



Ahl Al Bayt University

جامعة أهل البيت
College of Medical & Health Technologies

كلية التقنيات الطبية والصحية
Department Anesthesia دارسة الأنفاس دارسة الـ laser

قسم تقنيات التخدير واللaser
Medical Physics/ First Stage

الفيزياء الطبية / المرحلة الأولى
Third Lecture

المحاضرة الثالثة

Energy, work and power of the body.

What we study in this lec.:

الطاقة والعمل وقوه الجسم.

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
- العوامل المؤثرة على معدل الأيض الأساسي
- إنفاق الطاقة Energy Expenditure
- مكونات الإنفاق اليومى من الطاقة E
- تغيرات الطاقة في 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 التنس، وهضم الطعام، والحفاظ على ثبات الجسم temperature.
- This obtained from the food we consume, which is يتم الحصول على هذه الطاقة من الطعام الذي نستهلكه، وهو metabolism. تحولها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية تسمى 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 a transformation فالدراجة لا تمثل سوى جزء صغير من إجمالي طاقة الجسم التحولات.

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

➤ Factors affecting basal metabolic rate:

العوامل المؤثرة على معدل الأيض الأساسي:

than a person with normal thyroid function.

من الشخص الذي يتمتع بوظيفة الغدة الدرقية الطبيعية.

1. يعتمد معدل الأيض الأساسي على وظيفة الغدة الدرقية. الشخص المصابة بفرط نشاط الغدة الدرقية لديه معدل أرضي أساسي أعلى **f the thyroid gland.** A person with hyperthyroidism has a higher basal metabolic rate
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

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

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

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 متباعدة على شكل دهون في الجسم.

We can calculate BMR using different formulas, the

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

most common being the Mifflin-St Jeor Equation

الأكثر شيوعا هي معادلة ميفلين-سانست جيور

Mifflin-St Jeor Equation

معادلة ميفلين-ست 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:

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

2. For Women:

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-سانست 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 تستخدم هذه المعادلة لتقدير معدل الأيض الأساسي (BMR)، وهو عدد السعرات الحرارية التي يحتاجها الجسم في حالة الراحة لاحفاظ 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:

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

Example1: Calculate the basal metabolic rate (BMR) using the Mifflin-St. Jour equation for a 30-year-old man, weighing 70 kg and standing 175 cm tall.

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

يقف 175 سم.

Solution:

Gender: male // ((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:

مثال ٢: 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 جاور لامرأة تبلغ من العمر 30 عاماً،

وزنه 70 كجم وطوله 175 سم.
Solution: 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:

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

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

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

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 سعرة حرارية / م² من مساحة سطح الجسم في الساعة.
- - The most widely accepted physics units for energy is Newton-meter or joule (J).
 - الوحدات الفيزيائية الأكثر قبولاً للطاقة هي نيوتن متر أو الجول (J).
- summarized as follows:

• ملخصة على النحو التالي:
 $1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$

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

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

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

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

Example:1

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

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

Solution:

We kn: **حل** the conversion factor:

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

Example:2

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

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

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

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

للحويل من الجول إلى كيلو سعر حراري، قم بقسمة عدد الجول على 4184.
$$\frac{4184}{4184} \approx 1.195 \text{ kcal}$$

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, ΔU Is the change in stored energy.

حيث ΔU هو التغير في الطاقة المخزنة.

ΔQ Is the heat lost or gained.

هل الحرارة المفقودة أم المكتسبة؟ ΔQ

ΔW Is the work done by the body

هو الشغل الذي يبذله الجسم ΔW

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،

يمكّهم القيام بالعمل.

The internal energy stored (ΔU) during break down of a molecule can do work (ΔW)

الطاقة الداخلية المخزنة (ΔU) أثناء تحلل الجزيء يمكنها بذل شغل (ΔW)

and release heat (ΔQ) which can be given according to the first law of thermodynamics as follows:

إطلاق الحرارة (ΔQ) التي يمكن الحصول عليها وفقاً 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

طاقه واس هاتلها يف جلس
Energy in the Human Body

الطاقة في جسم الإنسان
What is Energy Expenditure?

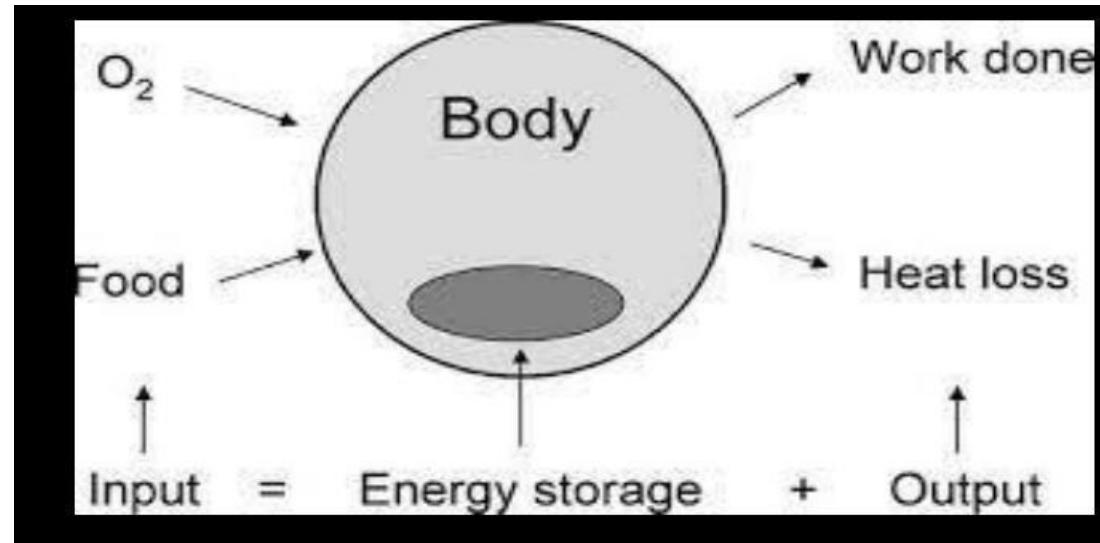
ما هو إنفاق الطاقة؟
The amount of energy used for vital functions & physical
activities (measured in kcal).
كمية الطاقة المستخدمة للوظائف الحيوية والجسدية

الأنشطة (تقاس بالسعرات الحرارية).
Key Factors:

- العوامل الرئيسية: Physical activity level
- مستوى النشاط البدني: Body position
- وزن الجسم وتكوينه: Body composition
- كثافة ومدة النشاط: Intensity & duration

Forms of Energy in the Body:

- Potential Energy (stored, 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)

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

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

- 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

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 ل搣ض وامتصاص ومعالجة العناصر الغذائية:

- Chewing and swallowing
 - Enzyme production
 - Nutrient absorption & transport
 - Storing excess energy
- المضغ والبلع 2 • إنتاج الإنزيمات 3 • امتصاص العناصر الغذائية ونقلها 4 • تخزين الطاقة الزائدة

3. Energy Expenditure of Activity (EEA)

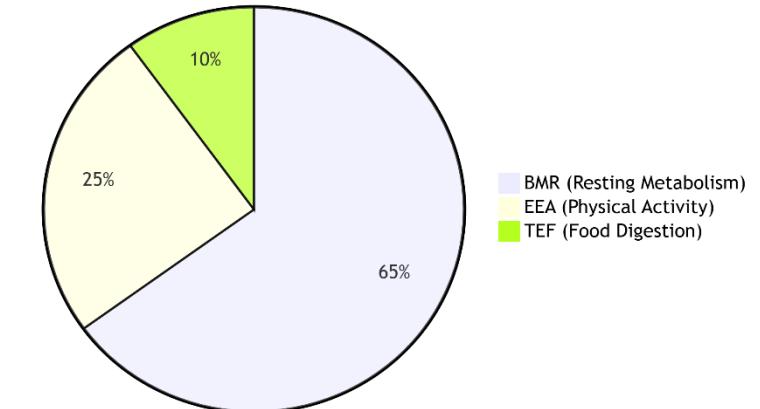
3. نفقات الطاقة للنشاط (EEA)
20-30% of total daily energy expenditure (most variable component)

20-30% من إجمالي إنفاق الطاقة اليومي (العنصر الأكثر تغيراً)

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

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

Expenditure Distribution (Moderately Active Individual)



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

■ معدلات صرف الطاقة في أعضاء الجسم عند

- استراحة ting 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 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

- Heart rate monitors. طرق قياس إنفاق الطاقة
- Activity trackers (e.g., smartwatches). أجهزة مراقبة معدل ضربات القلب.
- Respiratory Gas Analysis: أجهزة تتبع النشاط (مثل الساعات الذكية).
- Measuring oxygen consumption to determine metabolic rate during activity. تحليل الغازات التنفسية: قياس استهلاك الأوكسجين لتحديد معدل الأيض



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
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 165 سم. الحالة ب: امرأة تبلغ من العمر 28 عاماً، وزنها 65 كجم،

و طوله 165 سم

Question 2: An energy drink label states that it provides 85,000 Joules of energy.

السؤال الثاني: يشير ملصق مشروب الطاقة إلى أنه يوفر 85000 جول من الطاقة. **Calculate how many kilocalories** ?

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