

## FISIOLOGIA

### BASES BIOQUÍMIQUES

- Cèl·lula
- Teixits
- Òrgans
- Sistemes: funcions
  - ◆ Motora
  - ◆ Digestiva
  - ◆ Nerviosa

Gràcies a la unió de macromol·lecules es formen aquestes estructures cel·lulars.

#### **Macromol·lecules:**

- Lípids (C., H, O): constituir les cèl·lules. Reserva energètica molt gran, però poc útil.
- Proteïnes (C., H.O.N): funció estructural, transport (hemoglobina)..
- Hidrats de carboni (H, C., O): funció energètica.
- Nucleòtids (C., H, O,...): combinació de bases (adenosina, timina, guanina, citocina, u... (ATP)).
- Àcids nucleics: ADN.

#### **Elements simples:** minerals:

- Clor (Cl), Sodi (Na), Potassi (K), Calç (Ca), Magnesi (Mg), Fòsfor (P), Sofre (S), Manganès (Mn), Iode (I).

Líquid extra cel·lular:

Líquid intra cel·lular.

Homeostasi: processos que permeten diferenciar l'interior de l'exterior de la cèl·lula.

### PARTS GENERALS DE TOTES LES CÈL·LULES

- **Membrana**: doble capa de fosfolípids. Aïllar i relacionar la cèl·lula.
- **Citoplasma**: 70% aigua.
  - ◆ **Sistema reticular endoplasmàtic**:
    - ◇ Rugós: síntesi proteica (unió d'aminoàcids)
    - ◇ Llis: síntesi de lípids.
  - ◆ **Aparell de golgi**: caveres de dipòsit (proteïnes, àcids grassos, lípids), comunicar parts de la cèl·lula.
  - ◆ **Lisosomes**: capacitat fagocítica (digestió d'elements aliens a la cèl·lula), defensa cel·lular.
  - ◆ **Vesícula secretora**.
  - ◆ **Mitocondris**: doble capa: fosforilació oxidativa. Augment de les mitocondries = millora de la producció d'ATP.
    - ◇ metabolisme aeròbic: 97% energia – O<sub>2</sub> Hidrats de carboni, lípids, proteïnes: Diòxid de carboni, aigua i ATP.
    - ◇ Metabolisme anaeròbic: 3% energia – ATP – hidrats de carboni: ATP, diòxid de carboni, aigua i àcid làctic.

- **Nucli:** depositant de tota la informació genètica que identifica l'espècie. Només s'activa en el procés de duplicació. ADN – RNAm.

## **FUNCIONS BIOLÒGIQUES DE LA CÈL·LULA**

### • **ESPECIALITZADES.**

### • **COMUNS:**

- ◆ **Síntesi de substàncies** (lípid, proteïnes, hidrats de carboni). No es poden sintetitzar: vitamines, minerals...
- ◆ **Aprofitament** de substàncies alienes (digestió i secreció)
- ◆ **Intercanvi** de substàncies amb l'exterior i l'interior.
  - ◇ Difusió simple: requisits per passar la membrana a favor de gradient, per porus.
  - ◇ Difusió facilitada: transportador de proteïnes, no necessita energia. Es pot saturar.
  - ◇ Transport actiu: transportador de proteïnes, contra gradient. Consumeix energia. Es pot saturar.
  - ◇ Bombes:
    - Sodi / Potassi.
    - Calç: relaxació muscular.
  - ◇ Pinocitosi:
    - Endocitosi: invaginació
    - Exocitosi: secreció de substàncies no necessàries (neurotransmissió)
- ◆ **Degradació** de proteïnes.
- ◆ **Reproducció.**
- ◆ **Mobilitat.**

## **SISTEMA NERVIÓS**

Responsable de transmetre tota la informació sensorial tant interior com exterior del cos, informació enviada al sistema central per poder executar una resposta a aquella informació.

### **Sistema nerviós central:**

- Cervell
- Cerebel
- Bulb raquídi
- Medul·la.

S'articula en tres nivells.

- **Nivell 0:** nivell bàsic: informació que arriba a la medul·la i de d'aquí mateix es produeix la resposta, la medul·la ordena la resposta corresponent sense necessitat que arribi la informació al cerebel.
- **Nivell II:** cerebel: realitza les funcions vegetatives. Hi ha un control però sense que hi arribi la voluntarietat.
- **Nivell III:** Nivell superior, nivell cortical: cervell: part externa al còrtex, cerebral, es des d'on es realitzen les accions voluntàries.

### **Sistema nerviós perifèric:** conjunt de vies que transmeten informació:

- Vies aferents: envien la informació, normalment sensitiva, que capten de l'exterior o la perifèria dels òrgans, al sistema nerviós central.
- Vies eferents: per on va la resposta realitzada pel sistema nerviós central, en direcció als músculs o òrgans que tenen que realitzar la resposta.

Tot el sistema nerviós està format per teixits, que estan dividits per múltiples neurones, encarregades de transmetre la informació a través dels estímuls nerviosos (elèctrics), que hi arriben d'una altra neurona.

Per on rep els impulsos elèctrics, la informació, són les dendrites.

- Axó: cos allargat que serveix de camí per la informació. Els axons recoberts d'unes vaines de mielina donen lloc a les cèl·lules SCHWAN.
- Peu terminal: estableix una connexió amb una neurona o una fibra muscular.
- Neurones:
  - ◆ Membrana de recobriment
  - ◆ Nucli.
  - ◆ Citoplasma en tot l'interior.
- Sinapsis: on coincideixen la connexió entre un peu terminal i les dendrites.
- Neurotransmissors: vesícules situades en els peus terminals encarregades de donar l'impuls elèctric o bé substàncies químiques necessàries per poder transmetre la informació

### **CLASSIFICACIÓ DE LES NEURONES**

- **Neurones sensibles:** pertanyen a les vies aferents (de fora a dins)
- **Neurones motores:** pertanyen a les vies eferents (de dins a fora).
- **Interneurones:** estableixen relacions, enllaços entre diferents tipus de neurones.

La transmissió elèctrica entre neurones és possible degut a les substàncies que es troben dins i fora de les cèl·lules, cada substància té una càrrega elèctrica diferent, ja que si es troben dins la cèl·lula (intracel·lular), tenen una càrrega negativa respecte a l'exterior (extracel·lular) que serà positiva.

### **MECANISME CORRECTOR**

- La bomba de Sodi/ potassi. Intenta equilibrar la difusió passiva, que el Sodi hagi entrat dins el líquid intracel·lular per tal d'igualar concentracions, el treu cap fora per mantenir la diferència en el potassi. El xucla de fora, degut a que la concentració és major dins la cèl·lula.

Les proteïnes també proven d'igualar concentracions.

Potencial d'acció:

- Despolarització: la membrana altera les seves propietats, canvi d'impermeabilitat que permet l'entrada d'ions positius de sodi.
- Repolarització: i la sortida de potassi per tal de poder tornar a un estat d'equilibri i tornar a activar la bomba de sodi / potassi.

### **PERÍODE REFRACTARI**

Quan acaba la repolarització han sortit càrregues negatives de les que tocaven i es torna en una intensitat elèctrica més baixa.

- Absolut: Després d'un estímulo, la zona no pot tornar a rebre'n cap més
- Relatiu: si l'estímulo és suficient el pot rebre.

### **CÈL·LULES NERVIOSES**

Reaccions segons els estímuls adequats a cada cèl·lula nerviosa. Cada cèl·lula té un estímulo adequat que

donarà lloc a un potencial d'acció que s'anirà transmetent al llarg de la neurona.

### **POTENCIAL D'ACCIÓ**

Es produeix en un punt determinat de la neurona, on es produirà una desimpermeabilització i es propagarà per tota la neurona.

- Tot estímul ha de tenir una intensitat mínima per tal de poder crear un potencial d'acció que provoqui una alteració.

Valor llindar: el mínim que és necessari per a crear un potencial d'acció: sempre és el mateix. Passa de  $-85\text{mV}$  a  $+35\text{mV}$ , tot i que la neurona, a la cèl·lula estigui sola.

Aquesta diferència  $+30 / +35$ , és el valor llindar mínim que ha de tenir l'estímul per produir el potencial d'acció, si el valor no arriba, per exemple  $+25$ , el canvi només es produeix a la zona on la cèl·lula rep l'estímul, però tornarà a la normalitat sense que salti i passi per tota la cèl·lula.

Per la durada d'un estímul també es pot donar un potencial d'acció. Quan entra el suficient  $\text{Na}^+$ , que arriba al valor llindar es produeix potencial d'acció.

La velocitat de l'estímul dependrà de la grandària de l'axò. Més gran = més ràpid.

Si no hi ha mielina també serà més lent.

### **SINAPSIS:**

- Zona pre – sinàptica.
- Espai inter – sinàptic.
- Zona post – sinàptica.

L'ordre elèctric que arriba a la zona pre – sinàptica, canvia a química.

Quan l'estímul contacta amb la zona post – sinàptica es forma un potencial d'acció que arribarà al múscul, neurona, on faci falta.

A l'axò ens trobem molts mitocondris.

Lavors els neurotransmissors que han contactat, s'eliminen amb enzims o es recullen dins la zona post – sinàptica.

- Retras sinàptic: com més sinapsis tingui, més lenta serà la transmissió.

La cèl·lula va creant neurotransmissors, però té una capacitat concreta.

- Fatiga de la sinapsis: creació d'ordres elèctrics a major capacitat d'expulsar neurotransmissors.

Neurotransmissors per la sinapsis:

- Neuro – excitadors:
  - ◆ Acetilcolina (ACh)
  - ◆ Catecolamina (Adrenalina)
  - ◆ Dopamina

- ♦ Serotonina
- Neuro – hinibidors.
  - ♦ Gaba
  - ♦ Glicina.

## **SUMACIÓ**

- Espacial: en la neurona post – sinàptica, es crea un potencial d'acció amb la suma de neurotransmissors.
- Temporal: no hi ha suficients neuro – transmissors per crear un potencial d'acció. Però es van ajuntat i l'estímul arriba més tard.

**RECEPTORS:** mecano – receptors, termo – receptors, neuro – receptors:

- Externs:
  - ♦ Pressió
  - ♦ Auditius
  - ♦ Visuals
  - ♦ Gustatius
  - ♦ Temperatura.
- Inter – receptors
- Interns:
  - ♦ Dolor
  - ♦ Pressió
  - ♦ Temperatura corporal
  - ♦ Químics.

Tots els receptors tenen unes característiques concretes.

- Específics
- Sensibles: capacitat de provocar potencial d'acció a partir d'una determinada intensitat.

Localització determinada:

Adaptabilitat: capacitat de seguir creant estímuls amb l'arribada del potencial d'acció.

- receptors tòncics: sempre crea potencial d'acció.
- Receptors fàsics: al començament de l'estímul, crearà potencial d'acció, però quan portem molt temps reben aquest estímul, deixa de crear-ne.

Els axons s'ajunten i formen nervis. Que formen la medul·la i fa connectar totes les neurones.

Depenent del receptor que hagi originat l'ordre elèctric, nosaltres rebrem un estímul o un altre. Segons la neurona on vagi.

S'agrupen en dues vies:

- Fascicles espinotalàmics: creuen la línia mitja de la medul·la, al moment que entren en ella. Estímul esquerra. Pujarà per la dreta.
  - ♦ Lateral
  - ♦ Anterior.
- Cordons posteriors: a l'interior de la medul·la es desplaça pel mateix costat on s'ha originat i no es

creuen fins la part més alta (zona sensitiva)

- 1.- **Zona associació sensitiva:** abans de fer alguna cosa ja saps que et passarà
- 2.- **Zona sensitiva.**
- 3.- **Zona motora.**
- 4.- **Àrea premotora**, zona associació motora: zones de comportament automatitzades.

**ACES ESPINOTALÀMICS:** poca mielina, la informació que es transmet és de dolor, canvis de temperatura i pressió...

## **NIVELLS**

- **Nivell inferior:** medul·la espinal.
- **Nivell mitjà:** tàlem, hipotàlem. Hi pot haver recepció d'informació però és més difícil (cerebel, bulb raquidi)
- **Nivell superior:** escorça cerebral. S'organitza a les respostes (a vegades no cal si les respostes són inconscients).

**CORDONS POSTERIORES:** dret i esquerre.

**MOTONEURONES / NEURONES RECEPTORES:** diferents graus de rebre millor o pitjor la informació.

- **Receptors de pressió:**

Distribuïts per tot l'organisme amb diferents graus de concentració (densitat). El potencial d'acció que es transmeten va pel cordons posteriors (informació fins: grau d'axons) i feixos espinotalàmics (informació sota la pell, nivell més profund).

- **Propioreceptors**

Receptors cutanis i receptors mecànics (mecanoreceptors, l'estímul és mecànic). Receptors situats a l'interior de l'organisme i capten informació interna (zones articulars). Transmissió per via ràpida pels cordons posteriors.

- **Receptors de dolor**

Receptors de tipus químic (detecten falta d'oxigen), mecànicoceptors i receptors de temperatura (tèrmics). A través dels feixos espinotalàmics.

- **Receptors tèrmics:**

Els especialitzats a captar l'augment (receptor fred) i la disminució de la temperatura (receptor calor). (augment +10°C \_ -35°C), (disminució +25°C\_ +45°C). Per damunt de 45 també s'activen els receptors del fred. Transmissió pels feixos espinotalàmics.

## **SISTEMA SENSITIU**

Aparell auricular.

- Canvis interns i externs: la comunicació ens dona informació per mantenir l'equilibri.
- Aparell vesicular: laberint ossi. Penyasco temporal (os). Dues estructures:
  - ◆ Cargol: sistema auditiu. Recobert per ENDOLIN T-A (líquid)
  - ◆ Saculo utícul

El sistema vesicular ens permet rebre dos estímuls, equilibri i velocitat de moviment.

- Velocitat de moviment:
  - ◆ Lineal Es capten: utícul, sàcul
  - ◆ Angular
- Equilibri:
  - ◆ Estàtic Es capten: conductes semicirculars
  - ◆ Dinàmic

Informació que s'integra també en el sistema sensitiu per mantenir l'equilibri:

- Propioreceptors columna
- Receptors mecànics de les plantes dels peus.
- Informació visual.
- Disposició genolls, malucs i turmells.

A nivell inferior també es pot produir una resposta: reflex motor. Són respostes involuntàries, sempre són les mateixes i regulades.

**ARC REFLEX**: estructura funcional formada per un receptor, una neurona sensitiva(via aferent), a vegades una o varies interneurons d'una o dues neurones motores (via eferent) i un òrgan efector (múscul).(Exemple: reflex patelar)

### **TIPUS D'ARCS REFLEXES:**

1.- **Reflexes monosinàptics** (1 connexió: 1 neurona) respiració immediata. Neurona gruixuda i mielinitzada: reflex miotàtic directe o d'estirament.

Una connexió entre via aferent i eferent. Reflex miotàtic directe = tracció = estirament.

#### **arc reflex:**

- Receptor: fus muscular
- Via aferent: neurona sensitiva.
- Via eferent: motoneurona
- Òrgan efector: múscul: contracció muscular.

2.- **Reflexes polisínàptics** (més d'una connexió: una neurona). Més sinàpsis, més retrassos sinàptics. Reflex miotàtic indirecte.

#### **arc reflex:**

- Receptor: òrgans tendinosos de golgi(capten l'increment de tensió en la inserció múscul – tendó).
- Via aferent: neurona sensitiva: transporta els potencials d'acció a la medul·la.
- Interneurona que ajuda a la sinàpsis entre les dues vies.
- Via eferent: motoneurona alfa.
- Òrgan efector: múscul: relaxació muscular.

Totes les tècniques d'estirament, busquen crear potencial d'acció a l'aparell de golgi per crear relaxació muscular.

El fus muscular capta canvis de longitud. Els fusos musculars reben una innervació del cerebel que permet controlar la contracció (motoneurona alfa).

### **– REFLEX FLEXOR DE RETIRADA**

- Receptor (pressió, temperatura, dolor)
- Via aferent: neurona sensitiva pròpia.
- Dues interneurons:
  - ◆ Interneurona excitadora (+): augmenta el potencial de repòs.
  - ◆ Interneurona inhibidora (-): disminueix el potencial de repòs perquè no es creïn potencials d'acció.
- Dues vies eferents: dues motoneurons alfa.
- Dos òrgans efectors:

Múscul antagonista (-), contracció. Múscul flexor, rotació externa.

Múscul agonista (+), relaxació. Múscul extensor, rotació interna.

### **INNERVACIÓ RECÍPROCA INHIBITÒRIA**

Mecanisme interneurons que sempre que ordenem contraure un múscul, el seu antagonista es relaxarà de manera involuntària.

### **– REFLEX EXTENSOR CREUAT**

- Receptor
- Via sensitiva:
  - ◆ Interneurona (-) excitadora: múscul relaxació (tríceps)
  - ◆ Interneurona (+) inhibidora: múscul contracció (bíceps)

Salten la línia mitja. Ens cremem la mà. Hi haurà una contracció del bíceps i relaxació del tríceps. En alguns animals, l'altre braç reaccionarà al revés.

### **FATIGA DELS REFLEXES:**

Arriba un moment que els reflexes es cansen. A les sinàpsis disminueix la càrrega i és més difícil crear potencials d'acció.

### **SISTEMA NERVIÓS VOLUNTARI**

Centres de control: moviment voluntari: ganglis basals, cerebel, bulboreticular:

- Còrtex motor
- Àrea premotora

Vies de transmissió: axons:

- Sistema piramidal: normalment monosinàptics.
  - ◆ Centres superiors



- ◊ Àrea motora
- ◊ Àrea premotora
- ◆ Vies piramidals
- Sistema extrapiramidal: moltes sinàpsis (s'originen als ganglis)
  - ◆ Centres:
    - ◊ Ganglis bassals.
    - ◊ Formació reticular
  - ◆ Vies

Cerebel: controla l'equilibri ( les correccions del moviment)

## **SISTEMA NERVIÓS**

- Voluntari
  - ◆ Sistema nerviós sensitiu
  - ◆ Sistema nerviós motor.
- Vegetatiu:
  - ◆ Sistema nerviós simpàtic (activació)
  - ◆ Sistema nerviós parasimpàtic (ordres de repòs, relaxació...)

**METABOLISME**: conjunt de reaccions químiques de l'organisme:

- Catabolisme (–isis): exemple: degradació de glucosa (gluscolisi, lipolisi)
- Anabolisme (–gànesi)

## **NEUROTRANSMISORS:**

- Sistema nerviós simpàtic
  - ◆ Aceticolina
  - ◆ Catecolamines
    - ◊ Adrenalina
    - ◊ Nor – adrenalina
- Sistema nerviós parasimpàtic
  - ◆ Aceticolina

Situats a la part alta del bulb raquidi:

- Centre respiratori
- Centre cardiorregulador. Ordena la freqüència cardíaca.

Receptor – centre:

- Via simpàtica (augmenta)
- Via parasimpàtica (disminueix)

Factors que regulen i estimulen els receptors:

- Oxigen
- Diòxid de carboni
- Pressió de la sang (TA)

Situats a l'hipotàlam:

- Centre termorregulador: regulador de la temperatura ( $36.5^{\circ} - 37^{\circ}$ )
- Centre volemic: (volèmia: quantitat de sang que tenim a l'organisme (5'5l – 6l))
- Centre osmolaritat (detectar: mantenir constants la composició dels líquids orgànics):
  - ◆ Líquid extra – cel·lular (LEC)
  - ◆ Líquid intra – cel·lular (LIC)
- Centre gana (societat)

El sistema nerviós vegetatiu funciona de la mateixa manera.

Quan dormim:

- Fase REM (rapid eyes moviment) (somni paradòic)

Activitat elèctrica: producció de connexions neuronals, somnis narratius, els que recordem)

- Fase NO REM: somni profund. (90')

Incapaços de descriureu.

ATP ----- ADP + Pi + Energia (25% W, 75% Q)

ATPasa

El teixit muscular és el 40% del pes corporal més o menys.

|                                | Múscul llis             | Múscul cardíac          | Múscul esquelètic       |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Característiques morfològiques | Curtes, fusiformes      | Alt grau de ramificació | Llargues i cilíndriques |
| Nº d nuclis per fibres         | 1, central              |                         |                         |
| Òrgan d'estructura contràctil  | Aparentment desordenada | Sarcòmer estriada       | Sarcòmer estriada       |
| Contracció                     | Involuntària            | Involuntària            | Voluntària              |
| Innervació                     | Vegetativa              | Vegetativa              | Motoneurons             |

### **FIBRA MUSCULAR**

- Nucli: sincitio (no n'hi ha un de sol i no estan al centre).
- Citoplasma: sarcoplasma.
- Membrana: sarcolema (doble capa de fosfolípids). Presenta una zona diferenciada (central) on s'estableix el contacte entre la motoneurona i la fibra muscular, on es produeix la sinapsi.

A cada cèl·lula només li arriba una neurona. Però una sola neurona pot innervar diferents fibres.

Més fibres = menys força i més precisió de la neurona.

Més fibres = més força i menys precisió de la neurona.

Unitat motora:

- Motoneurona alfa + fibres (10 – 12 fibres...) totes tindran la mateixa funció. El comportament de les fibres dependrà en part de la motoneurona que l'innervi.

## **SARCOPLASMA**

- Mitochondris
- Aparell de Golgi (cisternes ---- Ca<sup>+</sup>)
- Reticle endoplasmàtic llis i rugós.

## **SARCOMER**

Espai entre dues línies fosques (línies Z) més banda.

Tros d'un aparell contràctil.

Proteïnes contràctils

- Filament gros: miosina 50 – 55% de proteïna muscular) proteïna filamentosa.
- Filament prim: actina. Molècules d'actina G. el conjunt forma actina F.

En cada actina G hi ha una zona on s'hi encaixa el cap de la miosina en la contracció. En relaxació no hi ha contacte.

## **PROTEÏNES REGULADORES DE LA CONTRACCIÓ.**

- **Tropomiosina:** 5%: com una cinta damunt les molècules d'actina G. Tapa els centres d'actina G de les molècules, en repòs, separa els centres del cap.
- **Troponina:** 3%: enganxada a la cadena de tropomiosina. Estructura globular. Formada per troponina T, C, I.
  - ◆ Subunitats:
    - ◇ TNT: s'enganxa a la tropomiosina.
    - ◇ TNC: s'uneix a les molècules de...
    - ◇ TNI: en repòs està en contacte amb el cap de la miosina i inhibeix la seva funció.

## **PROTEÏNES**

- Proteïna M: s'hi enganxen les cues de la miosina.
- Alfa – actimina: s'hi enganxen els caps de la miosina.

30 – 10 – 03

## **BIÒPSIA**

És una prova per comprovar el tant per cent de fibres blanques i vermelles que tenim.

- Condiciona l'aptitud per determinats esports.

Resistència: llarga distància: blanques.

Velocitat: vermelles.

- Amb entrenament poden variar i explotar la càrrega genètica. El 90% d'energia és de tipus aeròbic.

## **3 tipus de fibres:**

- **D'INNERVACIÓ**

ST

FT

Mida motoneurona

petita

Gran

Temps contracció

llarg

Curt

Temps relaxació

llarg

Curt

Mitocondries: s'alteren amb l'entrenament.

- Mida
- Número
- Número de crestes mitocondrials
- **ESTRUCTURALS** (la proporció actina i miosina és igual).

ST

FT

Superfície sacció

petita

Gran

Número de mitocondries

molts

Menys

Reticle endoplasmàtic

poc

Molt

Mioglobina (O<sub>2</sub>)

elevada

Baixa

Triglicèrids

elevats

Baix

Reserves ATP i PC

baixes

Elevades

Capil·laritat

elevada

Baixa

TRIGLICÈRIDS o greixos són necessaris per produir energia.

$TG + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + ATP \rightarrow energia + ADP + PC$

Glucogen: reserves cel·lulars de glucogen + glucosa si tenim O<sub>2</sub> = més energia.

La quantitat de glucosa emmagatzemada ens afecta en l'entrenament.

## **CAPIL·LARITAT**

Com refem ATP?:

- HC + O<sub>2</sub>
- Greixos + O<sub>2</sub> ATP + ADP + Pi + energia
- Aminoàcids + O<sub>2</sub>
- PC

PC = ATP + creatina (una sola reacció)

- **METABÒLIQUES**

ST

FT

Fatigabilitat

baixa

Alta

Activitat ATPàsica

baixa

Elevada

Enzims oxidatius

elevats

Baixos

Enzims glucolítics

baixos

Elevats

ATPàsica: capacitat per activar ATP i gran quantitat d'energia.

Enzims oxidatius: participen en les reaccions de degradació d'energia.

Enzims glucolítics: regulen el pas. Hidrocarburs sense O<sub>2</sub>, lligats al metabolisme anaeròbic.

### **FIBRES LENTES TIPUS I:**

- Immediates, tipus IIa (diàmetre més gran)
- Ràpides, tipus IIb (diàmetre més petit).

El tant per cent de fibres IIa i IIb ve determinat per la genètica i no varia amb l'entrenament. Hi ha un tipus de fibres intermitges:

IIc i IIab: són més desenvolupades. Dependrà del tipus d'entrenament que creixin o no amb característiques semblants a IIa o IIb.

Lentes: I Intermitges: II Ràpides IIb

IIc IIab

Les intermitges amb entrenament no canvien, però milloren les característiques.

- Hipertròfia: augmenta de mida el múscul.
- Hiperplasia: augment del número de cèl·lules del teixit.

El treball de les fibres musculars és la contracció dels músculs. Existeixen dos tipus de contraccions:

- Contraccions dinàmiques:
  - ◆ Concèntriques
  - ◆ Excèntriques
- Contraccions estàtiques: isomètriques (el múscul no presenta desplaçament).

\* Tota activitat física té les dues contraccions, però sempre predomina una sobre l'altra.

## **PARTS DEL MÚSCUL**

- Part contràctil: representa les fibres musculars productores dels ponts creuats que desenvolupen la contracció muscular. Proteïnes musculars: actina, miosina, timina, tropomiosina. On hi ha el sarcòmer. Fa el treball de contracció.
- Part elàstica: part per on el múscul s'incarta als ossos: els tendons, formats per col·lagen i elastina, tenen la funció d'absorbir energia, de protecció de la part contràctil.

Si parlem de la velocitat a la que es dona la contracció:

- Concentracions isocinètiques: mateixa velocitat durant tota la contracció.
- Concentracions heterocinètiques: varia la velocitat durant tota una contracció muscular (aixecar una caixa).

## **LA FORÇA**

Es classifica en:

- **Força màxima:** màxima quantitat de pes que podem mantenir. Contracció dinàmica i estàtica.
- **Força velocitat:** velocitat màxima per oposar-me a un pes. Contracció dinàmica.
- **Força resistència:** temps màxim que puc mantenir un pes. Contracció dinàmica i estàtica.

Les contraccions dinàmiques podran tenir aquests tres tipus de força, mentre que les estàtiques no tindran força de velocitat ja que és una contracció sense moviment.

## **FACTORS QUE AFECTEN A LA FORÇA:**

- **Factors biomecànics:** afecten als elements de la palanca articular.
  - ◆ L'angle d'obertura de l'articulació.
  - ◆ Punt d'inserció del múscul.
  - ◆ Longitud dels braços de la palanca.
- **Factors neurològics:**
  - ◆ Fibres musculars + motoneurons = unitat motora. El número de fibres musculars que es contreuen, afecten a la força. Com més número de fibres pot crear el múscul i més motoneurons arriben a les fibres, més força es produirà.
  - ◆ Si augmentem el número d'unitats motores per sumació, augmentarà la força. Aquest procés es dona de dues maneres:
    - ◇ Sumació Temporal: augment del número d'unitats motores. Creació continuada de potencials d'acció. Farà augmentar el número de descàrregues.
    - ◇ Sumació Espacial: augment del número d'unitats motores que participen en el moviment.

- **Factors musculars:**

- ◆ **Tipus de múscul:** el més eficaç el bipeniforme (format per dos cossos).
- ◆ **Tipus de contracció:**
  - ◇ Màxima força = contracció excèntrica 100%
  - ◇ Contracció isomètrica 85%.
  - ◇ Contracció concèntrica 55%.

Aquestes diferències es deuen a la baixa participació de la part elàstica (tendons i vaines que envolten el múscul).

- ◆ **Longitud del sarcòmer:** que determinarà les zones de contacte entre les proteïnes musculars i es podran crear més o menys ponts creuats.
  - ◇ Sarcòmer més llarg = menys ponts creuats = menys força (menys zones de contacte)
  - ◇ Sarcòmer més curt = no generen moviment = menys força.

El sarcòmer ha de tenir una llargada intermitja.

- ◆ **Longitud del múscul:** (part contràtil i tendons)
  - ◇ Estirats més del 120% = pèrdua de la capacitat de formar ponts creuats. En aquesta situació s'hi sumarà la part elàstica i produirà la màxima força. Augmentar el 120% produirà un augment d'energia a la part elàstica, però disminuirà l'energia de la part contràtil.
- ◆ **Tipus de fibres:**
  - ◇ I Ib(+força) > IIa > I(-força)
- ◆ **Temperatura muscular:** té una temperatura òptima de contracció de 38'5° aproximadament. És una de les funcions d'escalfament.
- **Factors generals** (externs):
  - ◆ **Edat:** la força disminueix amb l'edat, que va lligada amb la disminució de producció de testosterona. Aquesta edat es pot allargar amb entrenament o reduir amb la vida sedentària.
  - ◆ **Sexe:** Té relació amb el % de massa muscular. La força dependrà de la quantitat de múscul i no del tipus de múscul. Dos individus de diferent sexe amb el mateix pes muscular tindrien la mateixa força física.
  - ◆ **Pes:** Varia segons l'edat (variació de la massa muscular i massa de greix). El pes està relacionat amb la força sempre que es parli en relació a la massa muscular. (Pes: Ossi, muscular, vísceres, residual).
  - ◆ **Entrenament:** produeix l'hipertrofia muscular:
    - ◇ Augment de capil·lars.
    - ◇ Augment de mitocondries
  - ◆ **Substàncies externes:** amfetamines, hormones anabolitzants (afecten a les fibres II) i hormones del creixement.

\* La relació força/pes = índex ergomètric. Operació que ens dona un valor referent ala força o diferents forces entre individus.

\* El múscul crearà la màxima força quan es trobi a un 120% de la seva contracció, produïda per: creació de ponts creuats i la seva mobilitat i per l'energia acumulada als tendons.

\*Relació Força / velocitat

\* Relació fibres musculars / força muscular.

\* La temperatura òptima del múscul (38 – 39°) fa que l'oxigen traspassi millor el múscul i també fa que hi



hagi menor fregament del mateix.

\* L'entrenament provoca la hipertròfia: adaptació del múscul a una càrrega no habitual. Dependrà de:

- Tipus de contracció que es treballi.
- A una intensitat 70 – 80%.
- Les contraccions excèntriques provoquen major hipertròfia que les concèntriques.
- Relació Força ( Velocitat es genera hipertròfia en qualsevol dels punts d'aquesta relació.

### **REPÀS FACTORS GENERALS 6 –11 – 03**

- Entrenament: l'entrenat provoca un augment de la massa muscular (hipertròfia) i del número de cèl·lules (hiperplastia). La intensitat entre 70 i 80% és la més eficaç perquè es desenvolupa molta força i es pot allargar en el temps.

Qualsevol càrrega superior a càrregues ordinàries, provoca que el múscul es defensi hipertrofiant-se.

Les contraccions excèntriques generen més hipertròfia perquè provoquen més tensió, tot i que també són més estressants i provoquen més dolor: no es poden mantenir tant temps.

La hipertròfia la poden desenvolupar amb molta força i poca velocitat i al revés.

L'entrenament que més hipertrofia és amb fibres IIb (ràpides)

– Ajuts ergogènics o dopatge:

- Amfetamines: inhibeix el reflex miotàtic invers (OTG). També estimulen la velocitat de transmissió dels estímuls.
- Anabolitzants: derivats d'hormones de la testosterona. Són virilitzants i actuen sobre IIb.
- STH(GH) o hormona del creixement.

\* Amb aquestes substàncies i entrenament s'aconsegueixen valors molt alts d'hipertròfia muscular.

\* Un múscul molt hipertrofiat estarà poc irrigat (poc oxigen), serà un múscul molt fatigable i dèbil davant de lesions (tendinitis).

Altres substàncies hipertrofiants:

- Creatina: és la base de la PC (fosfocreatina). Actua sobre IIb.

Ràpida via d'obtenció d'energia.

Les fibres IIb, són posseïdores de creatina i és el lloc on queda fixada.

Generen graus alts d'hipertròfia amb l'entrenament.

Atrofia muscular: en casos de parada i disminució de l'entrenament, disminueixen les fibres I, IIa i IIb. Hi ha un altre tipus d'atròfia que es dona amb l'envelliment, en el que disminueixen les fibres IIb. Hi ha mecanismes per disminuir efectes atrofics: electroestimulació.

### **SISTEMA CARDIORESPIRATORI**

El cor té quatre cavitats: aurícules dreta i esquerra i ventricles dret i esquerre, i està envoltat per un múscul que l'exprimeix.

Artèries: porten sang venosa amb diòxid de carboni i poc oxigen.

Venes: porten sang venosa amb oxigen i poc diòxid de carboni.

### **COMPONENTS DE LA SANG:**

La sang està formada per un component sòlid / cèl·lules sanguínies) i per un component líquid (plasma).

- **Plasma:** format principalment per aigua, proteïnes (albumina, globulina i fibrinogen), hidrats de carboni (glucosa), lípids, electrolits en petites quantitats ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^+$ ).
- **Cèl·lules sanguínies:** tres grans famílies de cèl·lules:
  - ◆ **Sèrie vermella:** té funció de transport (oxigen i diòxid de carboni). Coneguts com a glòbuls vermells, hematies o eritròcits. (Els homes  $5 \times 10^6/\text{mm}^3$  i les dones  $4.5 \times 10^6/\text{mm}^3$ ). Al voltant d'un 1% es troben als hematies joves anomenats reticulòcits.
  - ◆ **Sèrie blanca:** té una funció immunitària. Existeixen dos tipus de glòbuls blancs o leucòcits ( $6000 - 9000/\text{mm}^3$  de sang):
    - ◇ Granulòcits: neutròfils 60%, eosinòfils 1-3%, basòfils menys d'1%.
    - ◇ Agranulòcits: monocits 30%, linfòcits 5 - 10%.
  - ◆ **Plaquetes:** tenen la funció de coagulació. Tap a les ferides on hi ha pèrdua de sang. També conegudes com a trombòcits ( $150000 - 400000/\text{mm}^3$ )

### **Funcions de la sang:**

- Transport (nutrients)
- Captar l'oxigen dels pulmons: funció respiratòria.
- Termoregulació: augmentat o disminuint, la sang, tindrem més calor o més fred.
- Funció metabòlica: fa que el pH es mantingui en el 7.2 - 7.4. Si el pH baixa, s'activa l'acidesa si puja s'activa l'alcalinitat. En activitat física, quan es produeix àcid làctic, baixa el pH. Per evitar-ho i poder treballar més temps hi ha un taponament de bicarbonats.
- Immunitat.
- Coagulació.

**VOLÈMIA:** Quantitat de sang (90% aigua, glucosa, lípids, triglicèrids) que tenim. (Homes: 6l, dones 5.6l).

Estar dins dels % és important sinó podríem tenir infeccions.

Trombòcits o plaquetes: coagulació: evita que perdem sang. Així les plaquetes s'ajunten i tapen la ferida.  $150000$  i  $400000/\text{ml}$  sang.

**HEMATÒCRIT:** relació entre la part sòlida i la líquida de la sang. La relació entre el número de cèl·lules i la quantitat total de sang.

Si a un esportista li treiem 100ml de sang: la part sòlida ens dones seria el 40% i en homes el 45%. Això serien els glòbuls vermells, blancs i plaquetes.

**ENTROPOIETINA:** responsable de cèl·lules de la producció de glòbuls vermells. S'altera per la quantitat de cèl·lules de la sang, però també per l'aigua de la mateixa.

Glòbuls vermells, membrana cel·lular, i citoplasma ocupat per l'hemoglobina, que és una proteïna.

No es poden mantenir per ells mateixos. Així que hi són durant uns 120 dies i després desapareixen. Envelleixen. Es creen al moll de l'os.

L'òrgan que els treu de la sang és la melsa.

Cortimax: desapareixen glòbuls vermells i en neixen d'altres, però mai tots a l'hora.

Si no tenim melsa hi ha altres òrgans que en produeixen però ho fan pitjor.

Capacitat de saturació de l'hemoglobina: capacitat d'unir-se a l'oxigen o al diòxid de carboni.

Homes: 15 gr d'hemoglobina/100ml de sang.

Dones: 12'59gr d'hemoglobina / 100ml de sang.

Tenim globina rodejada per quatre hemoglobines on hi ha ferro (aquest té la capacitat de fixar oxigen). Quan una globina té tot de ferro a les seves hemoglobines, diem que estem saturats al 100%.

Per tal que l'oxigen passi de la sang a les cèl·lules ha d'estar lliure. El que està unit a l'hemoglobina no pot passar. Quan l'hemoglobina està en una saturació alta, l'oxigen no passa i s'ha d'alliberar.

En necessitem molts:

- Aminoàcid
- Coure
- Vitamina B12
- Ferro. EL que dona més problemes. Es perden molt. Normalment tenim 4gr. El 65% està unit a l'hemoglobina. El 35% és a la sang. Lligat a la ferritina (dona la informació sobre el ferro ingerit en les 2 o 3 últimes setmanes). També el trobem a la transferretina (menys de l'1%). El ferro lliure ens dona informació sobre el ferro de 2 o 3 dies abans.

### **Mecanismes pels quals perdem ferro:**

- Descamació intestinal.
- Suor
- Hemorràgies(per on se'n perd més): per molt petita que sigui es perden. Les dones en perdran molt més per la menstruació.
- Quan perdem ferro tenim més capacitat per absorbir-ne dels aliments. La vitamina C millora l'absorció, però la cafeïna i la teina la disminueixen.

### **Canvis sanguinis secundaris a l'exercici físic.**

- **Adaptacions agudes:**
  - ◆ Volum plasmàtic:
    - ◇ Pèrdues per sudoració, respiració.
    - ◇ Pas del líquid als múscul.
  - ◆ Hemoconcentració:
    - ◇ Per sortida i pèrdua de líquid. Rentofília fisiològica.
- **Adaptacions cròniques:**
  - ◆ Augment de la volúmia:
    - ◇ Número total de cèl·lules (més capacitats de transport d'oxigen).
    - ◇ Augment del plasma (pot haver-hi hemodilució).

## COR

**Miocard:** massa muscular que es contrau per moure la sang. Està format per dos tipus de cèl·lules (fibres musculars):

- **Cèl·lules contràctils:** forma potencials d'acció involuntàriament. Estretament unides les unes amb les altres, perquè no es separin durant la contracció. L'estímul passa de cèl·lula a cèl·lula.
- **Cèl·lules elèctriques:** el múscul cardíac té la capacitat única de generar la seva pròpia senyal elèctrica, anomenada autoconducció. Aquestes cèl·lules elèctriques es troben en els quatre components del sistema cardíac de conducció:
  - ♦ **Nòdul sinoauricular:** potencial d'acció: 60 – 70 per minut. És qui marca els batecs.
  - ♦ **Nòdul auriculoventricular:** potencial de descàrrega: 45 – 55 per minut. És més lent que l'altre, però, si el primer falla, aquest pot enviar potencials d'acció.
  - ♦ **Feix de Hiss:** 30 – 40 per min. Per si falla el segon nòdul.
    - ◊ Branca dreta Xarxa de cèl·lules elèctriques: **Xarxa de PURKINJE**
    - ◊ Branca esquerra (marcapassos cardíac) 15 per minut.

## MIOCARDI

\* **Excitabilitat:** es poden generar potencials d'acció.

\* **Contractibilitat:** es creen ponts creuats.

\* **Automatisme:** l'excitabilitat en alguns punts s'automatitza.

\* **Conducció:** poden transmetre els potencials d'acció entre fibres musculars.

Va entrant  $Ca^{+}$  fins al llinar. Depenent de quina sigui la cèl·lula que produeix els batecs, necessitarà més Calci o menys. Si funciona el primer els altres ja no fa falta.

## CICLE CARDÍAC 25/11/03

**SÍSTOLE** (contracció) : auricular i ventricular (passa la sang als ventricles). S'expulsa la sang del cor i es buiden les cavitats

**DIÀSTOLE** (relaxació): auricular i ventricular. S'omplen les cavitats

Coincideixen la sístole ventricular i la diàstole auricular.

Mesura de l'activitat cardíaca.

**VMC ( volum minut cardíac):**  $F_c (60 - 70) \times \text{Volum sistòlic} = 70 - 90 \text{ ml en repòs}, 150 - 200 \text{ ml màxim}.$

$\text{VMC repòs} = 70 \text{ ml} \times 60 \times' = 4200 \text{ ml} = 4,2\text{L}$

$\text{VMC màxim} = 200 \text{ ml} \times 200 = 40000 \text{ ml} = 40\text{L}$

**PRINCIPI DE FICK:** diferència en volum de sang de la que entra als músculs a través d'artèries i la que surt a través de venes.

consum d'oxigen.

**VO2 màx.** = VMC màx. x màx. diferència (artèriovenosa) O2

**VO2 repòs** = VMC mín. x mín. diferència (artèriovenosa) O2

Artèria: 20 ml O2 x 100 ml sang.

Vena: 15 ml O2 x 100 ml sang.

**VMC = Volum sistòlic x Freqüència.**

Centre cardiorespiratori: utilitza la via simpàtica per augmentar la freqüència i la via parasimpàtica per disminuir la freqüència. Ordres de:

- Còrtex motor.
- Baroreceptors arterials (pressió sanguínia).
- Quimiorceptors arterials (quantitat d'oxigen i diòxid de carboni)
- Quimiorceptors dels teixits.

**Volum sistòlic:** depèn de dos elements:

- **Precàrrega** : quantitat de sang que arriba al cor (retorn venós). Depèn:
  - ♦ De la posició del cos: segons si s'ha de lluitar contra la gravetat o no.
  - ♦ Del tipus de contracció muscular. En exercicis dinàmics la contracció musculars ajuda a que la sang arribi al cor. No així en els estàtics.
  - ♦ Dels afectes de la respiració: en el moment de la respiració arriba més sang al cor.
    - ◇ Passiva
    - ◇ Exercicis de contraccions.
- **Post – càrrega**: allò que dificulta la sortida de sang (resistències perifèriques). Depenen del sistema circulatori:
  - ♦ Fregament intern: serà major amb sang espessa. Dependrà de l'hematocrit.
  - ♦ Fregament extern: depèn d'artèries i venes:
    - ◇ De la longitud del sistema de conducció.
    - ◇ Del diàmetre dels tubs de conducció (tensió arterial).

**Volum telediastòlic:** quantitat de sang que hi ha al ventricle esquerre al final de la diàstole. No s'expulsa el 100% de la sang.

**Volum residual:** VTD (Volum telediastòlic) – volum sistòlic

**Fracció d'eyecció %** = volum sistòlic / VTD x 100. la quantitat de sang que el cor és capaç d'expulsar. Quantitat que entra i quantitat que surt.

**Reserva cardíaca:** VMC màx. – VMC repòs / VMC repòs x 100

## **SISTEMES DE CONDUCCIÓ DEL SISTEMA CIRCULATORI** 27/11/03

### **Sistema arterial:**

- Artèria
- Arteriola
- Capil·lars arterials: situats a l'interior dels òrgans, són vies d'intercanvi (oxigen, diòxid de carboni i nutrients).

\* El punt de partida d'aquest sistema és l'artèria aorta.

\* Els capil·lars arterials deixen tot l'oxigen a les cèl·lules. En aquest moment s'unifiquen i formen els capil·lars venosos, encarregats de recollir tot el diòxid de carboni de les cèl·lules. Aquests capil·lars venosos s'unifiquen i forma les cèl·lules i a mesura que s'apropen al cor augmenten la seva mida i formen les venes.

### **Sistema venós:**

- Capil·lars venosos.
- Vènules.
- Venes.

\* La suma del diàmetre dels capil·lars és molt més gran que el diàmetre de l'artèria aorta (punt de sortida de la sang).

A mesura que la sang s'allunya de l'artèria aorta la pressió d'aquesta disminueix, sent zero al punt d'arribada de la sang a l'aurícula dreta.

A més distància del cor, la mateixa sang estarà distribuïda per major superfície.

\* Els dos paràmetres que ens parlen de **l'activitat sanguínia**

• **La tensió arterial:** pressió que exerceix la sang a les parets arterials. Si tallem una artèria:

- ◆ Endoteli: teixit en contacte amb la sang.
- ◆ Mesoteli.
- ◆ Epiteli: teixit muscular llis de contracció voluntària.

Quan les fibres musculars del mesoteli es contrauen, les artèries es fan més petites, es dona la vasoconstricció i quan es relaxen, aquestes augmenten, es dona la vasodilatació.

Aquest sistema de dos fases es dona conjuntament, envien la sang a aquelles zones amb demanda d'oxigen, que es la mateixa que s'ha disminuït en una altra zona del cos que necessitava més aport.

- Les artèries i les arterioles determinaran el flux sanguini.
- Aquesta força que exerceix la sang sobre les parets arterials, no és constant.
  - ◆ Durant la sístole l'aorta s'omple de sang, la qual pressionarà les parets donant el punt de tensió arterial màxima de la circulació de la sang. Tensió arterial sistòlica.
    - ◇ Persones de menys de 65: 145 mmHg.
    - ◇ Persones de més de 65: 150 mmHg. (es pot donar hipertensió arterial)
    - ◇ Es troba relacionada amb el flux sanguini.
  - ◆ Durant la diàstole l'aorta ha quedat buida, per tant la tensió arterial disminueix. Tensió arterial diastòlica.
    - ◇ Persones de menys de 65 anys: 90 mmHg.
    - ◇ Persones de més de 65: 95 mmHg.
    - ◇ Relacionada amb la vasodilatació del sistema arterial.

Les fases de la tensió arterial són molt clares i separades a mesura que ens apropem al cor.

La Tensió arterial s'expressa: Ex: 120/80 mmHg

Defineix la diferència de pressions al llarg del sistema circulatori.

La tensió arterial pot ser:

- Tensió arterial 120 / 50 : a la sortida artèria aorta.
- Tensió arterial mitja 60 / 39 : mig circuit.
- Tensió arterial = 0 : a l'arribada per la vena a l'aurícula dreta.

- **El flux sanguini:** quantitat de sang que circula pel sistema circulatori.

Flux = Part inicial – part final / resistències (de les artèries i venes que ofereixen a la sang).

\* Pressió de filtració: és l'equilibri entre el conjunt de pressions de dintre els capil·lars i el de les cèl·lules. Facilita la difusió dels components de la sang (oxigen i nutrients) a la cèl·lula i viceversa, on la cèl·lula desprèn el seu diòxid de carboni.

- Sang:
  - ◆ Pressió hidrostàtica capil·lar = 25 mmHg.
  - ◆ Pressió osmòtica capil·lar = 2 mmHg.
- Cèl·lula:
  - ◆ Pressió hidrostàtica cel·lular = 25 mmHg.
  - ◆ Pressió osmòtica cel·lular = 3 mmHg.

\* El volum sistòlic augmenta durant l'activitat física i s'aconsegueix un volum més gran respecte als sedentaris.

\* La freqüència cardíaca durant l'activitat física, és inferior en esportistes. Augmenta linealment fins a la freqüència cardíaca màxima.

\* A major participació muscular en un exercici (augmentarà la vasodilatació), això farà que caiguin més ràpidament les resistències perifèriques.

\* La tensió arterial diastòlica és variable durant l'activitat física i depèn de les resistències perifèriques.

\* A persones amb problemes de tensió arterial es recomana activitat física amb poca intensitat però amb la participació de molta massa muscular.

\* El flux sanguini total també variarà durant l'entrenament.

- Flux sanguini total : Volum minut cardíac total

Aquest volum de sang no es troba en les mateixes proporcions en els òrgans i aparells corporals: En estat de repòs:

- ◆ 15 – 20% sang: massa muscular
- ◆ 4,5% sang: cor
- ◆ 15% sang: sistema nerviós
- ◆ 20 – 25% sang: aparell digestiu.

Durant l'entrenament el canvi més accentuat es dona als músculs. Passen a tenir 80 – 85% de la sang total del cos.

Durant aquesta fase, a l'aparell digestiu també s'hi donarà un canvi important amb la baixada considerable del volum sanguini respecte a l'estat de repòs. Aquest fet es produeix com a conseqüència de que quan realitzem

activitat física hem d'haver finalitzat la digestió, en cas contrari es donen els talls de digestió.

\* Diferència (artèria – vena) d'oxigen:

- La sang arterial que ve dels pulmons i arriba al cor, té una concentració de 19 ml O<sub>2</sub> / 100 ml sang (en condicions normals).
- La sang venosa que arriba a l'aurícula dreta té una concentració de 15 ml O<sub>2</sub> / 100 ml sang (en condicions normals).

Durant l'entrenament la concentració venosa pot arribar a ser 5 ml =O<sub>2</sub> / 100 ml sang (mai arribarà a zero). La sang arterial mai variarà la seva concentració. Segons la intensitat de l'exercici, la diferència d'oxigen entre artèria i vena variarà.

## **SISTEMA RESPIRATORI.**

El sistema respiratori està format:

- **Vies aèries:** condueixen l'aire i el preparen per a l'intercanvi.
- Superiors: boca, nas(faringe), laringe i tràquea.
- Inferiors: final de la tràquea, bronquis (dret i esquerre), bronquiol principal, bronquiols secundaris, conductes alveolars (sac alveolar: zona d'intercanvi de gasos. S'infla durant la respiració i mitjançant el contacte amb un capil·lar es produeix l'intercanvi de gasos).

Les vies aèries tenen la funció d'acondicionar l'aire que arriba als conductes per tal de que es pugui donar l'intercanvi de gasos. Aquest treball el faran:

- Escalfant l'aire. Augmentant la temperatura.
- Netejant l'aire.
- Humidificant l'aire.
- **Zona d'intercanvi:** és la zona de respiració. Els pulmons estan envoltats per dues membranes: pleura pulmonar, que envolta els pulmons i la pleura parietal, enganxada a les costelles i als músculs intercostals.

\* La musculatura participant en la respiració:

- procés involuntari
- Relaxació diafragmàtica.
- Expulsió de l'aire.
- Es dona 12 – 16 cicles / minut.

MÚSCULS INSPIRATORIS

MÚSCULS EXPIRATORIS

REPÒS

Diafragma

Procés passiu

EXERCICI SUB MÀXIM



Diafragma. Músculs intercostals exteriors, aixequen les costelles, s'estiren cap als costats. Músculs escalens (1ª i 2ª costella).

Músculs intercostals interns.

## EXERCICI MÀXIM

Múscul anteriors. Esternocleidomastoideo. Múscul trapezi claviclar.

Múscul de la paret abdominal.

A mesura que augmenta la intensitat de l'exercici augmenta la participació muscular.

## MESURA DE L'ACTIVITAT PULMONAR:

- **VOLUM CORRENT:** quantitat d'aire que entra – surt dels pulmons durant un cicle normal = 0'5l.
- **Volum de reserva inspiratòria:** quantitat d'aire màxim que podem fer en una inspiració = 3l.
- **Volum de reserva espiratòria:** volum d'aire que podem espirar després d'una inspiració màxima = 1'5l.
- **Volum residual:** és el volum d'aire que es queda als pulmons i que no pot espirar = 1l. No es mesura directament.
- **Cavitat vital:** quantitat d'aire que podem expulsar després d'una espiració màxima. Varia segons la persona i la mida de la caixa toràcica. És la suma dels tres paràmetres anteriors, excepte el residual.
- **Volum espiratori màxim per segon:** quantitat màxima d'aire que podem expulsar per segon. Té una relació amb la capacitat vital.
- **Volum minut respiratori:** quantitat d'aire que entra – surt / minut.

$$\text{VMR} = \text{FR} \times \text{volum corrent}$$

$$\text{VMR} = \text{volum alveolar} + \text{EMA}$$

\* **EMA:** espai mort anatòmic: espai per on es perd part de l'aire que inspirem (conductes de circulació de l'aire).

$$\text{Índex de Tiffermean} = \text{volum espiratori màxim per segon} / \text{capacitat vital} \times 100 = \%$$

Ens indica el % d'aire que pot omplir els pulmons, podem espirar en 1%.

\* Aquest índex és baix en:

- Fumadors
- Bronquítics crònics.
- Asmàtics.

Membrana alveolo – capil·lar

- Líquid surfactant
- Neumòcits.
- Epiteli basal alveolar.
- Espai intersticial.
- Membrana basal capil·lar
- Cèl·lules endotelials (membrana glòbuls vermells)

El 97% de l'O<sub>2</sub> que transportem està unit a l'hemoglobina i està dins els glòbuls vermells i el 3% restant va sol.

## **INTERCANVI DE GASOS**

- Entrada d'aire. Ventilació alveolar (V<sub>c</sub>, FR)
- Factors que afecten a la membrana al·vèolo – capil·lar:
  - ◆ Superfície d'intercanvi.
    - ◇ Número d'alvèols.
    - ◇ Número de capil·lars.
    - ◇ Flux sanguini.(VMC)
  - ◆ Gruix membrana.
- Factors que afecten a la difusió dels gasos:
  - ◆ Difusió O<sub>2</sub>
  - ◆ Difusió CO<sub>2</sub>.

Durant l'activitat física és important l'intercanvi. En repòs, només s'utilitza 1/3 dels alvèols. En activitat augmenta el número d'alvèols i capil·lars. Com més inflen la caixa toràcica més fàcil és l'intercanvi.

De la diferència de pressions en depèn l'intercanvi d'O<sub>2</sub>. Com més diferent sigui aquesta pressió, més fàcil serà l'intercanvi, ja que els gasos tendeixen a igualar-se.

Quan la sang surt dels pulmons té una pressió parcial de 100 mmHg. Més superfície de membrana i menys doblada facilitaran l'intercanvi.

100% de saturació de l'hemoglobina = 1'34 ml O<sub>2</sub> / gr. Hb.

Tota la capacitat de transport està ocupada. Tots els grups Hb. estan ocupats.

L'hemoglobina un cop arriba als pulmons ha de deixar anar l'oxigen i això comporta la disminució de la saturació.

Quan tenim molt oxigen disponible, l'hemoglobina es satura al 100%, ja que capta tot l'oxigen que pot. Si donem oxigen als músculs l'hemoglobina n'allibera.

Augment de la saturació d'hemoglobina = disminució de l'oxigen lliure.

Disminució de la saturació de l'hemoglobina = augment de l'oxigen lliure.

Augment de la temperatura

Disminució del pH. Hemoglobina menys saturada i més oxigen lliure.

Augment del volum de CO<sub>2</sub>

VO<sub>2</sub> ----- VCO<sub>2</sub>

Consumit Produït  $QR = VCO_2 / VO_2 = 0'8$  (per trobar el llindar anaeròbic)

100 ml 80 ml

## **METABOLISME**

Contracció

Relaxació

ATP

METABOLISME

PC Hidrats de carboni Lípids Proteïnes FONTS D'ENERGIA

Sense consum d'oxigen Consum d'oxigen

Sistema anaeròbic Sistema anaeròbic Sistema aeròbic

alàctic làctic

Localització, vies, enzims, capacitats, potència, inèrcia, recuperació, rendiment.

DEFINICIÓ: totes aquelles reaccions químiques i físiques que tenen lloc dins les cèl·lules del nostre organisme per tal que aquestes es mantinguin en vida.

- Catabolisme: degradació de molècules grans. Per poder utilitzar els nutrients. Durant l'exercici físic estan més estimulades, aquestes reaccions.
- Anabolisme: síntesi de formació de molècules grans. Molt estimulades en el moment de repòs, després de fer activitat física.

\* Metabolisme energètic: estudi dels processos químics que permeten obtenir energia.

- ATP: forma com donem energia al múscul. Molècula (nucleòtid) format per: adenina + ribosa + tres enllaços fosfat. Adenosintrifosfat.

ATP al múscul: 5 mmols / Kg.

Com que és una quantitat molt petita, constantment haurem de formar ATP, a partir de:

- Fosfàgen: fosfocreatina (PC)
- ADP:
- Sucres o hidrats de carboni (HC): glucosa, glucogen (al múscul del fetge, magatzem de glucosa).
- Greixos o lípids: àcids grassos (dins el múscul en forma de triglicèrids, glicerol i 3 ag)
- Proteïnes (aminoàcids): s'utilitza en activitat física llarga. Com a última opció.

CLASSIFICACIONS

- Consum d'oxigen: sistema aeròbic (oxidació): font d'energia (HC, lípids, proteïnes + oxigen.
- Sense consum d'oxigen: sistema anaeròbic: font d'energia
  - ◆ Alàctic: sense àcid làctic (PC i ADP utilitzaran aquesta via per generar ATP)
  - ◆ Làctic: es produeix àcid làctic. Fa que s'hagi d'aturar l'activitat física (HC).

SISTEMA ANAERÒBIC ALÀCTIC

Enzims: fosfocreatina + ADP ----- Creatina + ATP Es realitza al citoplasma

Creatinfosfokinassa (CPK) (s'analitza en la biòpsia)

Reaccions

També es realitza al citoplasma.

## VIA ENERGÈTICA

- Capacitat: quantitat total d'ATP que pot produir una via energètica. Mmols totals x Kg de pes.
- Potència: màxim ritme de producció d'ATP x minut. Mmols x Kg x minut.
- Inèrcia: temps necessari per a que la via assoleixi el ritme de producció d'ATP requerit. Segons o minuts.
- Recuperació: temps necessari per a que la via pugui tornar a funcionar a ple rendiment. Minuts o hores.
- Durada: temps que podríem mantenir un esforç utilitzant una via. Segons, minuts, hores.

## SISTEMA ANAERÒBIC LÀCTIC

- Fonts o substrats energètics:
  - ◆ Hidrats de carboni:
    - ◇ Glucosa de la sang
    - ◇ Glucogen muscular: grànuls de glucosa units entre ells.
    - ◇ Glucogen hepàtic.
- Reaccions:
- Entrada de la glucosa a la cèl·lula muscular
  - ◆ Difusió facilitada:
    - ◇ A favor de gradient (de més a menys concentració)
    - ◇ Transportador GLUT4
    - ◇ No utilitza energia.
  - ◆ Els diabètics tenen un problema amb el transportador GLUT4. la glucosa es queda a la sang.
- Unió de la glucosa amb fosfat.

Glucosa ----- G - 6 - P P

ATP/ADP

La glucosa 6 fosfat ja no pot sortir de la cèl·lula.

- Degradació de la glucosa a 2 piruvats (glucòlisi)
- Pas de piruvat a àcid làctic

- Rendiment de la glucosa de la sang:

Glucosa: 2 àcids làctics + 2 ATP.

- Rendiment de la glucosa del múscul:

G - 6 - P: 2 àcids làctics + 3ATP.

## ENZIMS

- $G - 6 - P \longrightarrow 2 \text{ piruvats}$

Fosfofructokinassa (PFK), (és sensible als nivells d'àcid i es bloqueja i fa disminuir la producció d'ATP. Es pot modificar amb l'entrenament)

- Piruvat  $\longrightarrow$  àcid làctic

Lactatdeshidrogenassa (LDH), (és diferent en les fibres musculars de concentració ràpida (farà reacció molt ràpid) i lenta (tardarà més a fer la contracció, si l'arriba a fer)

## SISTEMA AERÒBIC O OXIDACIÓ

- Fonts o substrats energètics:
  - ◆ Hidrats de carboni
  - ◆ Lípids
  - ◆ Proteïnes.

## OXIDACIÓ DELS HIDRATS DE CARBONI

- Fonts o substrats energètics:
  - ◆ Glucosa de la sang
  - ◆ Glucogen muscular
  - ◆ Glucogen hepàtic

- Reaccions:

1, 2, i 3 són les mateixes que en el sistema anaeròbic làctic.

- Entrada del piruvat a la mitocondria i transformació en Acetil - CoA.
- Cicle de krebs

Acetil - CoA  $\longrightarrow$   $CO_2 + NADH_2 + FADH_2 + GTP$

- Entrada a la cadena respiratori.

$NADH_2, FADH_2 \longrightarrow ATP + H_2O$

Als plects de la membrana interna de les mitocondries. I al seu interior és on es produeix el cicle de Krebs.

$Glucosa + 6 O_2 \longrightarrow 36 ATP + 6 CO_2 + 12 H_2O$  (de la sang)

\* A la cadena respiratòria, a la membrana interna de les mitocondries.

Si la glucosa no ve de la sang, sinó del glucogen, tindrem 37 ATP.

38 - 39 si ve del múscul cardíac.

## ENZIMS

- Piruvat  $\longrightarrow$  Acetil - CoA

Piruvat deshidrogenassa (PDH) (fa que entri a la mitocòndria i no es converteixi en lactat. Enzim clau en oxidació dels hidrats de carboni. Més en els esportistes de fons.

- Acetil – CoA ----- Citrat (cicle de krebs)

Citrat sintetassa (CS)

- Cadena respiratòria (membrana interna mitocòndria)

Citocroms

\* Els tres enzims augmenten en esportistes de resistència.

\* Quan utilitzem la via aeròbica, no aprofitem tota la capacitat de producció d'ATP.

\* Oxidació d'Hidrats de carboni és més lenta perquè té moltes reaccions per tant menys potència que les altres. La intensitat de l'esforç és més baixa.

\* La oxidació d'hidrats de carboni triga més a posar-se en marxa, utilitza molts més enzims.

### **OXIDACIÓ DELS LÍPIDS**

- Fonts o substrats energètics:
  - ♦ Lípids (C, H, O).
    - ◊ Àcids grassos (equivalent a la glucosa)
    - ◊ Triglicèrids del teixit adipós).
    - ◊ Altres triglicèrids
- Localització de les fonts de les reaccions:
  - ♦ Sarcoplasma de la fibra muscular. (part i reserva de les reaccions)
  - ♦ Mitochondries de la fibra muscular (reaccions)
  - ♦ Teixit adipós (reserves de triglicèrids)

### **REACCIONS**

- Transport dels lípids per la sang.

Àcids grassos + albúmina. Triglicèrids + lipoproteïnes.

S'han d'unir a proteïnes perquè sinó formarien taps, embòlies.

- Degradació dels triglicèrids a àcids grassos.
- Activació dels àcids grassos.
- Entrada dels àcids grassos a la mitocòndria.

La carmitina fa efecte si està a la membrana mitocondrial, sinó no serveix.

- Beta – oxidació.
- Cicle de Krebs. 3 NADH2

1 FADH2

1 GTP

2 CO<sub>2</sub>

- Cadena respiratòria

## RESUM

Àcid palmític + 23 O<sub>2</sub> ----- 129 ATP + 16 CO<sub>2</sub> + 130 H<sub>2</sub>O

\* Molta més capacitat de formació d'ATP. Molt poca potència.

## OXIDACIÓ DE LES PROTEÏNES (C, H, O, N)

\* A la cèl·lula funcionen totes les reaccions a l'hora. La única diferència serà el pes de cada sistema.

## RESUM REACCIONS

- FOSFÀGENS
  - ◆ PC + ADP ----- ATP + C
  - ◆ ADP + ADP ----- ATP + AMP
- HIDRATS DE CARBONI
  - ◆ Glucosa ----- 2 ATP + 2 lactats.
  - ◆ Glucosa + 6 O<sub>2</sub> ----- 36 ATP + 6 CO<sub>2</sub> + 12 H<sub>2</sub>O
- LÍPIDS
  - ◆ Palmític + 23 O<sub>2</sub> ----- 129 ATP + 16 CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- PROTEÏNES
  - ◆ Alanina + O<sub>2</sub> ----- 15 ATP + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

## CLASSIFICACIÓ DE LES ACTIVITATS FÍSQUES

### FOX:

- Activitat física < 30: l'aport serà del sistema anaeròbic alàctic (esprint). Fosfàgens.
- Activitat física 30 – 1'30: tots tres sistemes estan en funcionament. Dependran més de la glucòlisi i dels fosfàgens, però no tant de l'oxidació. (400m)
- Activitat física 1'30 – 3': glucòlisi i oxidació

IV) Activitat física > 3': oxidació.

El temps mesurat és a esforç màxim.

### DAL MONTE

- Activitats de potència < 20:
- Activitats de propulsió (salts)
- Activitats d'impuls (llançaments)
- Activitats de força (pes)
- Activitats de predomini anaeròbic de 20 – 40:
- Atletisme (200, 400m)
- Ciclisme
- Activitats aeròbiques – anaeròbiques massives de 40 – 4':
- Activitats de predomini aeròbic 4 – 5':
- Atletisme (3000m)

- Esquí de fons.
- Activitat aeròbic – anaeròbic alternant:
- Bàsquet.
- Futbol
- Voleibol
- Rugbi
- Activitats de destresa: important sol·licitud muscular, muscular postural, escassa muscular. Poc importants els requeriments energètics.

## **DETERMINACIÓ DEL METABOLISME**

- Definició de metabolisme: totes les reaccions químiques que es produeixen a l'interior del nostre organisme.
  - ♦ **Metabolisme basal:** nivell mínim de funcionament de les reaccions per mantenir el cos funcionant. Subjecte en repòs, amb una temperatura de 20°, sense estímuls. 1500 – 1800 Kcal/24h.
  - ♦ **Metabolisme de repòs:** és un 10% més elevat que el metabolisme basal. El subjecte no fa cap esforç, però no està completament en repòs.
  - ♦ **Metabolisme de treball:** el subjecte està realitzant un activitat física (cilcoargometre). Total – metabolisme basal = metabolisme de treball.

Una part de totes les reaccions del cos, es transformen en calor. Analitzant la quantitat de calor, podem mesurar el nivell de les reaccions.

- **Calorimetria directe:** mesura de la calor.

Sala aïllada de l'exterior. S'insufla aire ambiental. La sala està a 20°. Hi ha un circuit d'aigua, la qual entra a 20° i a la sortida es mesura la temperatura.

Problemes:

- ♦ Els aparells també produeixen calor.
- ♦ No alliberem tota la calor immediatament.
- ♦ La instal·lació és molt sofisticada.
- **Calorimetria indirecta:** estimació del consum calòric del subjecte a partir de l'anàlisi del consum d'oxigen (L). Si analitzem el consum d'oxigen i es transforma en Kcal, el resultat és quasi igual (1%).  
1L d'oxigen = 5 Kcal.
  - ♦ Sistemes de circuit obert: mesura de l'oxigen. Aire ambiental.

Aire: 20,9% oxigen, 0'03% diòxid de carboni, 72% nitrogen.

- ♦ Mòdul Flux: litre d'aire aspirat.
- ♦ Mòdul químic: % d'oxigen i % diòxid de carboni.
  - Obtenim: l'oxigen ventilat, el consum d'oxigen i el de diòxid de carboni.
- ♦ Sac de douglas: a natació: motxilla.
- ♦ Analitzadors de laboratori.
- ♦ Analitzadors de gasos, portàtils.

## **CONSUM D'OXIGEN (en repòs)**

- Unitats de mesura:
  - ♦ Volum d'oxigen absoluts. Global de tot l'organisme. Ml – l / minut.



- ◆ Volum d'oxigen relati. Relació amb el pes. ml / kg/ minut. VO2 absolut/ kg.
- Valors: Volum d'oxigen relatiu (repòs) 3'5 ml / kg / minut.
- Interpretació: quantitat d'ATP que prové de la via aeròbica. Expressió dels processos oxidatius que tenen lloc a l'organisme.
- Reserves de l'organisme:
  - ◆ Aire alveolar: 1800 – 2500 ml.
  - ◆ Sang (diluit o Hb): 600 ml.
  - ◆ Mioglobina: 150 – 500 ml.
  - ◆ Dissolt en el múscul: 100 ml.
  - ◆ TOTAL: 3000 ml.
- Evolució del volum d'oxigen durant l'activitat física de càrrega constant.

1.– Fase d'adaptació: si la càrrega és més alta, la fase d'adaptació serà més llarga. Activitat més intensa, més llarga és la fase.

Una persona entrenada i una no entrenada, la primera tindrà una fase d'adaptació més curta.

2.– Fase d'estat estable: Intensitat baixa, l'estabilització serà a un nivell més baix que en intensitat alta.

- Consum d'oxigen, durada i intensitat de l'exercici.

A més intensitat, la durada és més curta.

Arriba una intensitat que el consum d'oxigen és el màxim i el que passarà si augmentem la intensitat serà que disminuirà la durada.

**VO2 submàxim**: consum d'oxigen a la fase estable.

Nivell d'oxigen que es manté constant quan es realitza un esforç d'intensitat constant.

Indica que hi ha equilibri entre la producció d'ATP per via anaeròbica i les necessitats musculars.

**VO2 màxim**: encara que augmenti la càrrega el consum d'oxigen no augmenta.

Nivell més elevat d'oxigen que s'aconsegueix en una prova màxima i que no es pot superar tot i que es vagi incrementant la intensitat de l'esforç.

Indica el ritme màxim de producció d'ATP per via aeròbica del subjecte. Potència aeròbica màxima.

**VALORS DE REFERÈNCIA VO2 MÀX.**

**Nivells de consum d'oxigen màx. Valoració de la condició**

Menys de 30 ml/kg/min Molt dolenta

de 30 a 35 Dolenta

de 35 – 40 mediocre

de 40 – 45 mitjana inferior

de 45 – 50 mitjana superior

de 50 – 55 bona

de 55 – 60 molt bona

més de 60 excel·lent

## **DE QUÈ DEPÈN EL CONSUM D'OXIGEN MÀXIM?**

### **1) Factors interns – endògens**

- Factors centrals: tindran influència sobre el consum d'oxigen màxim independentment del volum de massa muscular.
  - ◆ Oxigen de l'aire inspirat.
  - ◆ Ventilació pulmonar
  - ◆ Difusió dels gasos de la membrana alveolo – capil·lar.
  - ◆ VMC.
  - ◆ Contingut i saturació de l'hemoglobina.
- Factors perifèrics: específics de la massa muscular que estigui treballant.
  - ◆ Irrigació muscular.
  - ◆ Difusió de l'oxigen per la membrana capil·lar.
  - ◆ Enzims oxidatius (piruvat deshidrogenassa)
  - ◆ Mitocondries.

$$VO_2 = VMC \times d(a - v) O_2$$

$$ml / min = ml / min \times ml O_2 / 100 ml sang$$

### **2) Factors externs – exògens.**

- Factors dependents de l'esforç:
  - ◆ Posició (dret més que estirat)
  - ◆ Massa muscular activa (ciclista – cicloergometre)
  - ◆ Nivell de condició física.
- Factors ambientals:
  - ◆ Temperatura ambiental. Si augmenta la temperatura, disminueix el consum.
  - ◆ Altitud, canvis de pressió.

## **VO2 INDEX DERIVATS**

- Eficiència mecànica:  $VO_2 / \text{velocitat (m / min)} = ml O_2 / kg \times m$
- Quocient respiratori:  $VCO_2 / VO_2 = ml CO_2 / ml O_2$
- Pols d'oxigen:  $VO_2 / Fc = ml O_2 / \text{batec}$ .

## **CONSUM D'OXIGEN I DÈFICIT D'OXIGEN.**

Litres d'oxigen que el subjecte hauria de consumir – els litres que realment està consumint.

El dèficit es produeix durant la fase d'adaptació. Quan arriba a la fase estable ja no hi ha dèficit.

En activitats d'intensitat elevada, superior al consum d'oxigen màxim, per molt que augmentem la intensitat no augmentarà el consum d'oxigen.

- **EVOLUCIÓ DE L'ACTIVITAT FÍSICA.**

- ◆ Inicial: baixa intensitat.
- ◆ Total: alta intensitat.
- ◆ En exercicis esglaonats: cada vegada que s'augmenta la càrrega hi ha una fase d'adaptació, per tant hi ha dèficit d'oxigen.

- **INTERPRETACIÓ:**

- ◆ Dèficit (submàxim): segons el que li costa al subjecte arribar a la fase estable. Més dèficit, més lenta l'activació de la via aeròbica.

Amb el dèficit d'oxigen es produeix àcid làctic. En subjectes entrenats la via aeròbica es posa en marxa més ràpidament.

- ◆ Dèficit màxim d'oxigen: màxima quantitat de dèficit d'oxigen que pot augmentar. En tapis, a 22 km/h i al 7% de pendent 3 minuts.

S'utilitza per calcular la capacitat anaeròbica màxima. Quantitat d'ATP que pot produir a partir de la via anaeròbica làctica i alàctica.

En subjectes entrenats serà més elevat. Velocistes. Activitats de curta durada i elevada intensitat.

En aquest dèficit també hi ha una petita quantitat d'energia que anem produint amb oxigen que hi ha al múscul.

**COPE:** consum d'oxigen post – exercici.

- **Definició:**

- ◆ Corba de consum d'oxigen després de l'exercici.
- ◆ Corba de recuperació de l'oxigen.
- ◆ Deute d'oxigen.
- ◆ Evolució del consum d'oxigen durant la fase de recuperació posterior a un exercici.

- **Unitats:** (L o ml d'oxigen / minut)

- **Fases:**

- ◆ Fase ràpida (3 – 5 min): comportament alàctic del COPE.
  - ◇ Resíntesi de les reserves de fosfocreatina.,
  - ◇ Recuperació de les reserves d'oxigen de la mioglobina.
  - ◇ Valors màxims:
    - 1 – 2L sedentaris.
    - 4 – 5L entrenats.
- ◆ Fase lenta (30 min a 1 – 2h): comportament làctic del COPE.
  - ◇ Neteja (eliminació) de l'àcid làctic
    - Oxidació (80%)
    - Gluconeogènesi (20%). Nova formació de glucosa a través d'una molècula que no es considerada un glucògen. A partir de l'àcid làctic tornem a formar glucògen.
  - ◇ Increment de la temperatura corporal.
  - ◇ Treball cardíac i respiratori.
  - ◇ Increment de les catecolamines.
  - ◇ Alteració de la eficiència mitocondrial.

Dins les cèl·lules l'àcid làctic es transforma en piruvat i aquest entra a la mitocondria i es transforma en ATP.

- ◆ Fase ultralenta: (24 – 48 h)
- ◇ Resíntesi del glucògen (G – 6 – P)

## **LACTACIDÈMIES**

Concentració del lactat (mmols / L) en sang i múscul.

## **EVOLUCIÓ DURANT L'ESFORÇ I LA RECUPERACIÓ.**

|                                    | Durant l'exercici                                                                                                                          | Recuperació              |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Intensitat baixa (50w)             | Augment suau. La sortida de l'àcid làctic és més gran que la capacitat de netejar de les cèl·lules. P>N.<br><br>Disminució altre cop. P<N. | Segueix disminuint. P<N. |
| Intensitat moderada<br>(50 – 100w) | Augment. P>N.<br><br>Es queda al mateix nivell. P=N.                                                                                       | Disminució. P<N.         |
| Intensitat elevada (150w)          | Augment. P>N                                                                                                                               | Segueix augmentant. P>N  |

Durant la recuperació no és que hi hagi producció, sinó que veiem el que ha passat fa uns minuts.

## **LACTACIDÈMIA I INTENSITAT**

1.– No hi ha molt increment de l'àcid làctic. A més intensitat de l'activitat hi ha molta més producció de lactat. Petits canvis en la intensitat signifiquen elevar molt més la producció.

## **QUÈ PODEM VALORAR AMB LES LACTACIDÈMIES?**

- Lactacidèmia: nivell de participació d'ATP a la via anaeròbica làctica.
- Lactat màxim: proves màximes de 2 – 3 min. Tolerància: capacitat total de produir ATP per la via anaeròbica làctica (Dal Monte II i III).
- Lactat en esforços submàxims:
  - ◆ Llindar aeròbic
  - ◆ Llindar anaeròbic.

## **LLINDARS I ZONES METABÒLIQUES**

|                                | FASE I                   | FASE II  | FASE III                 |
|--------------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| <b>Metabolisme predominant</b> | Aeròbic                  |          | Aeròbic + anaeròbic      |
| <b>Substrat preferit</b>       | HC < Lípids              |          | HC > lípids              |
| <b>Fibra muscular</b>          | ST                       | ST + Fta | ST + Fta + FTb           |
| <b>Intensitat relativa.</b>    | 40 – 60 %                |          | 65 – 90%                 |
| <b>% VO2 màx.</b>              |                          |          |                          |
| <b>Fc. (bmp)</b>               | 130 – 150                |          | 160 – 180                |
| <b>Lactacidèmia</b>            | Aproximadament 2 mmols/L |          | Aproximadament 4 mmols/L |

- **Llindar aeròbic:** intensitat d'esforç més baixa perquè arribi a produir un efecte entrenat (adaptació crònica).
- **Llindar anaeròbic:** intensitat a partir de la qual acumulem àcid làctic.

### APLICACIÓ DEL LLINDAR ANAERÒBIC

Llindar anaeròbic = 18 Km/h

Punt en que podrà fer una activitat física sense cansar-se. Indicador de funció física. Predir el rendiment en activitat de fons. 90% del llindar anaeròbic.

Efecte que ha produït l'entrenament. Analitzant la corba abans i després de l'entrenament.

Consum d'oxigen màxim determinat genèticament. Bo o mal rendiment en activitat física de més de 10 minuts.

### MÈTODES DE VALORACIÓ DELS LLINDARS

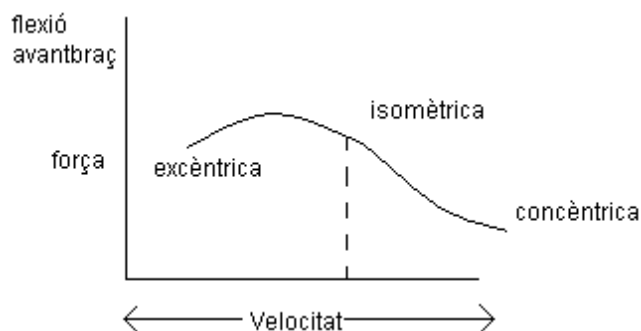
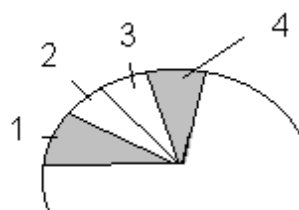
- Metabòlic.
- Ventilatori:
  - ♦ Llindar aeròbic (VT1)
  - ♦ Llindar anaeròbic (VT2)
- Test de conconi.

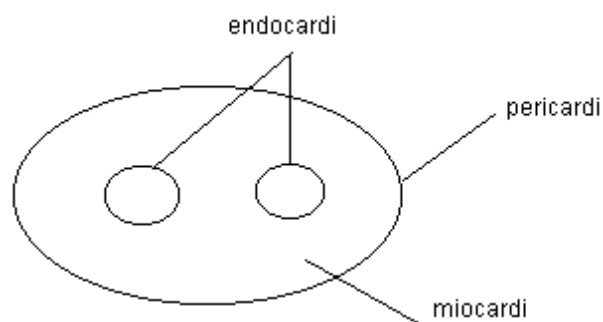
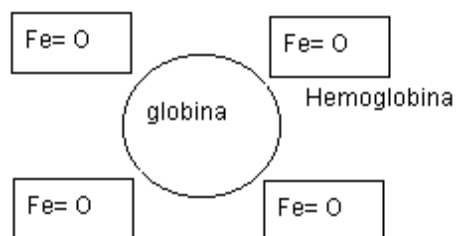
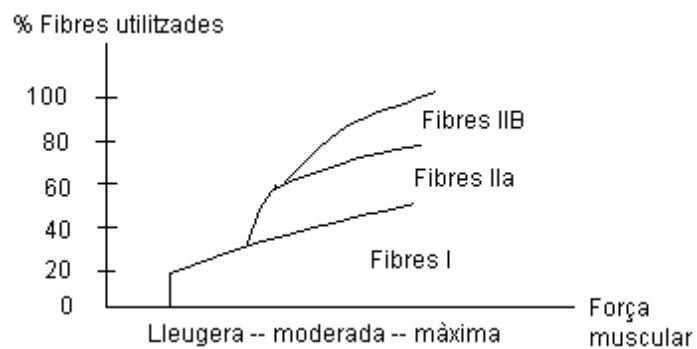
Hidrogenio + lactat = àcid làctic

Com eliminem l'àcid = amb bicarbonat

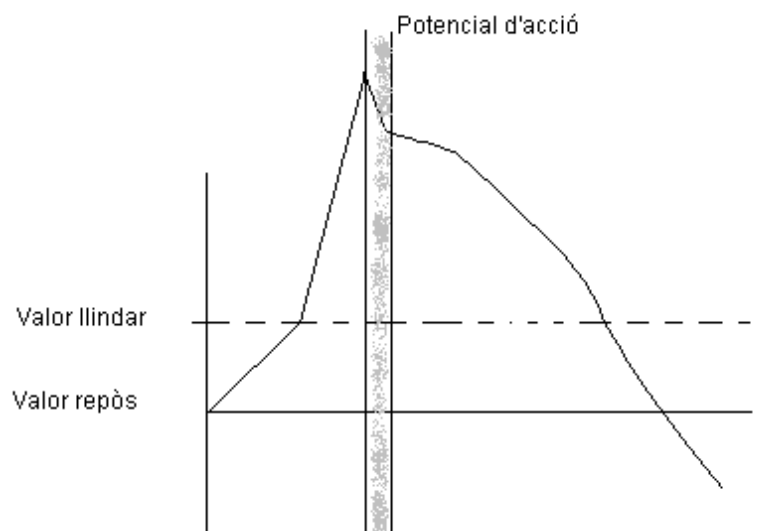
### **CRÍTQUES:**

- malaltia: no tenen àcid làctic, però també es produeix el canvi de respiració.
- Diferenciar neutralització (H+) d'àcid làctic de neteja (reciclar el lactat transformant-lo)





Visió superior



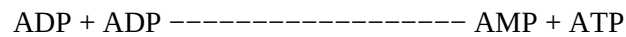
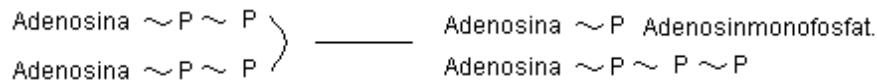
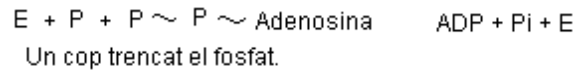
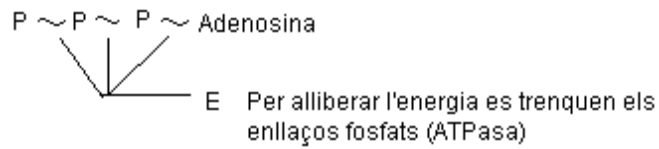
$$VO_2 = VMC \times \text{diferència (artèrio-venosa) } O_2$$

$$TA = TAS / TAD$$

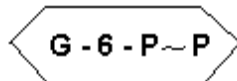
$$TA \text{ diferencial} = TAS - TAD$$

TA mitjana = TAD + 1/3 TA diferencial

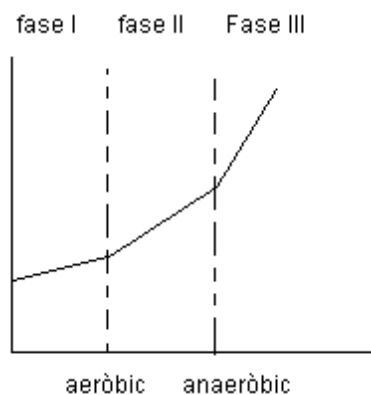
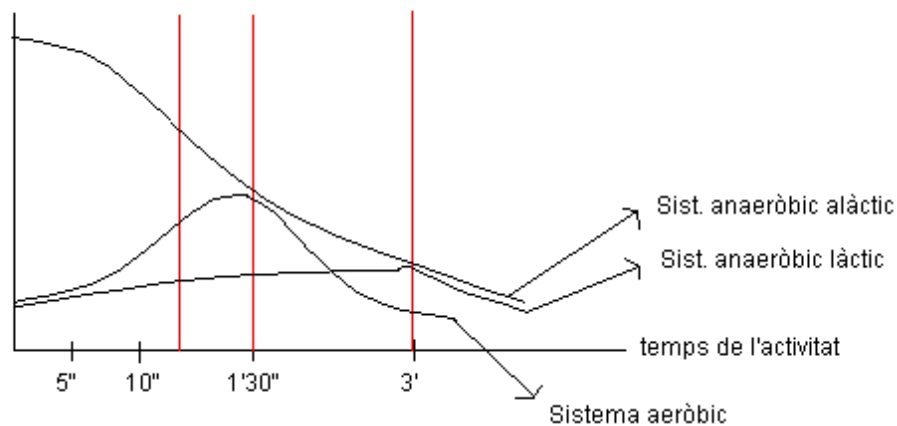
$$PF = (PHC + PO_{cel}) - (PH_{cel} - POC)$$

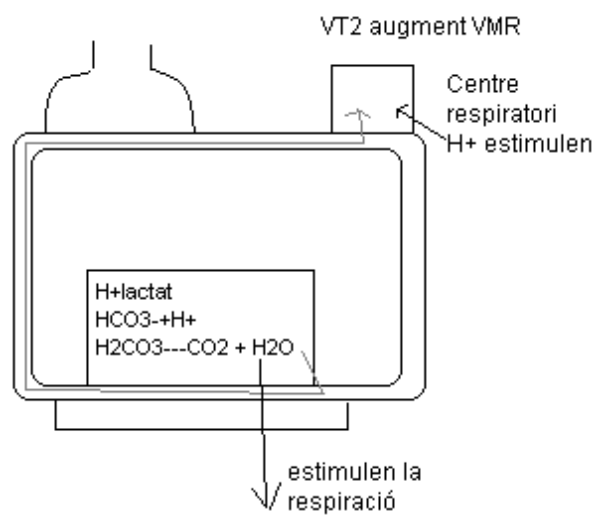
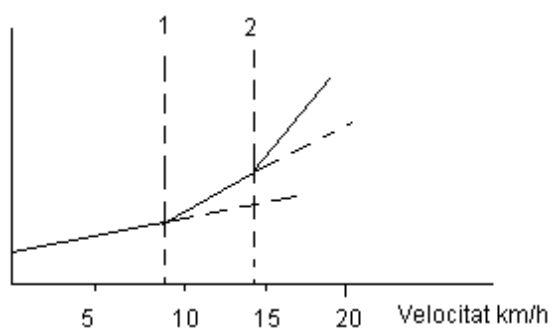
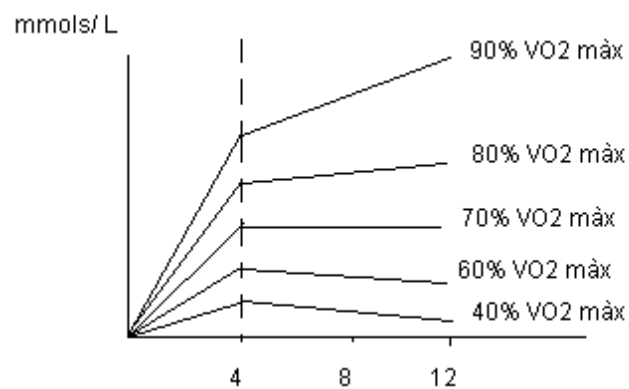


Miokinassa (MK)



Requeriments d'energia (ATP x min)





•