

Tema 2:

Nivells d'organització del cos humà:

1. Nivells d'organització de la matèria:

La matèria s'organitza en dos nivells principalment, que són aquestos:

- a) Nivell abiòtic: format pels següents nivells:
 - Nivell subatòmic: protons, neutrons i electrons.
 - Nivell atòmic: format pels elements químics.
 - Nivell molecular: diferents elements químics s'uneixen per a formar molècules.
- b) Nivell cel·lular: format per cèl·lules, recordem que hi ha dos tipus de cèl·lules: eucariotes i procariotes. Si s'ajunten dos o més cèl·lules passem al *nivell pluricel·lular*, en el que trobem les següents estructures:
 - Tal·lus: unió pluricel·lular en la que totes les cèl·lules són iguals entre sí, és a dir, tenen la mateixes funcions, són equipotents. Es dona en algues i fongs.
 - Teixits: unió pluricel·lular de cèl·lules molt semblants i especialitzades per a fer la mateixa activitat, per exemple: teixit muscular.
 - Òrgans: són unitats funcionals i estructurals formades per diversos teixits, per exemple al cor trobem teixit muscular i teixit nerviós.
 - Sistemes: és un conjunt d'òrgans semblants, però que fan funcions independents. Per exemple: al sistema urinari intervenen diferents òrgans, però cadascú té una funció diferent.
 - Aparells: són conjunts d'òrgans que poden ser molt diferents, però que estan coordinats per a realitzar una funció. Per exemple: l'aparell digestiu està format per dents, llengua, estómac, pàncrees, etc... i tots coordinats fan la digestió.
- c) Nivell de població: una població és un conjunt d'individus de la mateixa espècie que viuen en una mateixa zona i en un mateix temps.
- d) Nivell d'ecosistema: un ecosistema és un conjunt de poblacions diferents que viuen interrelacionades.

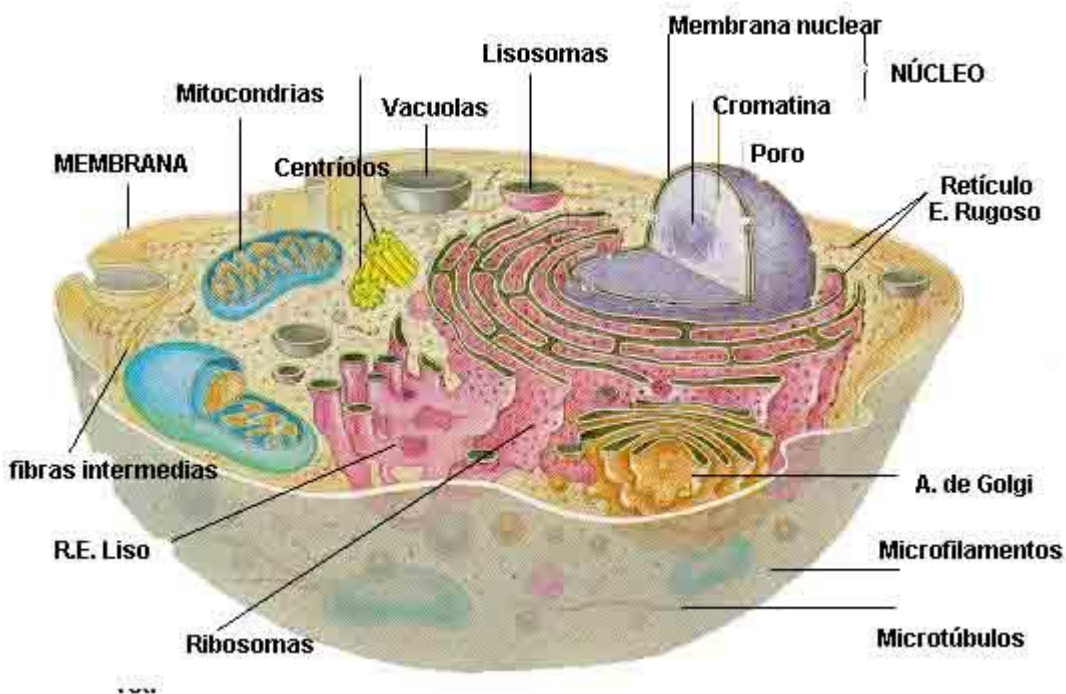
2. Principals tipus de teixits al cos humà:

- a) **Teixits epitelials:** constituït per cèl·lules disposades en capes protectores o secretores. La seva funció és la de protecció i secreció de substàncies.
- b) **D'unió i sosteniment:** formats per cèl·lules separades per una matriu extracel·lular, rica en fibres de proteïna. La seva funció es d'unir i sostenir els òrgans. Es distingeixen els següents tipus:
 - Conjuntiu: format per fibròcits i una matriu elàstica en fibres. Té la funció de unir els ossos i els músculs i de sostenir els òrgans interns. Té la funció de reserva energètica i de protecció.
 - Adipós: format per adipòcits que emmagatzemen greix i una matriu escassa. Té la funció de suport i de protecció.
 - Cartilaginós: compost per osteòcits i una matriu elàstica i dura. té la funció de sustentar la resta de les parts del cos (funció esquelètica).
 - Ossi: compost per osteòcits i una matriu molt dura rica en sals minerals. Té la funció de transportar substàncies per tot el cos.
 - Sang: formada per eritròcits, leucòcits i plaquetes en una matriu líquida.

- c) **Teixit muscular:** està format per fibres musculars, cèl·lules allargades que es poden contreure. Té la funció de produir moviment. Se'n distingeixen tres tipus:
- **Teixit muscular estriat:** músculs que s'insereixen en els ossos. Té la funció de produir moviments voluntaris.
 - **Teixit muscular llis:** a les vísceres, com l'estómac i l'intestí. Té la funció de produir moviments lents i involuntaris.
 - **Teixit muscular cardíac:** constitueix la part muscular del cor. La seva funció és mantenir el moviment del cor.
- d) **Teixit nerviós:** constituït per *neurones* (cèl·lules que transmeten impulsos nerviosos), *neuròglia* (protegeixen i nodreixen les neurones) i *micròglia* (funció fagocítica i defensiva).

3. La cèl·lula eucariota:

Hi dos tipus de cèl·lules: procariotes i eucariotes. La principal diferència entre elles és que les eucariotes tenen un nucli diferenciat i les procariotes no. Per exemple tots els bacteris són procariotes i els llevats i les cèl·lules que conformen el nostre cos són eucariotes. Anem a estudiar l'anatomia d'una cèl·lula eucariota animal, que és la que ens interessa:



Com podem observar a la figura la cèl·lula eucariota té diferents parts i orgànuls, destaquem els més importants:

- Membrana plasmàtica: envolta a tota la cèl·lula separa el medi intern del medi extern.
- Nucli: té membrana i a dintre trobem la informació genètica.
- Reticle endoplasmàtic: hi ha dos tipus, el rugós, ple de ribosomes i més a prop del nucli, és on es formen les proteïnes. I l'altre és el reticle endoplasmàtic llis, on les proteïnes ja

formades reben algunes modificacions lleus, sobre tot surten d'aquí les proteïnes de membrana.

- Aparell de Golgi: la seva funció és sobre tot modificar proteïnes que venen del reticle endoplasmàtic rugós.
- Mitocondris: són les “centrals elèctriques de les cèl·lules”, en elles es produeix la respiració cel·lular.

4. Metabolisme i exercici:

Tots els organismes vius funcionen com organismes oberts que requereixen un subministrament continu d'energia lliure per créixer, mantenir-se i reproduir-se. Tot açò nosaltres ho aconseguim amb energia química, la qual es transformada per la maquinaria molecular cel·lular en energia metabòlica útil. Aquesta maquinaria molecular es possible gràcies a uns intermediaris energètics, que són el **sistema ATP – ADP** i els **gradients de potencial electroquímic** d'un ió acoblador.

S'anomena bioenergètica a l'estudi d'aquestes conversions energètiques als sistemes vius. La bioenergètica va nàixer al 1957 al estudiar la transformació de l'energia química dels aliments en energia mecànica durant el procés de contracció muscular. I a tot el conjunt de reaccions químiques que fan possible aquestos processos de transformació energètica l'anomenem metabolisme.

Al metabolisme cel·lular trobem dos tipus de reaccions principalment:

1. Exergòniques: són aquelles que alliberen energia al produir-se.
2. Endergòniques: són aquelles que necessiten energia per produir-se.

El que fan les cèl·lules del nostre cos és acoblar reaccions exergòniques amb endergòniques, de manera que l'energia alliberada en unes es aprofitada per les altres. També sintetitzen molècules que poden captar l'energia de les reaccions exergòniques i transportar-la fins les endergòniques. Una de les molècules més important capaç de capturar energia és **l'ATP**:

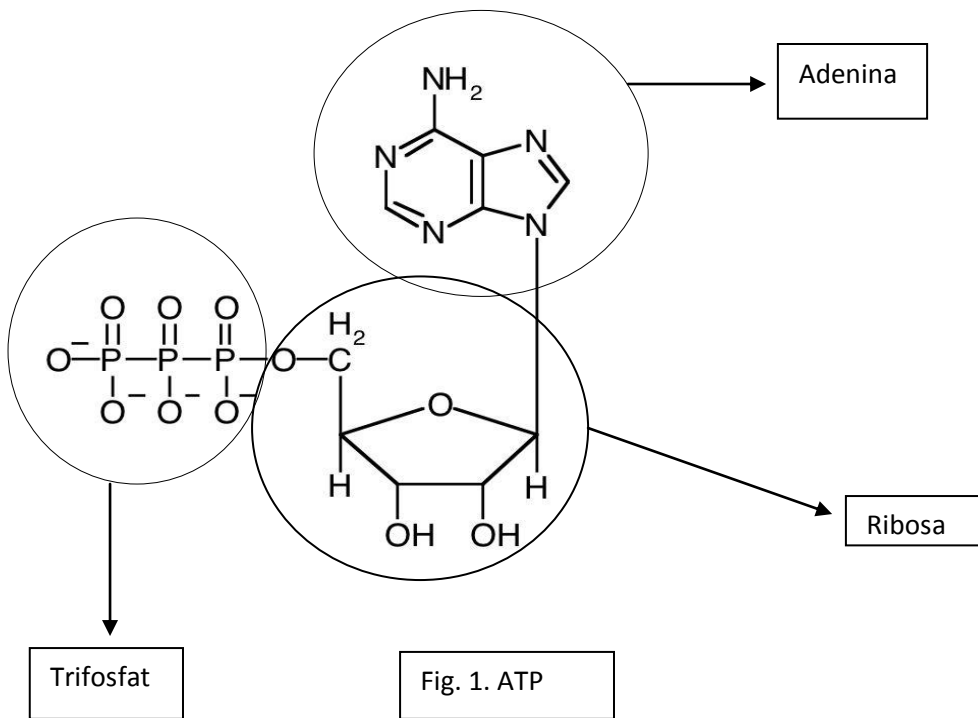
La transformació d'ATP en ADP + Pi és una reacció exergònica que s'acobla a reaccions endergòniques. A més a les cèl·lules hi ha enzims que són proteïnes que faciliten que les reaccions es produeixin més ràpid.

Però, **com aconseguim nosaltres l'ATP?**

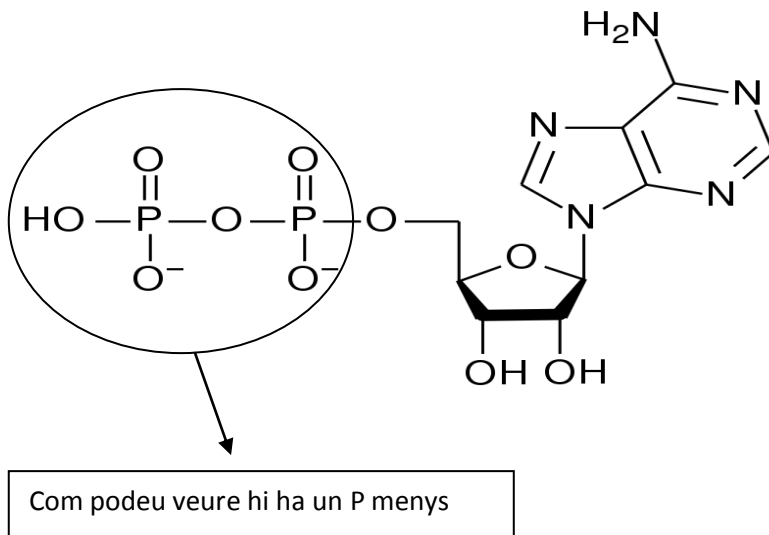
Principalment l'aconseguim a partir dels gradients de potencial electroquímic que es produeixen a la respiració cel·lular al mitocondri i a partir de diferents processos de degradació de molècules, com per exemple la oxidació de la glucosa a la glucòlisi.

I, de què està format l'ATP?:

Està format per una Adenina (és una base nitrogenada molt important per al ADN), un sucre (la ribosa) i un trifosfat.



Quan l'ATP passa a ADP + Pi el que ha passat realment és que ha perdut un grup fosfat, i queda així:



La pèrdua d'un fosfat per part de l'ATP allibera gran quantitat d'energia.

- Processos energètics utilitzats durant el treball muscular:

Abans de començar hem de descriure breument alguns conceptes molt importants:

1. *Anaeròbic:* sense presència d'oxigen.
2. *Aeròbic:* amb presència d'oxigen:
3. *Creatina:* substància present en el torrent sanguini dels vertebrats que s'utilitza com a molècula portadora d'energia suplementària en alguns sistemes de l'organisme (l'arginina

exerceix un paper equivalent en els invertebrats). El trifosfat d'adenosina o ATP és la principal font d'energia de l'organisme, però les cèl·lules del cervell, cor i músculs requereixen enormes quantitats d'energia, per la qual cosa utilitzen la creatina de forma complementària. Esta substància es produeix en els ronyons i en el fetge, les cèl·lules l'absorbeixen i en el seu interior es transfereixen grups fosfat d'alta energia procedents de l'ATP de les mitocondris, com la creatina fosforilada o **fosfocreatina (PC)**, que emmagatzema de forma temporal grups fosfat d'alta energia disponible per a aportar-la quan es necessiti.

I ara, anem a veure els sistemes metabòlics principals que actuen durant el treball muscular:

a) Sistema Aeròbic:

És el que s'utilitza als músculs en qualsevol exercici. El que es fa simplement és oxidar la glucosa per a degradar-la amb l'oxigen i obtenir ATP. A més també es degraden proteïnes i lípids per obtenir ATP, de fet les proteïnes contribueixen en un 15% en el procés. I hem de recordar que també obtenim ATP a través del gradient electroquímic format per la respiració cel·lular.

El avantatge d'aquest sistema és que per cada molècula de glucosa i cada àcid gras es forma una gran quantitat d'ATP en forma d'energia. Aquest ATP intervindrà directament en el procés de contracció muscular.

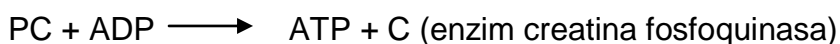
El problema d'aquest sistema és que requereix la presència d'oxigen per a poder generar la seua energia. Açò implica que esports explosius que siguin de curta duració (anaeròbics) no poden dependre d'aquest sistema per a la producció d'ATP. D'altra banda, la formació d'ATP és lenta, ja que requereix de vàries reaccions químiques. La realitat és que la producció aeròbica d'ATP no ocorre fins que arriba l'oxigen a la cèl·lula, i aquest procés pren temps (al voltant de 3 a 5 minuts) ja que ha de travessar diverses estructures anatòmiques de l'organisme (pulmons, sang/hematies, cor, vasos arterials sistèmics, capil·lars a nivell de les cèl·lules/fibres múscul-esquelètiques, membrana cel·lular, i, finalment, l'interior cel·lular). Llavors en eixe espai de temps l'organisme ha d'obtenir l'energia necessària per altres vies: en primer lloc mobilitza les reserves musculars d'ATP. Una vegada que s'esgoten, si la necessitat energètica continua, es posa en marxa el sistema ATP-PC (fosfocreatina). Si passen entre 20 i 30 segons i continua existint una alta demanda d'energia, entra en funcionament el sistema anaeròbic làctic.

b) Sistema ATP-PC:

El sistema ATP-PC es caracteritza perquè l'obtenció de l'energia es realitza sense utilitzar oxigen, i sense generar substàncies residuals.

Per a això, aquest sistema emprava les reserves musculars d'ATP i de fosfocreatina. Les reserves de fosfocreatina solen ser unes tres vegades superiors a les d'ATP.

La fosfocreatina (PC), és un compost format creatina i fosfat. L'enllaç entre estes substàncies emmagatzema una gran quantitat d'energia química.



Quan hi ha una gran demanda d'energia, que no es pot cobrir per via aeròbica a causa del temps que tarda aquest sistema a començar a produir-la, en primer lloc s'utilitzen les reserves

d'ATP, i a continuació, es degrada la PC, separant-se el seu grup fosfat i alliberant una gran quantitat d'energia.

L'energia alliberada s'acobla amb els requeriments energètics necessaris per a resintetitzar l'ATP a partir de l'ADP i del fosfat inorgànic, de manera que l'ATP és degradat i resintetitzat a gran velocitat.

Aquest sistema és emprat fins que s'esgoten les reserves d'ATP i PC que el múscul té en forma de reserves. Si els requeriments energètics són alts, el sistema decau passats uns 20 o 30 segons, moment en què s'esgoten les reserves de PC. Però les reserves de fosfocreatina es poden regenerar de forma molt ràpida, amb un o dos minuts de recuperació, torna fins al voltant del 90% del seu nivell normal.

La importància d'aquest sistema radica en la ràpida disponibilitat d'energia, més que en la quantitat, i també en la ràpida recuperació dels nivells inicials de PC.

c) Sistema anaeròbic làctic:

Si la demanda d'energia continua la glucosa en lloc de ser oxidada serà fermentada, donant lloc a àcid làctic en lloc de CO₂. Amb aquest sistema obtenim molt menys ATP que amb el sistema aeròbic i a més l'àcid làctic precipitarà en forma de cristalls al múscul, donant una sensació de fatiga i dolor en forma de punxades.

5. Aptitud física:

És la capacitat que té l'organisme humà d'efectuar diferents activitats físiques en forma eficient, alentint l'aparició de la fatiga i disminuint el temps necessari per a recuperar-se.

Per arribar a una aptitud física òptima hem de treballar les següents qualitats físiques:

1. Capacitat aeròbica: capacitat del cos per a fer activitats físiques de llarga durada de mitjana i baixa intensitat. És el que col·loquialment s'anomena "fons". La treballarem amb:
 - *Carrera Contínua:* no existeix interrupció de l'esforç, a causa de que la intensitat és relativament baixa i el temps de treball és perllongat. Es caracteritza per: L'esforç és continu sense alteració de la intensitat, la durada és llarga, la intensitat és baixa, no hi ha recuperació durant l'esforç, la freqüència cardíaca està compresa entre 120 i 160 pulsacions per minut, la recuperació de l'esforç és total.
 - *Ritme variat o fartleck:* anomenat també *joc de velocitat*, ja que la intensitat i la velocitat de l'activitat realitzada varien constantment, perquè l'esforç total es divideix en esforços fraccionats depenent de la variació de la velocitat, temps a utilitzar, intensitat dels esforços i de la recuperació entre els esforços. Es caracteritza per: la intensitat de l'esforç variable, es combinen la distància, la velocitat, temps i la indicació de la superfície, s'alteren les intensitats del treball (altes mitjanes i baixes), el ritme cardíac pot variar entre 120 a 200 pulsacions per minut, la recuperació és total després de l'esforç o in completa durant els exercicis de baixa intensitat.
 - *Interval:* es caracteritza per fraccionar els esforços, és a dir, el subjecte ha de córrer una distància igual o major a la de l'objectiu proposat amb una intensitat superior a la qual és capaç de sostenir. La suma dels esforços es realitza en forma fraccionada. Hi ha una recuperació incompleta, l'individu indica els esforços quan les seves pulsacions arriben a 110 o 120 per minut. Al finalitzar els esforços les pulsacions han d'estar entre 160 i 180 pulsacions per minuts. Desenvolupa els nivells més elevats de la resistència aeròbica. La forma de recuperació generalment és caminant, encara que també pot ser al trot. La durada de l'esforç és llarga.

2. Resistència general: és la capacitat per a mantindre un esforç eficaç durant el major període de temps possible. El cor i els pulmons són els òrgans base de la resistència física.
 3. Potencial anaeròbic: És la capacitat que té l'organisme humà per a realitzar activitats físiques de curta duració, fins a tres minuts, i d'alta intensitat, entre 170 i 220 pulsacions per minut. Un exemple molt notable de les activitats anaeròbiques és la Gimnàstica Artística, tant masculina com femenina. Quan es realitzen activitats anaeròbiques no es crema el greix del cos, però si s'enforteixen els diferents músculs que intervenen en els moviments. Per a treballar aquest potencial realitzarem sèries corrent d'esprints curts i molt intensos.
 4. Resistència muscular: és la capacitat per a realitzar un exercici una gran quantitat de vegades o mantindre una contracció muscular per un període de temps prolongat.
 5. Potència muscular: és la capacitat del múscul de contraure's.
 6. Velocitat: capacitat de realitzar un exercici en menor temps possible.
 7. Flexibilitat: capacitat d'un múscle per arribar a estirar-se al màxim sense ser danyat.
 8. Mobilitat articular: capacitat per a desplaçar un segment o part del cos dins d'un arc de recorregut el més ampli possible mantenint la integritat de les estructures anatòmiques implicades.
- 6. Relació entre l'exercici físic i les necessitats energètiques en relació amb la intensitat i la duració de l'exercici:**

El **metabolisme basal** és la quantitat mínima d'energia necessària perquè subsisteixi una cèl·lula. Aquesta energia mínima és utilitzada per la cèl·lula en les reaccions químiques intracel·lulars necessàries per l'execució de les funcions metabòliques essencials, com ara la respiració.

El metabolisme basal d'un organisme depèn de diversos factors, com ara el sexe, la mida, el pes, l'edat... Un clar exemple de metabolisme basal és l'estat de coma. Una persona que està en coma es troba inactiva, però té una despesa calòrica mínima, raó per la qual cal seguir alimentant-la.

El ritme metabòlic disminueix amb l'edat i amb la pèrdua de massa corporal. L'exercici aeròbic i un augment de la massa muscular poden incrementar el ritme. La despesa general d'energia també pot veure's afectada per les malalties, els aliments i les begudes consumides, la temperatura ambiental i el nivell d'estrès. Per a mesurar el metabolisme basal, cal que la persona estigui en repòs complet però desperta. Una mesura precisa requereix que el sistema nerviós simpàtic de la persona no estigui estimulat. Una mesura menys precisa, que es realitza en condicions menys estrictes, és el ritme metabòlic en repòs.

El metabolisme basal d'una persona es mesura després que hagi romàs en repòs total amb una temperatura agradable (20°C) i que hagi estat en dejuni durant dotze hores o més.

El metabolisme basal diari es pot calcular de manera aproximada amb l'ajut de les **equacions de Harris i Benedict**:

- **Home**: $66,473 + (13,751 \times \text{massa (kg)}) + (5,0033 \times \text{estatura (cm)}) - (6,55 \times \text{edat (anys)})$;
- **Dona**: $655 + (9,463 \times \text{massa (kg)}) + (1,8 \times \text{estatura (cm)}) - (4,6756 \times \text{edat (anys)})$

Si en lloc d'estar en repòs estem realitzant un esforç físic, les nostres necessitats energètiques augmentaran considerablement, aquest augment s'anomena **energia consumida pel treball físic** i en situacions extremes pot arribar a ser 50 vegades la taxa de metabolisme basal. Vegem uns exemples d'aquesta variació amb l'exercici físic:

1. Repòs (somni) = TMB x 1
2. Molt lleuger (pintar, jugar a cartes, tocar un instrument...) = TMB x 1'5
3. Lleuger (caminar en pla a 4-5 km/h) = TMB x 2'5
4. Moderat (marxar a 6km/h, anar en bici..) = TMB x 5
5. Intens (córrer a 12 km/h, escalada, futbol, rugby....) = TMB x 7
6. Molt pesat (atletisme d'alta competició) = TMB x 15

A la Taula 1 de la pàgina següent podeu observar quines són les recomanacions dietètiques sobre la ingesta de calories diària sobre la base de les mitjanes d'altures i pesos.

Hem de tenir amb compte també la **Temperatura corporal**:

Nosaltres som animals homeotermes o de sang calenta, el que significa que mantenim la nostra temperatura corporal sempre constant, per poder aconseguir-ho utilitzem la major part de la taxa de metabolisme basal i qualsevol variació de temperatura externa influirà notablement en les nostres necessitats energètiques. Es calcula que en els tròpics el metabolisme basal es redueix en un 10%. No us heu preguntat mai per què en estiu tenim menys gana que en hivern?, és per que en estiu necessitem menys energia per mantenir el metabolisme basal.

Recomendaciones RDA

| Categoría | Edad (años) o condición | Peso (kg) | Altura (cm) | T.M.B. ^a (kcal/día) | Ración media de kcal ^b | | |
|-----------|----------------------------|--------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|----------------------|
| | | | | | Múltiplo-TMB | Por kg | Por día ^c |
| Lactantes | 0,0 - 0,5 | 6 | 60 | 320 | - | 108 | 650 |
| | 0,5 - 1,0 | 9 | 71 | 500 | - | 98 | 850 |
| Niños | 1 - 3 | 13 | 90 | 740 | - | 102 | 1300 |
| | 4 - 6 | 20 | 112 | 950 | - | 90 | 1800 |
| | 7 - 10 | 28 | 132 | 1130 | - | 70 | 2000 |
| Varones | 11 - 14 | 45 | 157 | 1440 | 1,70 | 55 | 2500 |
| | 15 - 18 | 66 | 176 | 1760 | 1,67 | 45 | 3000 |
| | 19 - 24 | 72 | 177 | 1780 | 1,67 | 40 | 2900 |
| | 25 - 50 | 79 | 176 | 1800 | 1,60 | 37 | 2900 |
| | 51 + | 77 | 173 | 1530 | 1,50 | 30 | 2300 |
| Mujeres | 11 - 14 | 46 | 157 | 1310 | 1,67 | 47 | 2200 |
| | 15 - 18 | 55 | 163 | 1370 | 1,60 | 40 | 2200 |
| | 19 - 24 | 58 | 164 | 1350 | 1,60 | 38 | 2200 |
| | 25 - 50 | 63 | 163 | 1380 | 1,55 | 36 | 2200 |
| | 51 + | 65 | 160 | 1280 | 1,50 | 30 | 1900 |

Taula 1: Ingesta de calories re recomanades sobre la base de les mitjanes d'altures i