



Ahl Al Bayt University

جامعة أهل البيت

College of Medical & Health Technologies

كلية التقنيات الطبية والصحية

Department Anesthesia Techniques and laser

قسم تقنيات التخدير والليزر

Medical Physics/ First Stage

الفيزياء الطبية / المرحلة الأولى



## Third Lecture

المحاضرة الثالثة

# Energy, work and power of the body.

الطاقة و العمل و قوة الجسم.

What we study in this lec.:

ما ندرس 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

-The body is constantly using energy to perform tasks such as

• يستخدم الجسم الطاقة باستمرار لأداء مهام مثل

breathing, digesting food, and maintaining a constant body

التنفس، وهضم الطعام، والحفاظ على ثبات الجسم

temperature.

درجة حرارة.

-This energy is obtained from the food we consume, which is

يتم الحصول على هذه الطاقة من الطعام الذي نستهلكه، وهو

converted into chemical energy through a process called

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

تحويل الطاقة إلى عمل، مثل رفع الأثقال أو ركوب التحيل

bicycle, represents only a small part of the body's total energy

فالدراجة لا تمثل سوى جزء صغير من إجمالي طاقة الجسم

transformations.

التحولات.

The body uses the food energy to:

يستخدم الجسم الطاقة الغذائية من أجل:



# Metabolism (BMR): is the set of biochemical re

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

## body to maintain life and sustain bodily functions.

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 hyper

1. يعتمد معدل الأيض الأساسي على وظيفة الغدة الدرقية. الشخص المصابة بفرط نشاط الغدة الدرقية لديه معدل أرض 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 m

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

that is dissipated from the skin.

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 متبعة على شكل دهون في الجسم.

We can calculate BMR using different formulas, the

يمكنا حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) باستخدام صيغ مختلفة، وهي

# Mifflin-St Jeor Equation

معادلة ميفلين-سانت جور

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 لحفظ على الوظائف الفسيولوجية الأساسية مثل التنفس والدورة الدموية.

Formula:

صيغة:

1. For Men:

1. للرجال:

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

BMR = 10 × الكتلة (كجم) + 6.25 × الارتفاع (سم) - 5 × العمر (بالسنوات)

2. For Women:

2. للنساء:

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

معدل الأيض الأساسي = 10 × الكتلة (كجم) + 6.25 × الارتفاع (سم) - 5 × العمر (بالسنوات) - 161

# Mifflin-St Jeor Equation

معادلة ميفلين-سانت جير

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

Formula:

صيغة:

## 1. For Men:

1. للرجال:

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

معدل الأيض الأساسي =  $10 \times \text{الكتلة (كجم)} + 6.25 \times \text{الارتفاع (سم)} - 5 \times \text{العمر (بالسنوات)} + 5$

## 2. For Women:

2. للنساء:

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

معدل الأيض الأساسي =  $10 \times \text{الكتلة (كجم)} + 6.25 \times \text{الارتفاع (سم)} - 5 \times \text{العمر (بالسنوات)} - 161$

Example1: Calculate the basal metabolic rate (BMR) using the Mifflin-St. Jour equation for a 30-year-old

مثال 1: حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) باستخدام ميبلين-ست جور لرجل عمره 30 سنة وزنه 70 كيلو و

standing 175 cm tall.

يقف 175 سم.

Solution:

حل:

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

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

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

معدل الأيض الأساسي =  $10 \times \text{الكتلة (كجم)} + 6.25 \times \text{الارتفاع (سم)} - 5 \times \text{العمر (بالسنوات)} + 5$

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

$$(700) + (1093.75) - (150) + 5$$

## Example2:

مثال 2

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.

وزنه 70 كجم و طوله 175 سم.

Solution: Gender: feMale

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

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

Equation for Women:

المعادلة للنساء:

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

معدل الأيض الأساسي =  $10 \times \text{الكتلة (كجم)} + 6.25 \times \text{الارتفاع (سم)} - 5 \times \text{العمر (بالسنوات)}$

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

معدل الأيض الأساسي =  $161 - (30 \times 5) - (175 \times 6.25) + (70 \times 10)$

$$700 + 1093.75 = 1793.75$$

$$1793.75 - 150 = 1643.75$$

$$1643.75 + 161 =$$

$$700 + 1093.75 = 1793.75 \\ 1793.75 - 150 = 1643.75 \\ 1643.75 + 161 =$$

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

معدل الأيض الأساسي = 1483 سعرة حرارية/يوم

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.

معدل الأيض مقارنة بالنساء من نفس الوزن والطول والอายุ.

# Unit of energy

وحدة الطاقة

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

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

1 كيلو كالوري = 4184 ج

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

1 ج = 10<sup>7</sup> إرج

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

1 سعرة حرارية/ساعة = 1.162 واط

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

1 ميت = 50 سعرة حرارية/م<sup>2</sup>

# Example:1

مثال: 1

Convert 2 kilocalories (kcal) to joules (J).

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

Solution:

حل:

We know the conversion factor:

نحن نعرف عامل التحويل:

$$2\text{kcal} = 2 \times 4184 = 8368\text{J.}$$

$2\text{kcal} = 2 \times 4184 = 8368\text{J.}$

# Example:2

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).

نعلم أن: 1 كيلو سعر حراري = 4184 جول (J).

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

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

# The first law of thermodynamics can be written as

يمكن كتابة القانون الأول للديناميكا الحرارية على النحو التالي:

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

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

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؟

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

هو الشغل الذي يبذله الجسم

## 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.

## they can do work.

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 تحلل الجزيء يمكنها بذل شغل ( $\Delta W$ )

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

التغير في الطاقة المخزنة في الجسم = الحرارة المفقودة أو المكتسبة - الشغل المبذول

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

(أي الطاقة الغذائية ودهون الجسم وحرارة الجسم) من الجسم

.....  
الطاقة واس هتكلها يف اجسم

## 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

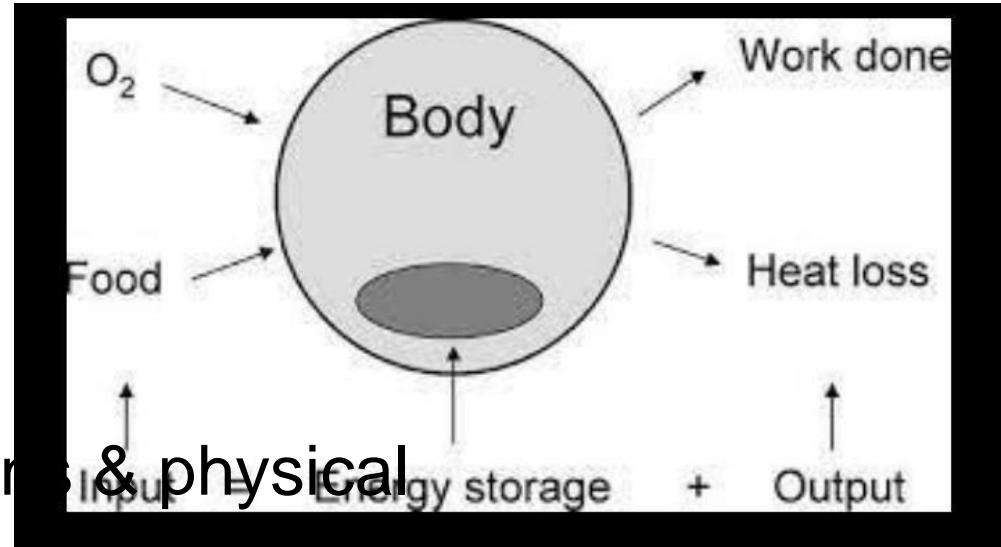
activities (measured in kcal).

الأنشطة (تقاس بالسعرات الحرارية)،

### Key Factors:

العوامل الرئيسية:

- Physical activity level  
• مستوى النشاط البدني
- Body weight & composition  
• وزن الجسم وتكونه
- Intensity & duration of activity  
• كثافة ومدة النشاط



## Forms of Energy in the Body:

# 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)

1. معدل الأيض الأساسي (BMR) / معدل الأيض أثناء الراحة (RMR)

60-70% of total daily energy expenditure

60-70% من إجمالي إنفاق الطاقة اليومي

Energy used for essential life functions at complete rest:

الطاقة المستخدمة للقيام بوظائف الحياة الأساسية في حالة الراحة الكاملة:

- Maintaining body temperature
  - الحفاظ على درجة حرارة الجسم
- Powering vital organs (heart, lungs, brain)
  - تزويد الأعضاء الحيوية بالطاقة (القلب، الرئتين، الدماغ)
- Cell repair and regeneration
  - إصلاح الخلايا وتجديدها
- Basic neurological functions
  - الوظائف العصبية الأساسية

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

2. التأثير الحراري للأغذية (TEF)

Approximately 10% of total daily energy expenditure

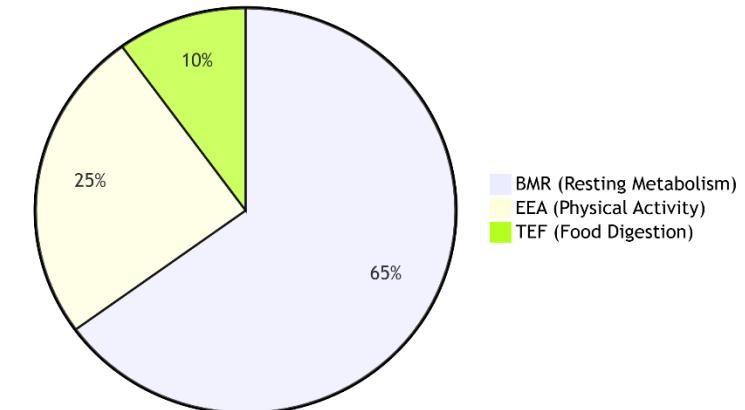
ما يقرب من 10% من إجمالي نفقات الطاقة اليومية

Energy required to digest, absorb, and process nutrients:

الطاقة الالزامية لهضم وامتصاص ومعالجة العناصر الغذائية:

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

Expenditure Distribution (Moderately Active Individual)



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

استراحة

- Under resting conditions about 25% of the body's energy is being used by the skeletal muscles and the heart,  
العضلات الهيكلية والقلب،  
• في ظروف الراحة يتم استخدام حوالي 25% من طاقة الجسم
- 19% Is Being Used By The Brain,  
19% يستخدمها الدماغ،
- 10% Is Being Used By The Kidneys, And  
10% يستخدم عن طريق الكلي، 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)

# 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 from 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  
السؤال 1: حساب معدل الأيض الأساسي (معادلة ميفلين-سانت جيور) المشكلة: حساب معدل الأيض الأساسي (BMR) لكل من الحالتين التاليتين: الحالة أ: رجل يبلغ من العمر 35 عاماً، وزنه 80 كجم، وطوله 180 سم، الحالة ب: امرأة تبلغ من العمر 28 عاماً، وزنها 65 كجم، وطولها 165 سم

Question2: An energy drink label states that it provides 85,000 Joules of energy.

السؤال الثاني: يشير الملصق المشروب الطاقة إلى أنه يوفر 85000 جول من الطاقة.

Calculate how many kilocalories (kcal) this is equivalent to, using the conversion?

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