التنفسية:

- Measuring oxygen consumption to determine metabolic rate during activity.

قياس استهلاك الأوكسجين لتحديد معدل الأيض

# H.W

**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 165 cm tall. <sup>الأب</sup> <sup>السؤال 1: حساب معدل الأيض الأساسي (معادلة ميفلين-سانت جيور) المشكلة: حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) لكل</sup> <sup>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،</sup>

وطوله 165 سم

**Question2:** An energy drink label states that it provides 85,000 Joules of energy. Calculate how many kilocalories <sup>السؤال الثاني: يشير ملصق مشروب الطاقة إلى أنه يوفر 85000 جول من الطاقة.</sup>

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