

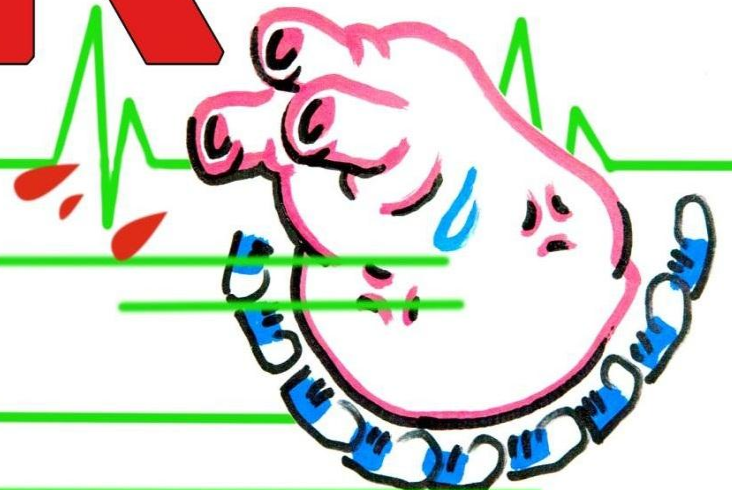
L'esport,

la millor

medicina

per al

COR



L'esport, la millor medicina per al cor

2011-2012
INS LO PLA D'URGELL

Només s'hi veu bé amb el cor.
L'essencial és invisible als ulls.

El Petit Príncep. Antoine de Saint-Exupéry

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	5
1.1 Presentació del tema	5
1.2 Objectius del treball	6
1.3 Metodologia	7
1.4 Dificultats sorgides al llarg del treball	8
2. L'ANATOMIA DEL COR I DEL SISTEMA CIRCULATORI EN GENERAL	12
3. FUNCIONAMENT DEL COR	12
3.1 Des del punt de vista de l'activitat mecànica: el múscul cardíac	12
3.2 Des del punt de vista elèctric: sistema de conducció del cor	16
3.3 Des del punt de vista bioquímic	19
4. FISIOLOGIA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR	20
4.1 Regulació del bombeig cardíac	23
4.2 Factors que relacionen tensió arterial, pols cardíac i múscul cardíac	25
5. RESPOSTA CARDIOVASCULAR A L'EXERCICI FÍSIC	27
5.1 Conceptes generals sobre l'activitat física	27
5.2 Paràmetres funcionals	30
5.3 Flux sanguini muscular	32
5.4 Modificacions de la pressió arterial en l'exercici	33
6. PROVES FUNCIONALS	35
6.1 Material i mètode	35
6.2 Resultats	37
7. CONCLUSIONS	55
8. GLOSSARI	56
9. BIBILOGRAFIA I WEBGRAFIA	59
10. AGRÀÏMENTS	60
11. ANNEXOS	61
11.1 Fitxa de recollida de dades	61
11.2 Entrevista al Dr. José-Ricardo Serra-Grima	62
11.3 Entrevista a la Dra. Amorós	65

1.INTRODUCCIÓ

1.1 Presentació del tema

Per qüestions d'entorn familiar, em moc en un ambient amb una elevada sensibilitat per a les malalties cardiovasculars i per les qüestions relacionades amb la mort. Això ha fet que l'interès per aquest tema sorgeixi quan, per una banda, de tant en tant transcendeix algun cas de mort sobtada d'esportistes. Recentment el cas de Dani Jarque o Antonio Puerta pel que fa als d'elit, però també casos de nois i noies que feien esport a nivell de formació.

Per altra banda, en el nostre procés educatiu i en els missatges sanitaris que rebem sempre hem sentit a dir que és bo fer esport, que l'esport és la millor medicina per al cor. Això sí, fer esport d'una manera controlada, sota control mèdic i sempre adequat a l'estat físic de cadascú.

En endinsar-me en el tema, he comprovat que nombrosos estudis clínics han quantificat els beneficis per a la salut associats a la condició física. S'ha comprovat que persones que mantenen una bona forma física, fent exercici i controlant el pes, obtenen com a benefici addicional una vida més llarga; que la persona esportivament sana té moltes més reserves corporals per a acudir quan cau malalta, i que es redueixen de forma independent els riscos per a diverses malalties cròniques: malaltia coronària, obesitat, malalties cerebrovasculars, alguns càncers, diabetis, entre altres.

Per tant, l'interès del treball rau en el fet d'arribar a entendre com ha de ser la relació entre l'esport i el cor.

1.2 Objectius del treball

Un dels objectius del treball és adquirir coneixements de l'àmbit de la medicina, del funcionament i estructura del cor humà i de la fisiologia del sistema cardiovascular i quines adaptacions es produeixen quan s'augmenta l'activitat física.

És un repte dissenyar un treball de camp, buscar un grup nombrós de voluntaris als quals, donades unes instruccions hagin de complir unes tasques que després han de ser avaluades i que tots els participants entenguin el mateix i s'hi esforcin de la mateixa manera a l'hora de realitzar la prova.

Un altre objectiu és saber quin paper juga l'esport en la salut cardíaca atès que els esportistes sotmeten el seu cos, de forma periòdica i regular, a sobreesforços importants quan realitzen els exercicis físics, desencadenant en el seu organisme uns mecanismes d'adaptació.

També és un objectiu veure la relació que hi ha entre l'activitat física continuada i la regulació de la freqüència cardíaca i la tensió arterial, com a medicina preventiva de malalties cardiovasculars i d'altres malalties cròniques.

Finalment, també es vol avaluar la influència que té l'hàbit tabàquic en la fisiologia cardiovascular davant d'esforços de diferents intensitats.

1.3 Metodologia

Presentació i fonaments teòrics

El treball s'estructura en una primera part on es fa una descripció de l'anatomia del cor i del sistema circulatori en general. En una segona part, es descriu el funcionament del cor des del punt de vista de l'activitat mecànica, elèctrica i bioquímica. En una tercera part, s'estudia la fisiologia del sistema cardiovascular i els factors que relacionen tensió arterial, pols cardíac i múscul cardíac.

Part experimental

Com a part pràctica, s'ha pensat que es podia estudiar la relació d'adaptació fisiològica del sistema cardiovascular amb l'exercici i les condicions físiques i antropomètriques de les persones. De la llista de tests que hi ha per a fer una avaluació d'aquest tipus, es creu que es podria utilitzar:

- el test dels 6 minuts: que consisteix a caminar per un espai d'una longitud màxima de 50 metres durant 6 minuts demanant al subjecte que camini al màxim de les seves possibilitats individuals. S'avalua els metres caminats, la freqüència cardíaca (FC), tensió arterial (TA), freqüència respiratòria (FR).
- i una adaptació del test de Ruffier: com a prova de més intensitat i menys durada d'exercici físic.

Resultats i discussió

Posteriorment, s'ha fet la valoració de les proves funcionals practicades, s'han obtingut els resultats i se n'han extret les conclusions.

Valoració d'experts

Finalment, també s'ha pogut fer dues entrevistes a metges especialistes en cardiologia, professionals sanitaris relacionats molt directament amb el tema (annexos números 2 i 3).

1.4. Dificultats sorgides al llarg del treball

Una de les dificultats ha estat poder accedir a l'edició en paper de llibres de fisiologia, atès que la majoria d'ells estan en biblioteques universitàries a les quals de moment no tinc servei de préstec. Sí que he pogut aconseguir algun dels llibres a la Biblioteca Pública de Lleida.

Per altra banda, el fet de necessitar una mostra de població àmplia i d'edats variades i que la durada de l'aplicació del test, a cada persona, hagi estat de 20 minuts ha fet que l'esforç demanat a cadascun dels participants hagi estat superior al de, per exemple, només haver d'omplir una enquesta.

També, el fet que les mateixes instruccions que ha rebut cada participant per a realitzar la prova hagin estat interpretades de manera diferent per cada un d'ells, el nivell d'implicació i d'esforç tampoc no ha sigut uniforme, en ambdues proves.

A més a més, donat l'elevat nombre de participants, el temps invertit en fer la part pràctica ha estat molt important.

2. L'ANATOMIA DEL COR I DEL SISTEMA CIRCULATORI EN GENERAL

El cor és un òrgan de parets musculars, la funció del qual és bombejar la sang de tot el cos. Està situat al mediastí, que és l'espai que hi ha entre els dos pulmons, la columna vertebral i el diafragma.

El cor té quatre cavitats: dos aurícules (dreta i esquerra) i dos ventricles (dret i esquerre). Les aurícules estan separades pel *septum* o envà interauricular i els ventricles ho estan per un altre envà més gruixut anomenat *septum* o envà interventricular. Cada aurícula està separada del ventricle del seu costat per una vàlvula auriculoventricular, anomenada al costat dret

tricúspide i al costat esquerre *mitral*. Així doncs, en condicions normals no hi ha comunicació entre les cavitats esquerres i les dretes.

Tant els envans com les vàlvules formen uns solcs a la superfície externa del cor que s'anomenen solc interventricular anterior i posterior, *solc interauricular* i *solc auriculoventricular* o coronari (perquè envolta el cor com una corona).

Quan una persona està dempeus, el cor queda orientat amb les

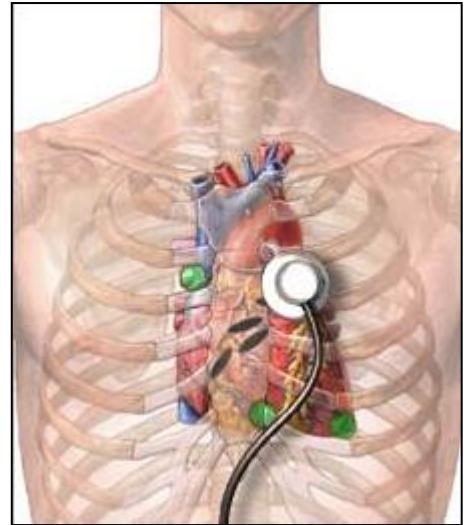


Fig. 1: Situació del cor en l'organisme Ref: circo-analisis.blogspot.com A.D.A.M

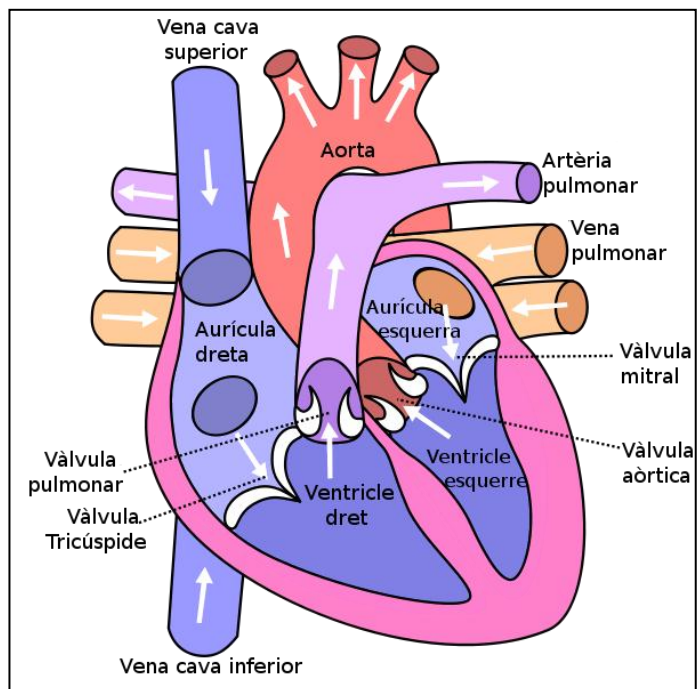


Fig. 2: esquema cavitats cardíques Ref: ca.wikipedia.org

aurícules cap a la part posterior i la punta del cor, que correspon a la punta del ventricle esquerre està situat cap a la part anterior, esquerra i lleugerament cap a baix, aproximadament al 5è espai intercostal.

A l'aurícula dreta, hi arriben les venes caves inferior i superior que porten la sang venosa de la resta del cos perquè sigui oxigenada.

Del ventricle dret, surten les artèries pulmonars que portaran la sang cap als pulmons a oxigenar-se.

A l'aurícula esquerra, hi arriben les venes pulmonars que porten sang ja oxigenada i llesta per a ser repartida a totes les cèl·lules del cos.

Del ventricle esquerre, en surt l'artèria aorta des d'on es repartirà la sang oxigenada a la resta del cos.

Per tant, els vasos que arriben al cor s'anomenen venes i els que surten del cor s'anomenen artèries.

Així doncs, existeixen dos tipus de circulació sanguínia:

- *circulació menor*: és la que es produeix entre el cor i els pulmons i té com a principal

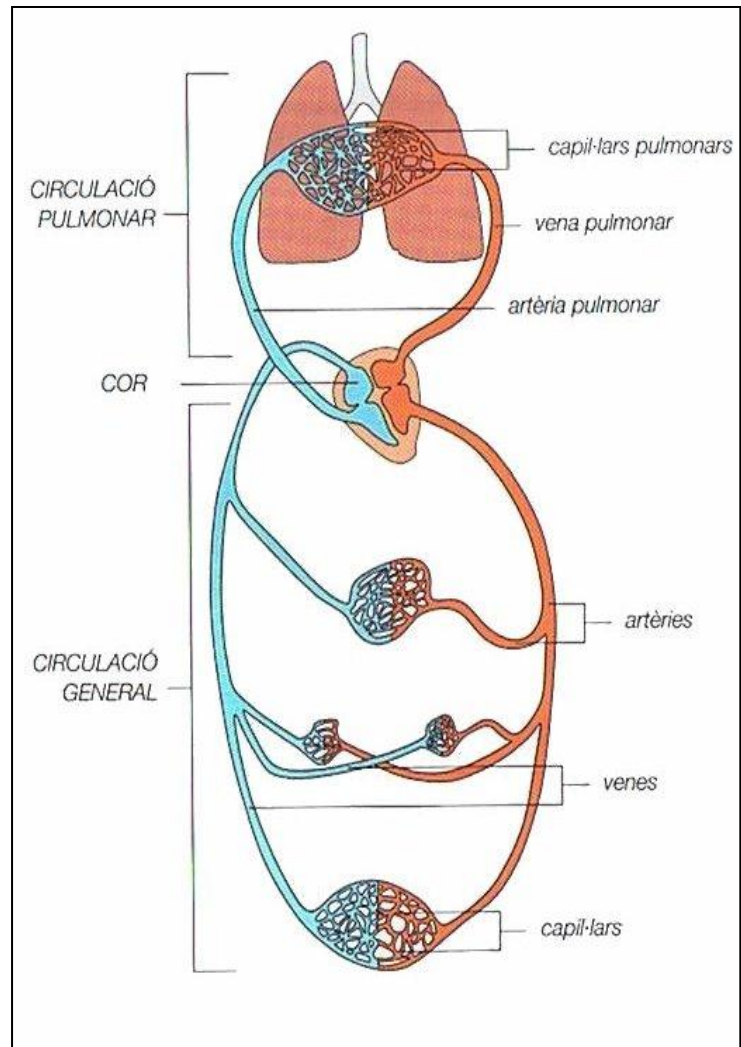


Fig 3: Esquema de la circulació sanguínea
Ref: xtec.com

funció recollir la sang carregada de CO₂ i transportar-la als pulmons per a intercanviar-lo per oxigen que després serà distribuït per tot l'organisme.

- *circulació major (general)*: és la que recorre la sang per tot l'organisme a través de les artèries. Aquestes es van dividint fins arribar a tots els teixits en forma d'arterioles i després de capil·lars (de menor calibre). Els capil·lars formen grans xarxes als

teixits per a nodrir-los eficaçment i connecten la sang arterial amb la venosa permetent l'intercanvi de

nutrients i residus. Les vènules estan connectades a la xarxa capil·lar i s'encarreguen del retorn de la sang amb els residus, el CO₂ o productes absorbits, com ara a la digestió. Aquestes drenen el seu contingut a les venes, que a diferència de les artèries no tenen capa muscular i en canvi tenen vàlvules que impedeixen que la sang retrocedeixi.

El retorn venós es realitza gràcies a diversos mecanismes:

- l'ajuda dels músculs que quan es contreuen exprimeixen els petits vasos que hi ha al seu interior i fan sortir-ne la sang,
- les vàlvules venoses que no deixen retrocedir la sang en el camí de retorn cap al cor,
- el sistema de bombeig respiratori que fa que quan respirem el diafragma baixi i creï una pressió intraabdominal i que disminueixi la pressió toràcica i per tant la sang va de més a menys pressió.
- I un petit efecte d'absorció per part de les aurícules durant la diàstole.

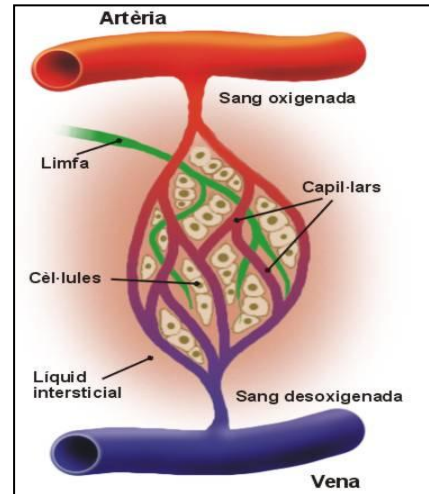


Fig. 4: Esquema d'intercanvi sanguini als teixits
Ref: xtec.com

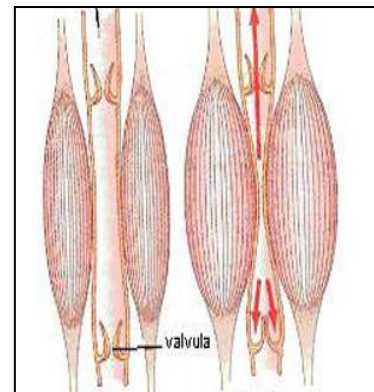


Fig. 5: Esquema dels músculs exercint força damunt els vasos
Ref: 5taichi8.com

3.FUNCIONAMENT DEL COR

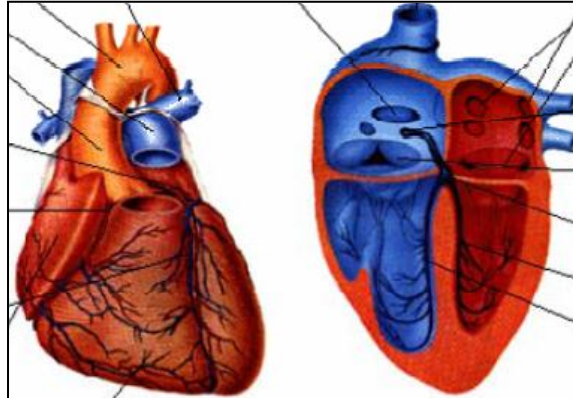


Fig. 6: Visió externa i interna del cor
Ref: elcuerpohumanoen.blogspot.com

3.1. Des del punt de vista de l'activitat mecànica: el múscul cardíac

La paret del cor està formada per tres capes:

- 3.1.1. **Endocardi o capa interna:** és una fina membrana que entapissa interiorment les cavitats cardíques.
- 3.1.2. **Miocardi o capa mitjana:** és el múscul cardíac pròpiament dit. Està format per fibres de múscul estriat (del mateix tipus que el múscul esquelètic) amb la particularitat que són de contracció involuntària.
- 3.1.3. **Pericardi o capa externa:** és una membrana que cobreix tot el cor i que a la vegada és divideix en :
 - 3.1.3.1. **Pericardi fibrós:** és la capa més externa, més gruixuda i que es fixa al diafragma i a l'estèrnum.
 - 3.1.3.2. **Pericardi serós:** més intern i que a la vegada es diferencia en dues làmines: l'externa o *pericardi parietal* i la interna o *pericardi visceral* que és la que està en contacte directe amb el múscul cardíac. Entre el pericardi visceral i el parietal, hi queda una cavitat pericàrdica on hi ha un líquid anomenat líquid pericàrdic, la funció del qual és facilitar el moviment cardíac, actuant com a lubricant.

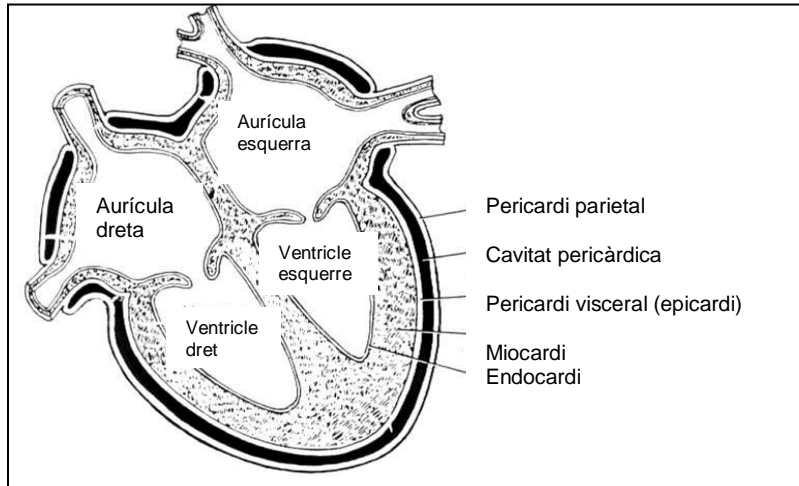


Fig. 7: Estructura del pericardi Ref: adaptació de: efaviobr.wordpress.com

L'AD (aurícula dreta) i el VD (ventricle dret) es comuniquen a través de la *vàlvula tricúspide*, que està formada per una mena d'anell fibrós disposat al voltant de l'*orifici auriculoventricular* (AV), al qual es fixen uns plects de l'endocardi que s'anomenen *valves* i que s'obren i es tanquen deixant passar o no la sang. Aquestes valves estan fixades a unes cordes tendinoses que a la vegada estan fixades a unes columnes musculars de la paret ventricular anomenades *músculs papil·lars*. A la sortida del VD tenim la *vàlvula pulmonar* que és l'inici de l'artèria pulmonar. Es coneix com a *vàlvula semilunar* o de niu d'oreneta (igual que la *vàlvula aòrtica*), per la forma de les seves valves, les quals s'obren per la pressió de sortida de

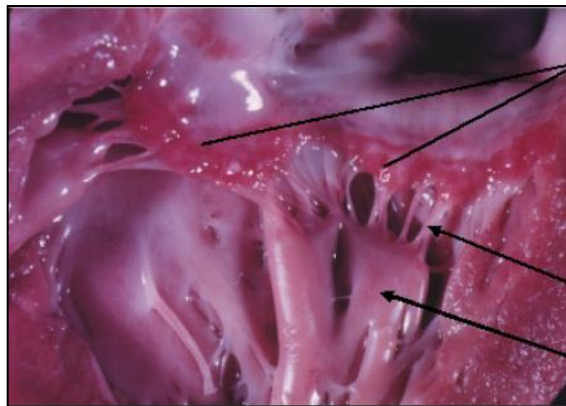


Fig. 8: Esquema d'una vàlvula auriculoventricular. Ref: IMLC

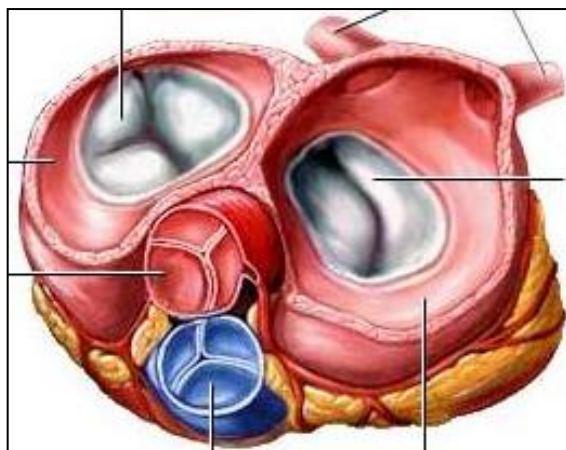


Fig. 9: Tall transversal de les vàlvules cardíaques Ref: nlm.nih.gov

la sang (aquestes no tenen *músculs papil·lars* ni estructures tendinoses).

L'AE (aurícula esquerra) i el VE (ventricle esquerre) es comuniquen a través de la *vàlvula mitral*, el funcionament de la qual és igual que el de la tricúspide, però en aquest cas només té dues valves (bicúspide)..

El VE té unes parets molt més gruixudes que el dret atès que ha de fer molta més força per a enviar la sang a través de l'artèria aorta a tot l'organisme. La *vàlvula aòrtica*, situada a l'arrel de l'artèria, també és semilunar com la pulmonar.

De l'aorta ascendent, just per damunt de les valves, neixen les artèries coronàries que són les encarregades de la vascularització del cor. L'artèria coronària dreta va pel solc auriculoventricular dret envoltant el cor cap a la cara posterior. L'artèria coronària esquerra just després de la sortida de l'aorta ja es divideix en dues rames:

- L'artèria interventricular anterior o descendent anterior, que baixa pel solc interventricular anterior.
- L'artèria circumflexa esquerra que va pel solc auriculoventricular

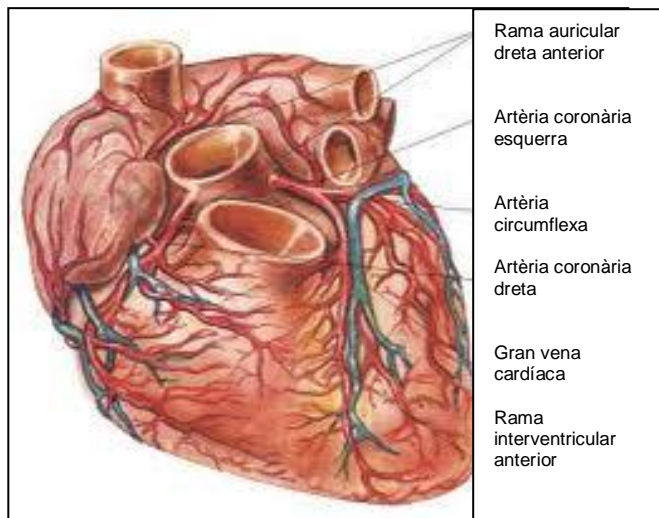


Fig. 10: Esquema de la circulació coronària
Ref: adaptació de: monografias.com

esquerre envoltant com una corona el cor cap a la cara posterior on s'unirà amb l'artèria coronària dreta i es ramificarà per a irrigar tot el cor.

Quan aquestes artèries s'obstrueixen, el múscul cardíac no rep sang oxigenada i per tant no pot viure, es necrosa i mor part del múscul, que és el que es coneix com a *infart de miocardi*. La gravetat dependrà de l'artèria que s'obstrueixi i de la part que es mori. Si l'obstrucció només ha estat temporal

(p.ex. per un espasme) el múscul es “queixa” (dolor precordial) sense arribar a necrosar-se, és el que s'anomena *angina de pit*.

Cada artèria coronària va acompanyada d'una vena que recull la sang sense oxigen. Gairebé totes les venes desemboquen al *sinus coronari* situat al *solc auriculoventricular* posterior que va a parar a l'AD.

3.2. Des del punt de vista elèctric: sistema de conducció del cor

Al cor hi ha unes fibres musculars especialitzades per a originar i transmetre el batec cardíac, formen el que s'anomena *sistema cardionector* o *sistema de conducció*.

D'aquestes fibres, unes s'agrupen en formacions arrodonides anomenades *nòduls* o *nodes* que són:

- *El nòdul sinusal (NS)*: es troba situat a l'AD. És l'anomenat marcapàs del cor perquè és on s'origina el batec cardíac i des d'allí es transmet a la resta de fibres auriculars i al node auriculoventricular.

- *El nòdul auriculoventricular (AV)*: està situat també a l'AD, prop de la vàlvula tricúspide, entre l'aurícula i el ventricle. Rep l'impuls del node sinusal i el transmet a través del *fascicle AV* o *feix de His* situat a l'envà interventricular que es ramificarà per tot els ventricles formant la *xarxa de Purkinje*. Només en el cas que el node sinusal no emetés impuls, el node AV emetria impuls a un ritme més lent.

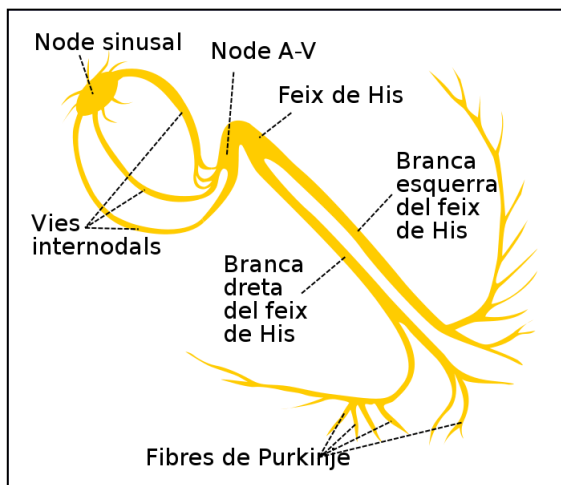


Fig. 11: Esquema del sistema elèctric del cor
Ref: xtec.com

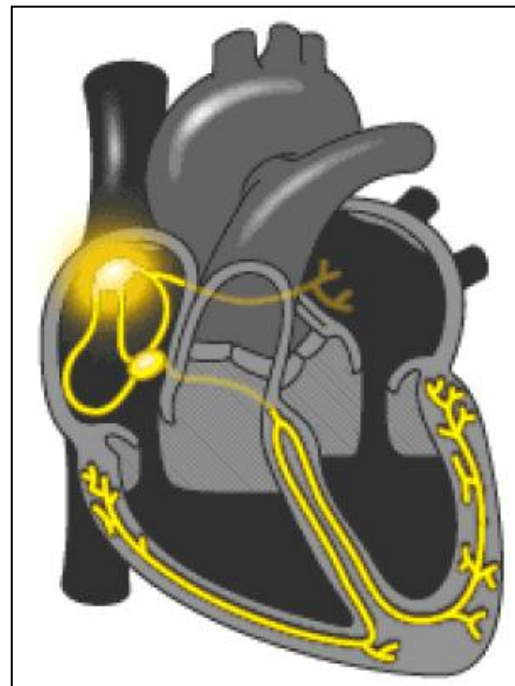


Fig. 12: Situació del sistema elèctric del cor
Ref: xtec.com

3.3. Des del punt de vista bioquímic:

Hem dit que el múscul cardíac és de tipus estriat, amb filaments d'actina i miosina que s'interdigiten i es desplacen uns al llarg dels altres, de la mateixa manera que el múscul esquelètic.

Les fibres musculars cardíques estan compostes per moltes cèl·lules individuals connectades en sèrie entre si, de manera que les membranes cel·lulars es fusionen les unes amb les altres formant unions permeables que permeten una difusió quasi totalment lliure dels ions i que s'anomenen *sincitis*. Aquesta

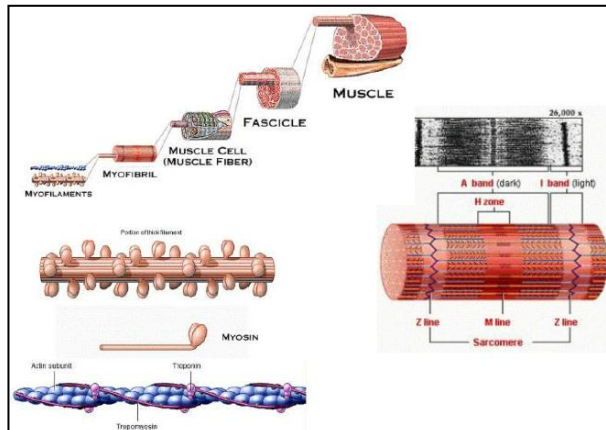


Fig. 13: Esquema dels microfilaments de les fibres cardíques
Ref: epsprofaschroeder.blogspot.com

facilitat dels ions per moure's en el fluid intracel·lular fa que els potencials d'acció elèctrics viatgin d'una cèl·lula miocàrdica a la següent amb molta facilitat. En realitat, es pot considerar que el cor es compon de dos *sincitis*: el sinciti auricular (parets de les aurícules) i el sinciti ventricular (paret dels ventricles) separats per un teixit fibrós que voreja les *obertures valvulars auriculoventriculars*. Aquest teixit fibrós fa de barrera al pas dels potencials d'acció o estímuls elèctrics de manera que aquests només poden transmetre's pel sistema de conducció especialitzat descrit en l'apartat anterior, *feix auriculoventricular*.

Des del punt de vista bioquímic existeixen, al menys, dues diferències entre les fibres esquelètiques i les fibres miocàrdiques:

- per una banda, els potencials d'acció del

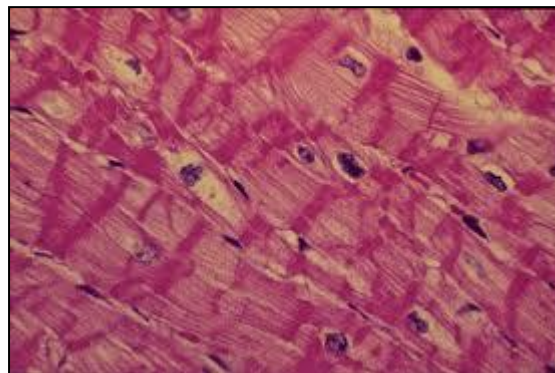


Fig. 14: Visió al microscopi de fibres cardíques. Ref: IMLC

múscul esquelètic es produeixen bàsicament per l'obertura de canals ràpids de sodi que romanen oberts una deumil·lèsima de segon i es tanquen bruscament. Pel que fa al múscul cardíac, a més

a més d'aquests canals ràpids de sodi hi intervenen els canals lents de calci, que s'obren més lentament i romanen oberts més temps (unes quantes dècimes de segon). Els ions de calci que entren per aquests canals ajuden a estimular el procés contràctil del múscul, és a dir, la força de contracció del múscul cardíac depèn en gran mesura de la concentració d'ions de calci als líquids extracel·lulars. .

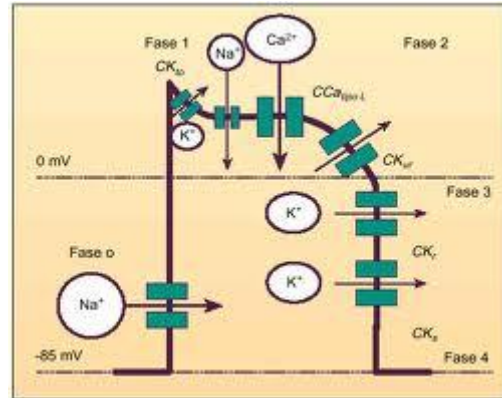


Fig. 15: Esquema del potencial d'acció a les fibres cardíaques i moviment d'ions a través de la membrana
Ref: dfarmacia.com

- per altra banda, immediatament després del començament del potencial d'acció, la permeabilitat de la membrana muscular disminueix unes cinc vegades, cosa que no passa al múscul esquelètic. Això pot ser a causa de l'entrada de grans quantitats d'ions de calci . Independentment de la causa, la disminució ràpida de sortida d'ions de potassi fa que s'allargui el potencial d'acció i al cap de 0,2-0,3s es tanquen els canals lents de calci i sodi, deixa d'entrar ions de calci i sodi i augmenta ràpidament la permeabilitat de la membrana pel potassi , amb la qual hi ha una pèrdua ràpida de potassi que fa que la fibra torni al nivell de repòs. Mentre dura el potencial d'acció, la fibra és refractària a un nou estímul.

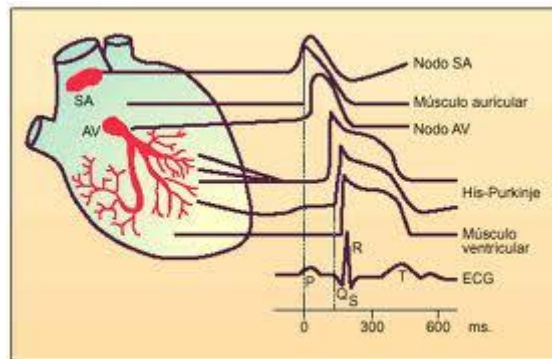


Fig. 16: Activitat elèctrica del cor i ECG (electrocardiograma) Ref: dfarmacia.com

La velocitat de conducció del senyal d'excitació del potencial d'acció és a les fibres musculars auriculoventriculars al voltant de 0,3-0,5m/s (1/250 de la

velocitat de les fibres nervioses molt grans i 1/10 de la velocitat de les fibres del múscul esquelètic). Mentre que a les fibres del sistema especialitzat de conducció arriba a uns 4m/s.

El *període refractari* (interval de temps en el qual un impuls cardíac normal no pot tornar a excitar una part ja excitada del múscul cardíac) és en condicions normals de 0,25 a 0,30 s que ve a ser la durada d'un potencial d'acció (a les aurícules és més curt, d'uns 0,15s) Existeix però un *període refractari* relatiu addicional de 0,05 s en el qual és més difícil excitar el múscul que en condicions normals, però si hi ha un senyal molt potent pot excitar-se, seria el cas de les *extrasístoles*.

El múscul cardíac comença a contreure's pocs milisegons després de l'inici del potencial d'acció i continua fent-ho fins pocs milisegons després d'acabar el potencial d'acció.

Les contraccions del cor s'anomenen batecs i el nombre de batecs que té lloc durant un minut s'anomena *freqüència cardíaca*.

Quan s'incrementa la *freqüència cardíaca*, s'escurça la durada del cicle cardíac i s'escurça tant la contracció com la relaxació , encara que la contracció s'escurça menys que la relaxació, la qual cosa vol dir que si la freqüència cardíaca és molt elevada el cor no roman relaxat el temps suficient per a permetre que s'omplin completament les cavitats cardíacaques abans del següent cicle.

4.FISIOLOGIA DEL SISTEMA CARDIOVACULAR

El cor en realitat està format per dues bombes separades: un cor dret, que bombeja sang als pulmons, i un cor esquerre que bombeja sang als òrgans perifèrics. A la vegada, cadascun d'aquests cors és una bomba pulsàtil de dues cavitats composta per una aurícula i un ventricle. L'aurícula funciona principalment com una dèbil bomba encebadora del ventricle, ajuda que la sang entri al ventricle. El ventricle proporciona la força que propulsa la sang als pulmons (en el cas dret) i a la circulació perifèrica (l'esquerre).

Els fets que succeeixen des del començament d'un batec fins al començament del batec següent s'anomenen el *cicle cardíac* i en ell es distingeixen 4 fases:

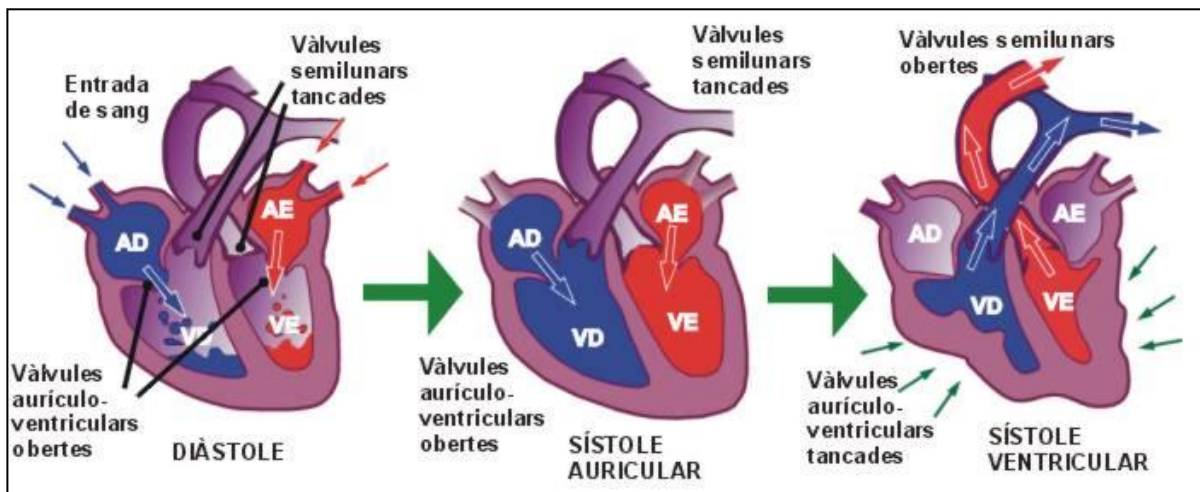


Fig. 17: Fases del cicle cardíac

Ref: xtec.com

1a fase- d'emplenament: Les vàlvules aòrtica i pulmonar estan tancades i les *vàlvules auriculoventriculars* (mitral i tricúspide) estan obertes. Així doncs la sang passa de les aurícules als ventricles. Inicialment, el 75% de la sang flueix directament de les aurícules als ventricles i el 25% restant passa per contracció de les aurícules. És l'inici de la *diàstole* o relaxació dels ventricles.

2a fase- de contracció isomètrica: es tanquen les *vàlvules auriculoventriculars* i es comencen a contraure els ventricles produint un augment bruscat de la pressió intraventricular fins arribar a vèncer la pressió per a obrir les vàlvules sigmoidees (aòrtica i pulmonar). És per tant un període de contracció sense buidament anomenat de contracció isomètrica o isovolumètrica.

3a fase- d'expulsió: és la *sístole* pròpiament dita, la contracció dels ventricles ha fet augmentar la pressió dins d'aquests fins a obrir les *vàlvules sigmoidees* pulmonar i aòrtica i s'inicia la sortida de la sang cap a les artèries. La pressió a què s'ha hagut d'arribar dins del ventricle esquerre ha de superar la pressió arterial aòrtica (lleugerament per damunt dels 80 mmHg, pressió diastòlica). Immediatament comença a sortir sang dels ventricles de manera que el 70% del buidat es produeix en un terç del període d'expulsió (expulsió ràpida) i el 30% restant durant els dos terços següents (expulsió lenta).

4a fase- de relaxació: al final de la *sístole* comença bruscament la relaxació ventricular disminuint bruscament les pressions intraventriculars. Els ventricles es relaxen, les *vàlvules sigmoidees* es tanquen (les elevades pressions dins de les artèries disteses fa que la sang retorni als ventricles la qual cosa fa que es tanquin les *vàlvules sigmoidees*) i les *vàlvules auriculoventriculars* s'obrin.

El cicle complet dura uns 0,8 segons.

Els sorolls del batec cardíac corresponen:

- el primer al tancament de les *vàlvules auriculoventriculars*
- el segon al tancament de les *vàlvules sigmoidees*.

Els sorolls addicionals s'anomenen "bufs" i poden ser provocats per la patologia de les vàlvules, tant si són massa estretes (vàlvula estenosada) com si la sang retrocedeix perquè la vàlvula és incompetent o no tanca bé (vàlvula insuficient) .

Pel que fa a les pressions durant el cicle cardíac, aquestes sempre són més elevades al costat esquerre.

Durant la diàstole, el volum de sang de cada ventricle és d'uns 110 a 120 ml (*volum telediastòlic*). Després, durant la sístole els ventricles es buiden uns 70 ml (*volum batec*), per tant queda uns 40 – 50 ml (*volum telesistòlic*). La fracció del *volum telediastòlic* que és expulsada s'anomena *fracció d'expulsió* o *d'ejecció* i habitualment és igual al 60% aproximadament.

Anomenen *despesa cardíaca* ("*gasto cardíac*") al volum de sang que bombeja el cor en un minut. Es coneix també com *volum/minut* . Això es calcula multiplicant els ml

de sang que surten del cor en un batec, per la quantitat de batecs en un minut (*freqüència cardíaca*).

En termes generals i en un cor no entrenat, en un batec en repòs surten 70 ml i la freqüència estarà entre 70-80 batecs/minut. Per tant la *despesa cardíaca* seria de 4900-5600ml/minut.

En un minut tota la sang ha passat pel costat esquerre i pel dret. La *despesa cardíaca* pot modificar-se en nombroses situacions: estrès, exercici, febre, etc. Quan es realitza activitat física augmenten les demandes dels teixits, sobretot dels músculs i el GC es veu incrementat: augmenta la FC i el VS (volum sistòlic). L'augment del VS és més marcat quan la intensitat de l'exercici augmenta fins al 40-60% i es manté estable més enllà malgrat l'augment de la intensitat. En els esportistes d'elit entrenats, el VS augmenta a mesura que ho fa la intensitat fins i tot més enllà del 60%.

Una de les adaptacions a l'entrenament cardiovascular és la hipertròfia del VE, o sia un augment del gruix de les parets musculars i de la força de contracció, així com també de l'elasticitat d'aquestes que permeten un major emplenament i per tant un major VS. Això fa que a igual demanda de volum de sang, el cor hagi de bategar menys vegades.

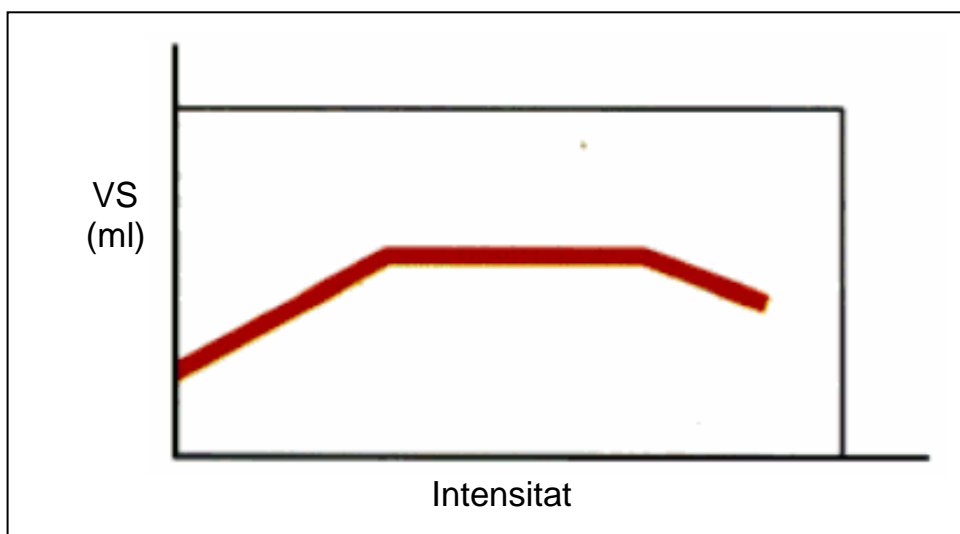


Fig. 18: Representació esquemàtica de la resposta del volum sistòlic a l'exercici físic incremental Ref: Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte

4.1 Regulació del bombeig cardíac

Quan una persona està en repòs, el seu cor bombeja tan sols de 4 a 6 litres per minut. Durant l'exercici intens, es pot exigir al cor que bombegi de 4 a 7 vegades aquesta quantitat

De què depèn la regulació de la despesa cardíaca? Es distingeixen uns factors intrínsecs i uns factors extrínsecs:

4.1.1.Factors intrínsecs: propis de l'aparell cardiovascular, depenen del bon funcionament del cor i de la circulació de la sang.

Llei de Frank Starling o Llei del cor: aquesta llei diu que dintre dels límits fisiològics, el cor impulsa tota la sang que li arriba i ho fa sense que s'acumuli de forma important en les venes. El cor seria una bomba impulsora i col·lectora de la mateixa quantitat que li arriba de manera que quan més es disté durant la fase d'emplenament, més gran és la força de contracció i més gran la quantitat de sang bombejada a l'aorta.

Si falla aquesta llei, es diu que el cor està manifestant una *insuficiència cardíaca* i s'acumularia sang al sistema venós, sobretot a les parts més baixes del cos (turmelles) o a nivell pulmonar.

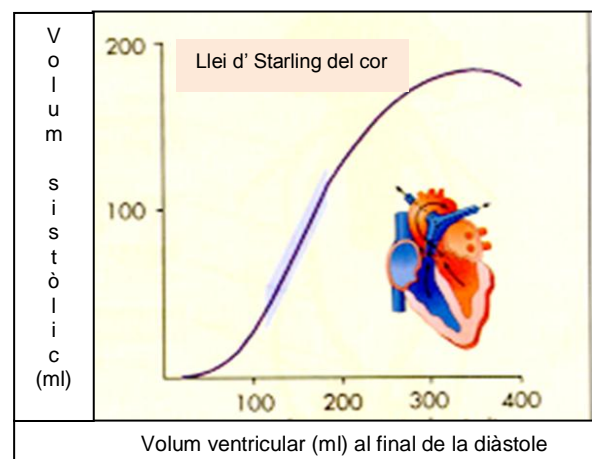


Fig. 19: Llei d' Starling del cor
Ref: Tratado de fisiología Guyton- Hall

La bona regulació també depèn de l'estat dels vasos, de la capacitat de la sang per a fluir per ells i de l'elasticitat d'aquests. Per exemple: l'arterioesclerosi suposa una dificultat a la circulació per la pèrdua d'elasticitat i per l'estrenyiment de la llum.

4.1.2.Factors extrínsecs:

- 4.1.2.1 El *sistema nerviós autònom o vegetatiu*. El *SNA simpàtic* produeix un augment de la despesa cardíaca (pot fer augmentar la freqüència cardíaca des dels 20 batecs per minut a 180-200 fins i tot fins a 250 batecs per minut i a més augmenta la força de contracció). El *SNA parasimpàtic* produeix una disminució de la despesa cardíaca tant per disminució de la freqüència cardíaca (les fibres vegetals estan distribuïdes principalment per les aurícules) i fins i tot es pot parar el cor) com per la disminució d'un 20 a 30% de la força de contracció cardíaca.
- 4.1.2.2 Els factors hormonals que produeixen un augment de la temperatura augmenten la despesa cardíaca (adrenalina, hormona tiroidea, etc.) així com altres situacions d'augment de temperatura corporal com ara la febre.
- 4.1.2.3 Factors de la sang: una disminució de la pressió d'oxigen en sang, o una elevació de la pressió de CO₂ en sang, disminució del pH de la sang... augmenten la despesa cardíaca. L'excés de potassi als líquids extracel·lulars fa que el cor es dilati i quedi flàccid i que disminueixi la freqüència cardíaca, fins i tot pot bloquejar la conducció de l'impuls cardíac de les aurícules als ventricles. L'augment d'ions de calci produeix l'efecte oposat .

4.2. Factors que relacionen tensió arterial, pols cardíac i múscul cardíac

La funció de la circulació és satisfer les necessitats dels teixits: transportar nutrients als teixits, endur-se els productes de rebuig, conduir hormones d'una part del cos a una altra i, en general mantenir un ambient apropiat en tots els líquids tissulars per a una supervivència i funcions òptimes de les cèl·lules.

La quantitat de sang que passa per un teixit en un període determinat de temps s'anomena *flux sanguini*.

La pressió arterial és la pressió que exerceix la sang contra la paret dels vasos sanguinis.

Quan es contreu el ventricle esquerre, la pressió ventricular s'eleva ràpidament fins que s'obre la vàlvula aòrtica. L'entrada de sang a les artèries fa que les parets d'aquestes es destensin i elevi la pressió a uns 120 mmHg (*pressió sistòlica*). Després, al final de la *sístole*, un cop que el ventricle esquerre deixa de buidar la sang i es tanca la vàlvula aòrtica, el retrocés elàstic de les artèries manté una pressió a les artèries fins i tot durant la *diàstole*. Abans que el ventricle es torni a contreure, la pressió aòrtica cau a uns dos terços de la pressió màxima, uns 80 mmHg aproximadament, és la *pressió diastòlica*.

La *resistència perifèrica* és l'oposició que troba la sang en passar pels vasos. Depèn del diàmetre del vas i de la llargada total del vas. També influeix en la circulació la viscositat de la sang que està en relació a l'hemoconcentració (quantitat d'eritròcits, proteïnes i altres elements sòlids dissolts per unitat de volum de plasma). En iniciar l'exercici i augmentar la PAS, el plasma surt cap als espais intersticials i per tant disminueix entre un 10-20% el volum plasmàtic (més si hi ha altes temperatures que provoquin sudoració). Així doncs, la sang es fa més viscosa i es produeix més resistència, la qual cosa fa que el cor hagi de fer més força per a impulsar la sang.

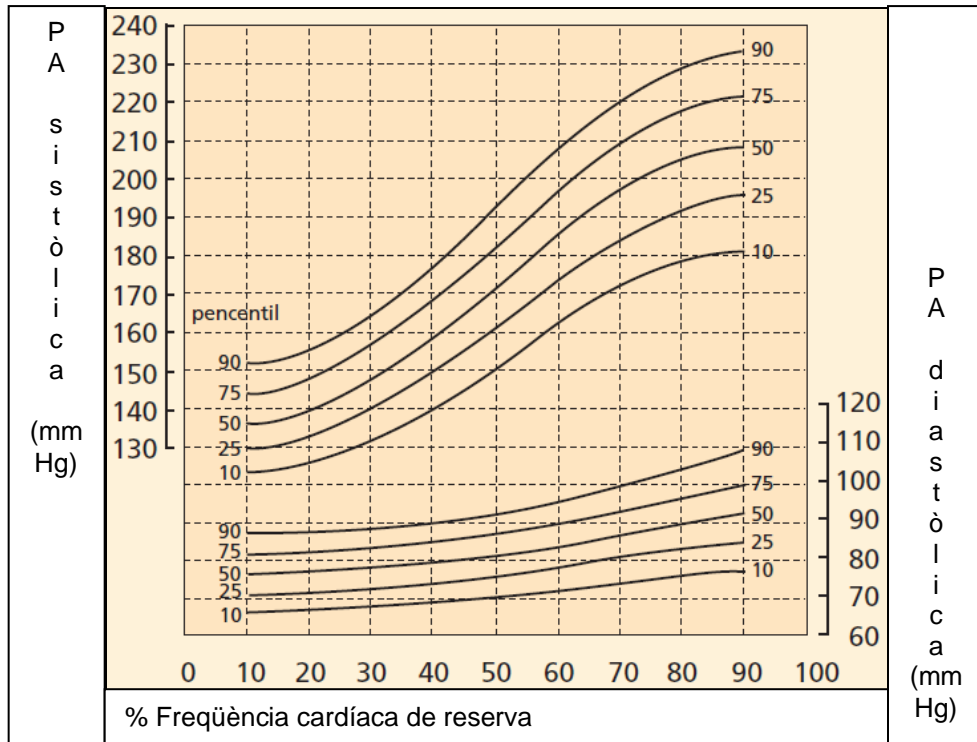


Fig. 20: Relació entre la freqüència cardíaca i la pressió arterial
 Ref: Tratado de fisiología Guyton- Hall

Pel que fa a la freqüència cardíaca, parlem de:

- *FC de repòs o basal* que és el mínim de pulsacions necessàries per a poder realitzar les funcions vitals. Una de les adaptacions a l'exercici és l'augment de la mida del cor i de la capacitat per a poder bombejar més sang en cada batec, i per tant, una persona amb una bona condició física i que hagi seguit un bon pla d'entrenament cardiorespiratori, necessitarà menys batecs per minut per a mobilitzar la mateixa quantitat de sang, i això es veu reflectit en una menor freqüència cardíaca basal. Els valors normals de FC basal estarien entre 60 i 80 bpm. Per sota de 60 s'anomena bradicàrdia i per damunt de 100 s'anomena taquicàrdia.
- *FC màxima* és el nombre màxim de pulsacions al qual mai no s'ha d'arribar en cap planificació d'activitat física per a la salut si no es vol posar en risc de lesió. Normalment es calcula

$$FC \text{ màx} = 220 - \text{edat}$$

amb un marge d'error de $\pm 6,4$ bpm

- *FC de reserva* que és la diferència entre la FC màx – FC basal

5.RESPOSTA CARDIOVASCULAR A L'EXERCICI FÍSIC

5.1 Conceptes generals sobre l'activitat física

S'anomena:

- Activitat física a qualsevol activitat de la musculatura esquelètica que genera una despesa energètica.
- Exercici físic a l'activitat física planificada i repetida.
- Esport a l'activitat física reglamentada i competitiva.
- Forma física a l'estat dinàmic d'energia i vitalitat que permet a les persones dur a terme les tasques habituals i les imprevistes, sense fatiga excessiva.

De tota manera, des del punt de vista col·loquial s'acostuma a englobar-ho tot amb la paraula esport.

L'activitat física és l'eina més eficaç per mantenir les funcions fisiològiques de sistemes tan importants com el cardiovascular, el respiratori o el locomotor, així com endocrinològic, digestiu i neurològic i també altres molts aspectes psicològics de la persona. És útil per frenar el deteriorament causat per l'envelliment i les patologies i contribuir a una millor qualitat de vida relacionada amb la salut en totes les edats.

Efectes positius de l'activitat física sobre l'organisme	
Disminució de: Teixit gras Colesterol (LDL) Risc d'arterioesclerosi Compensació i correcció de malalties de la columna	Augment: Ventilació pulmonar Força de contracció del múscul cardíac Capacitat de treball del miocardi Millora de la circulació coronària Tolerància a la fatiga per funció cardiopulmonar Tolerància a la glucosa Massa muscular Condicció física general Conscienciació i adquisició d'estil de vida més saludable



Fig. 21: Piràmide de l'activitat física recomanable
Ref: http://www.gencat.cat/ics/professionals/pdf/manual_activitat_fisica.pdf

Els estudis mostren que hi ha tres variables que influeixen en els beneficis de l'activitat física: la intensitat, la freqüència (quantes vegades per setmana) i la durada (quants minuts per sessió).

Segons Valentí Fuster, per a una activitat saludable és més important la durada i la freqüència de l'exercici físic que no la intensitat. Així doncs, una intensitat moderada durant molta estona és millor per a la salut que una activitat intensa durant poca estona. La recomanació bàsica que fa l'Associació Americana del Cor, el Col·legi Americà de Medicina Esportiva i els Centres per al Control de Malalties dels Estats Units, per tenir una influència positiva apreciable sobre la salut cardiovascular és: 30 minuts d'activitat física moderada almenys quatre cops per setmana. Segons Valentí Fuster... *no sabem si s'obté cap benefici addicional per a la salut més enllà d'una hora d'activitat física diària. Deixar-ho tot pel cap de setmana equival a prendre una sobredosi de píndoles, l'efecte de les quals només es notarà el dilluns i el dimarts.*

Segons el Col·legi Oficial d'Infermeres i Infermers de Barcelona, la terminologia emprada en els programes d'avaluació de l'activitat física d'una persona són:

Activitat física segons la intensitat

Activitat física insignificant	Aquell moviment o activitat simple que no comporta cap tipus d'esforç. No hi ha consciència de l'activitat física.	La major part de tasques diàries: aixecar-se del llit, anar al lavabo, rentar-se, conduir, treballar amb l'ordinador... Augment molt lleuger de la freqüència cardíaca.
Activitat física lleugera	Aquells moviments o activitat física que comporta un petit esforç. Hi ha consciència d'activitat física però no sensació de fatiga.	Algunes activitats diàries com: caminar a ritme suau per la població no entrenada i nedar, córrer o anar en bicicleta pels esportistes. 55-65 % FC màxima.
Activitat física moderada	Aquells moviments o activitat física que comporta un esforç considerable. Hi ha una fatiga durant i després de l'activitat física.	Algunes activitats diàries: caminar ràpid, o dur una feina físicament activa. Molts exercicis físics per a gran part de la població. 65-75 % FC màxima.
Activitat física vigorosa	Aquells moviments o activitat física que comporta un esforç molt elevat o màxim. La fatiga és elevada durant i després de l'activitat física.	Activitats físiques intenses. Exercicis físics intensos: nedar a ritme elevat, anar a córrer ràpid, musculació amb bastant pes i esport amateur. No són necessàries per a dur una activitat física saludable tot i que tampoc són perjudicials si es duen a terme correctament, sobretot en la franja d'edat de 10 a 30 anys. 75-95 % FC màxima.
Activitat física excessiva	Aquells moviments o activitat física que tenen moltes probabilitats de produir un problema de salut. Les característiques són molt semblants a les de l'activitat física vigorosa.	Activitats físiques vigoroses per a persones amb baixa forma física. Activitats vigoroses repetitives (esports d'alt nivell i professions físiques repetitives: treballar a l'obra, pagès, en una fàbrica...)

5.2. Paràmetres funcionals: despesa cardíaca (volum minut cardíac), volum sistòlic d'expulsió i freqüència cardíaca.

A llarg termini, l'entrenament cardiovascular produeix un augment de la mida del cor, el múscul de les parets cardíques i la cavitat ventricular. El múscul cardíac eleva la seva capacitat de contracció i elasticitat, de manera que pot rebre més volum de sang durant l'emplenament ventricular i per tant augmentarà el volum sistòlic. Això fa que a la vegada siguin necessaris menys batecs cardíacs per a aconseguir la mateixa despesa cardíaca. O sia, en un cor entrenat la FC basal i la FC de repòs són menors.

L'exercici també promou el sistema nerviós autònom parasimpàtic en els moments de descans frenant així el cor.

La despesa cardíaca o volum minut cardíac pot augmentar en una persona normal no entrenada poc més de 4 cops i en un esportista ben entrenat, unes sis vegades. En els corredors de marató pot arribar fins a 8 vegades. L'augment de despesa cardíaca es produeix majoritàriament per l'augment de la freqüència cardíaca.

El volum de sang en els esportistes altament entrenats pot augmentar un 20 –25 % més que en persones no entrenades. Els primers canvis es produeixen en el plasma amb un augment del 8 – 10% per l'acció de diverses hormones i posteriorment, a les dues setmanes, es produirà un augment de glòbuls vermells, de l'hemoglobina i mioglobina, que són les encarregades de transportar l'oxigen.

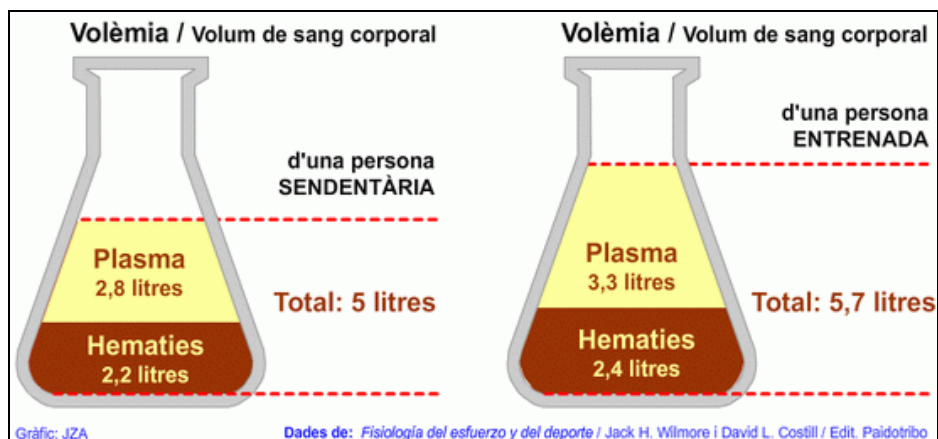


Fig. 22. Relació del volum sanguini sedentari/entrenat

Les variacions de la FC en l'exercici inclouen:

- just abans de començar l'exercici, encara en repòs, la FC augmenta en el que s'anomena *resposta anticipatòria*.
- Quan es comença l'exercici, la FC augmenta de manera directament proporcional a la intensitat. Si la intensitat es manté es manté la FC més adequada a ella i, si variem la intensitat, en un o dos minuts la FC es readapta i manté novament.
- Quan més entrenat s'està més ràpid s'adapta la FC i més baixa es manté.
- Quan s'acaba l'exercici la FC torna a condicions normals de repòs però no de cop, sinó lentament. Aquesta fase de recuperació de la FC normal és més ràpida quan més entrenada està la persona, i és un dels paràmetres utilitzats per a valorar el progrés de l'entrenament.

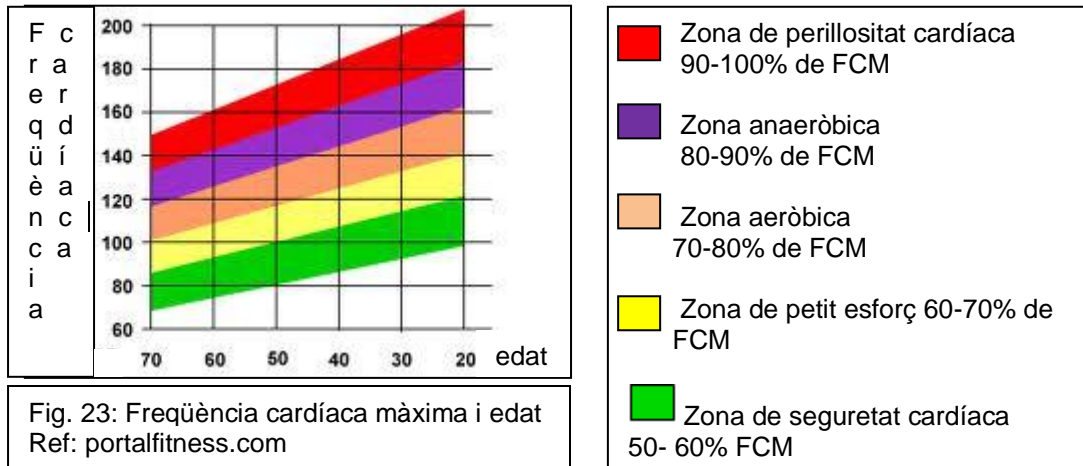
El temps que tarda el cor en recuperar la FC o ritme de repòs després d'un exercici s'anomena període de recuperació de la freqüència cardíaca. Aquest període és molt més curt en una persona entrenada i la seva evolució serveix per avaluar l'efectivitat dels programes d'entrenament en un mateix individu.

Els factors que condicionen la resposta de la FC a l'exercici són:

- Tipus de grups musculars que participen en l'exercici: si intervenen els grups musculars dels membres superiors a una determinada intensitat s'eleva més la FC que si intervenen els dels membres inferiors.
- Gènere: si comparem homes amb dones, la FC per a una mateixa càrrega de treball és més gran en les dones.
- Edat: hi ha una tendència a anar disminuint la FC corresponent a la càrrega de treball amb l'edat.
- Grau d'entrenament: l'entrenament de resistència disminueix la FC.
- Condicions ambientals: les temperatures elevades i l'augment d'humitat relativa de l'aire provoquen un augment de FC. La disminució de pressió atmosfèrica que s'acompanya d'hipòxia provoca un augment de la FC.
- Variacions circadianes
- Situacions patològiques: en cardiopaties, anèmies, malalties respiratòries, miopaties, etc. la FC és més elevada.

Per avaluar la condició física s'utilitza normalment la fórmula de Karvonen:

$$FC \text{ entrenament} = FC \text{ basal} + (FC \text{ màxima} - FC \text{ basal}) * \text{intensitat}$$



La intensitat d'un exercici ha de situar-se entre 50-80% i practicar-lo entre 3 -5 dies per setmana durant uns 45 minuts, amb l'escalfament previ i refredament final. Aquest rang d'intensitat és òptim per a obtenir beneficis cardiovasculars.

5.3 Flux sanguini muscular

El comú denominador final de la funció cardiovascular durant l'exercici és aportar oxigen i altres nutrients als músculs. Per això, durant l'exercici el reg sanguini als músculs augmenta dràsticament, pot arribar a fer-ho fins a un màxim de 25 vegades. Quasi la meitat d'aquest augment es justifica per la vasodilatació a causa dels efectes directes de l'intens metabolisme muscular. La resta té relació amb molts altres factors, el més important dels quals és l'augment moderat de la pressió arterial que es produeix durant l'exercici, que s'acostuma a elevar un 30%. Aquest augment de pressió distensionava també les parets arterials i redueix les resistències, per la qual cosa arriba més del doble de sang als músculs.

L'entrenament produeix un augment del nombre de capil·lars que envolten cada fibra muscular i també augmenten les branques de les artèries coronàries.

5.4 Modificacions de la pressió arterial en l'exercici.

En activitats físiques de resistència que impliquin tot el cos, la PAS augmenta proporcionalment a la intensitat de l'exercici. L'augment dependrà de la intensitat i tipus d'exercici, essent més ràpid a l'inici tant en gent entrenada com en no entrenada, posteriorment segueix augmentant més lentament i, quan es manté l'exercici a una intensitat submàxima estable, la PAS pot arribar a estabilitzar-se o fins i tot disminuir lleugerament a causa de la vasodilatació de les arterioles i menor resistència al flux sanguini. Finalment decau en parar l'activitat durant la fase de recuperació.

La PAS (pressió arterial diastòlica) pràcticament no canvia durant l'exercici. Si es produeixen variacions de més de 15 mmHg durant l'exercici es deu a una resposta anormal i s'ha de consultar al metge.

S'ha observat que les variacions de pressió, tant sistòlica com diastòlica, són majors amb el treball dels membres superiors que dels inferiors.

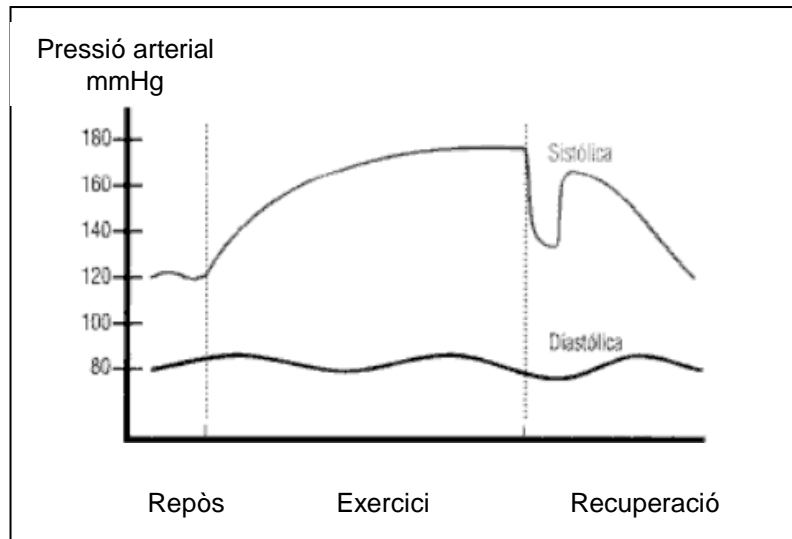


Fig. 24: Representació de la pressió arterial durant l'activitat física Ref: Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte

Finalment, un paràmetre d'interès a valorar durant l'exercici és el doble producte:

$$\text{Doble producte} = \text{PAS} \times \text{FC}$$

que ens indica el consum miocàrdic d'oxigen, és a dir, la despesa energètica que li suposa al cor un exercici físic a una determinada intensitat. Normalment, a major doble producte màxim d'un individu, major capacitat de rendiment cardíac a l'exercici.

6.PROVES FUNCIONALS

L'objectiu de la pràctica és estudiar els factors que influeixen en una bona salut cardiovascular i la relació entre ells: edat, gènere, índex de massa corporal (IMC), pràctica d'esport (tipus i intensitat), hàbit tabàquic, etc.

i poder contestar a les següents qüestions:

- Existeixen diferències entre els cors entrenats i els no entrenats?
- Si hi ha diferències, són iguals per als dos gèneres?
- Hi ha diferències entre fumadors i no fumadors?
- Quina relació té l'edat amb la resposta cardiovascular a l'esport?
- Quina relació hi ha entre la freqüència cardíaca i la tensió arterial?

6.1 Material i mètode:

Per a la realització de les proves funcionals s'ha utilitzat el següent material:

- esfingomanòmetre (TENSOVAL HARTMANN)
- cronòmetre digital
- cinta mètrica de 50 m de llargada

Previ a l'inici de la prova, s'explica a cadascun dels participants en què consisteixen les proves que realitzarà i quina és la idea de l'estudi en general. Les proves a realitzar són: el test dels 6 minuts i una adaptació del test de Ruffier.

Se li dóna una fitxa (annex núm. 1, pàg. 59) que omple personalment. Posteriorment, s'inicia el test dels 6 minuts en el qual primerament se li mesura la freqüència cardíaca (FC), la tensió arterial (TA) i la freqüència respiratòria (FR) en repòs. Posteriorment, se li demana que camini al màxim de les possibilitats durant 6 minuts i en finalitzar la prova, durant el primer



Fig. 25: Presa de la TA a una dels participants
Ref: Font pròpia

minut, es tornen a mesurar els mateixos paràmetres. Se li demana que quedi assegut en repòs i es repeteix la mesura al cap de 5 minuts de finalitzar la prova.

Posteriorment, se li demana que faci flexions de genolls a bon ritme (unes 30 en 45 segons) sense recolzar les mans a les cuixes, o sia amb les mans a la cintura, o bé els braços en creu o en extensió cap endavant. Un vegada passats els 45 segons, se li torna a mesurar la FC. La idea és poder comparar la variació de la FC davant d'un exercici de molta més intensitat, però amb una breu durada.

La durada total de la prova és d'uns 20-25 minuts per cada una de les 100 persones a les quals s'ha realitzat.

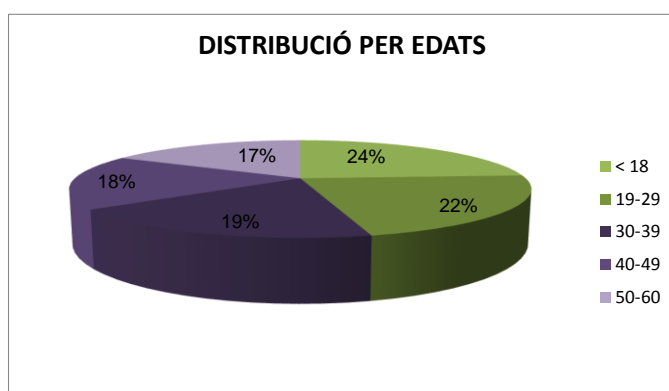
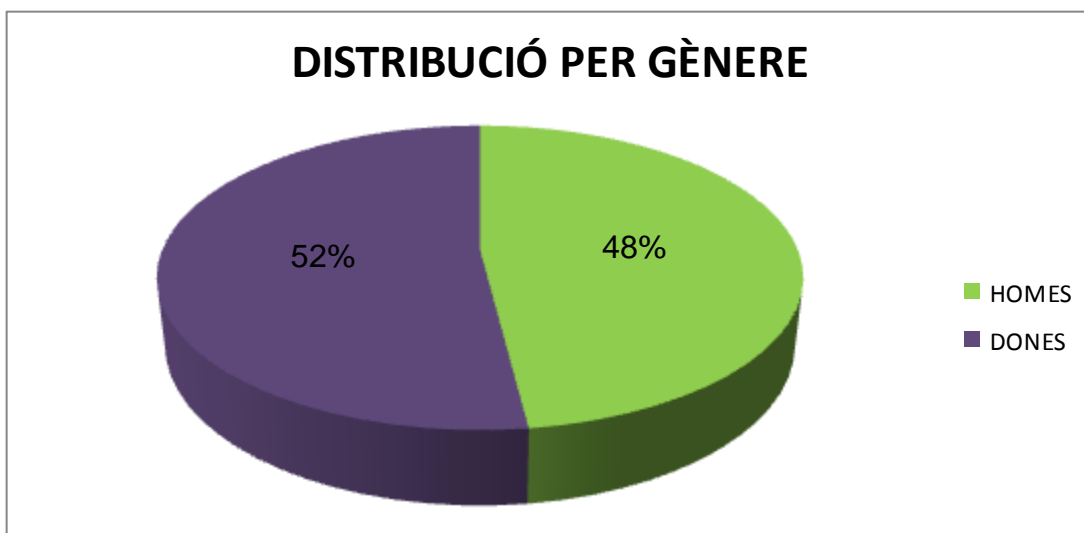
Amb les dades enregistrades, s'ha calculat la *FC màxima* de cada participant. Per calcular la *FC basal* (la que té una persona sense fer cap activitat física, o sia en aixecar-se de dormir) i tenint en compte que s'ha registrat la *FC* abans de començar la prova i, en teoria aquesta és més alta que la *basal* per l'increment anticipatori, s'ha considerat que aquest increment és lleugerament superior al 10% i per tant la *FC basal* pot ser el 90% de la *FC anticipatòria*. A més a més, també s'ha calculat la *FC de reserva*. Amb aquestes dades s'ha calculat la intensitat d'activitat física que ha suposat cadascuna de les dues proves per a cada participant i la relació amb la *FC màxima*.

Com que s'ha registrat la *FC* i la *TA* abans de la prova, al cap d'un minut i al cap de 5 minuts s'han fet els càlculs del percentatge de recuperació d'ambdues al cap de 5 minuts.

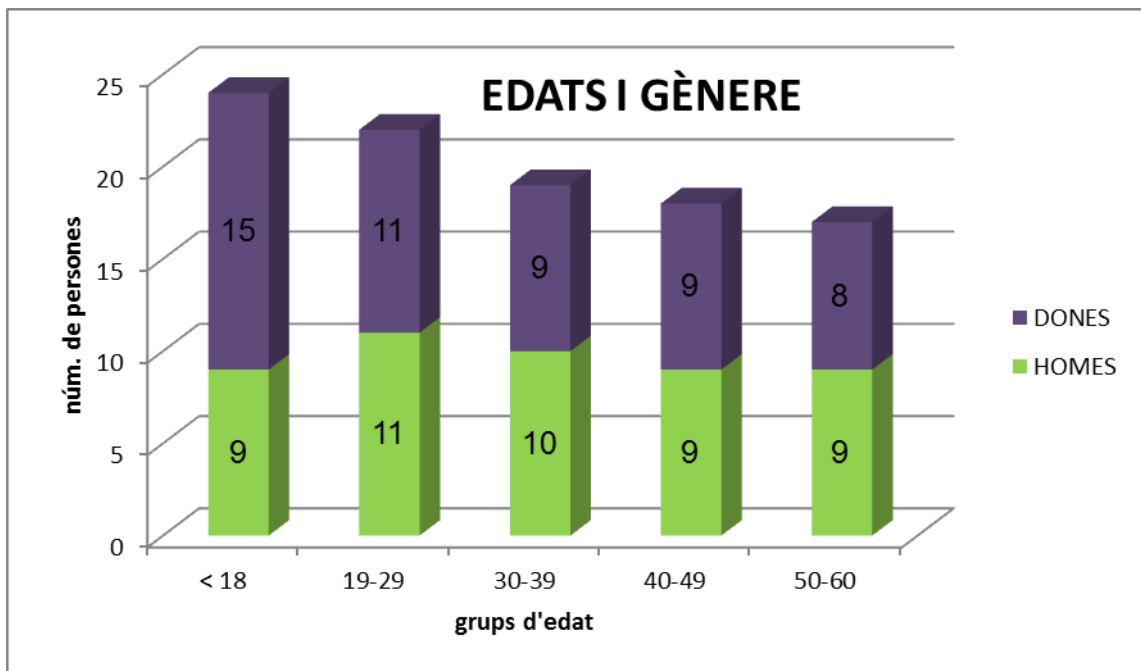
També s'ha fet el càlcul del doble producte ($PAS \times FC$) per a cada un dels participants, com a indicador del consum miocàrdic d'oxigen.

6.2 Resultats

La mostra utilitzada en l'estudi està formada per 100 persones del nostre àmbit geogràfic. La distribució per gèneres de la mostra ha estat de 48% d'homes i 52% de dones, amb la següent distribució per edats.



Pel que fa a la distribució per edats i gènere:



Amb els registres antropomètrics obtinguts s'ha calculat l'IMC.

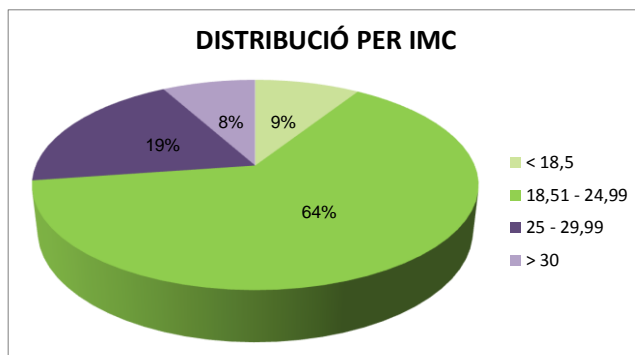
L'**Índex de massa corporal (IMC)** és una xifra que permet avaluar la corpulència d'una persona tot relacionant-ne la seva massa amb la seva altura:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Pes (kg)}}{\text{Altura}^2 \text{ (m)}}$$

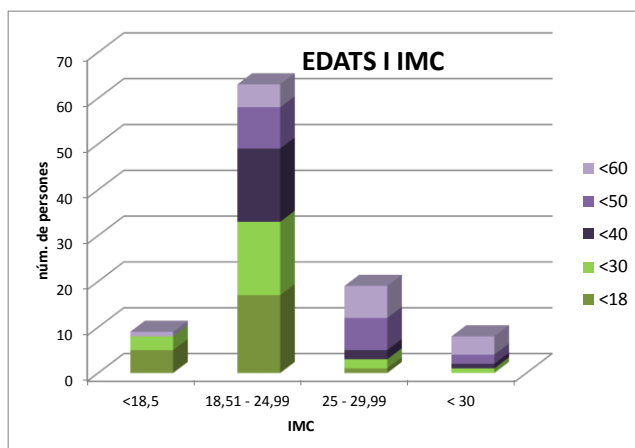
L'IMC segons l'OMS es classifica de la següent manera:

< 18.5	Infrapes
18.5 – 24.99	Normal
25 – 29.99	Sobrepes
>30	Obès

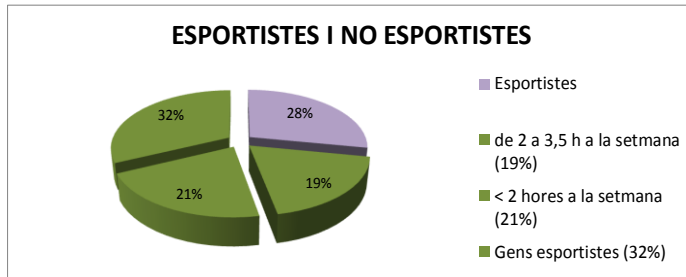
En la nostra mostra la distribució per IMC ha estat:



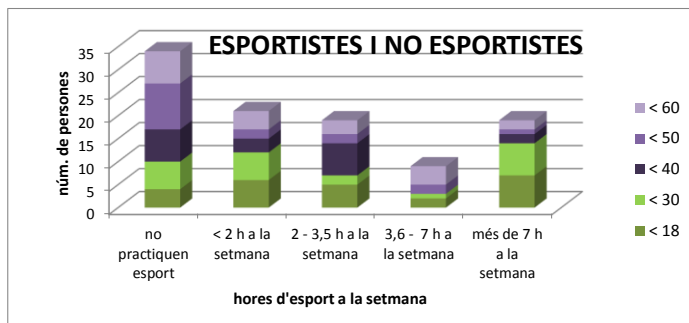
Destacant que un 64% de la població està dins els paràmetres de normalitat, mentre que un 27% superen el pes considerat normal. Si mirem la distribució per edats, veurem que aquest 27% majoritàriament està format per persones de més de 40 anys.



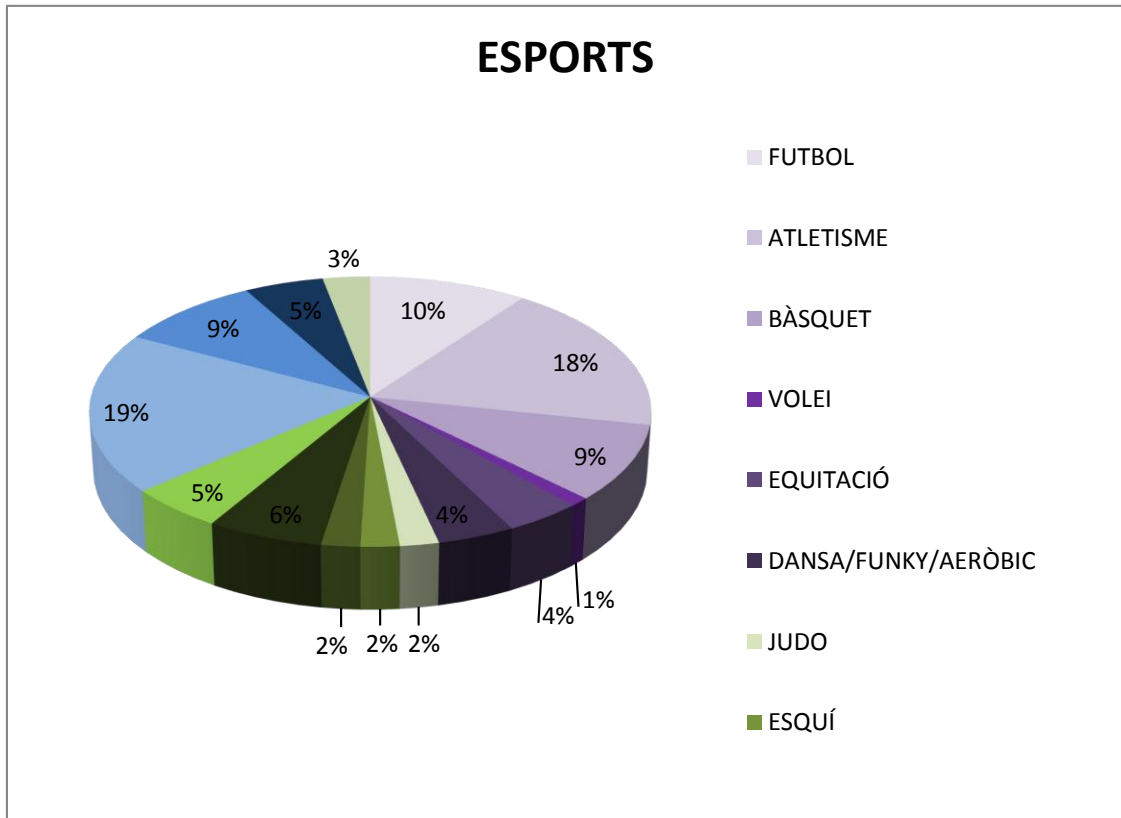
L'esport es considera cardiosaludable, quan l'activitat física de la persona és superior a les 3.5 hores per setmana. En la nostra mostra un 28% dels participants practicava més de 3.5 hores a la setmana d'activitat física, i per tant se'ls considera del grup d'esportistes. Mentre que de la resta, un 72% són considerats no esportistes. D'aquests un 32% feia gens d'esport, un 21% en feia menys de 2 hores a la setmana i el 19% restant no arribava a les 3.5 hores per setmana.



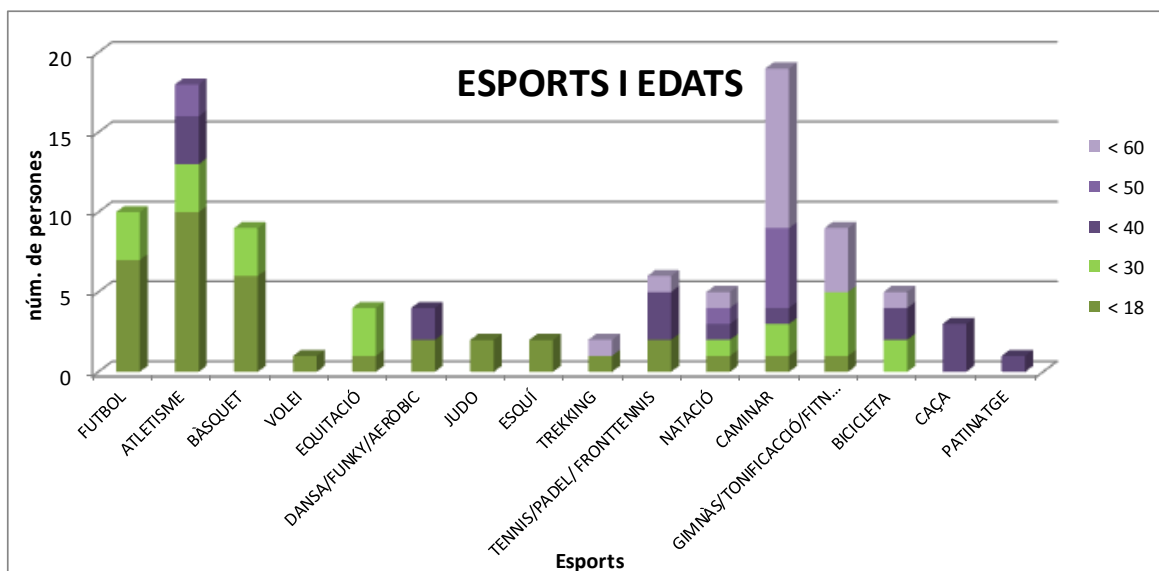
Pel que fa a la relació entre la pràctica d'esport i l'edat un 70% de la gent que no practica gens d'esport té més de 40 anys. Mentre que de la població que practica esport més de 3.5 hores a la setmana, un 32% tenen menys de 18 anys i per tant estan en etapa d'escolarització i ja destinen dues d'aquestes hores a l'assignatura d'educació física. Només un 20% de la gent de més de 40 anys de la mostra practica més de 3.5 hores d'esport a la setmana



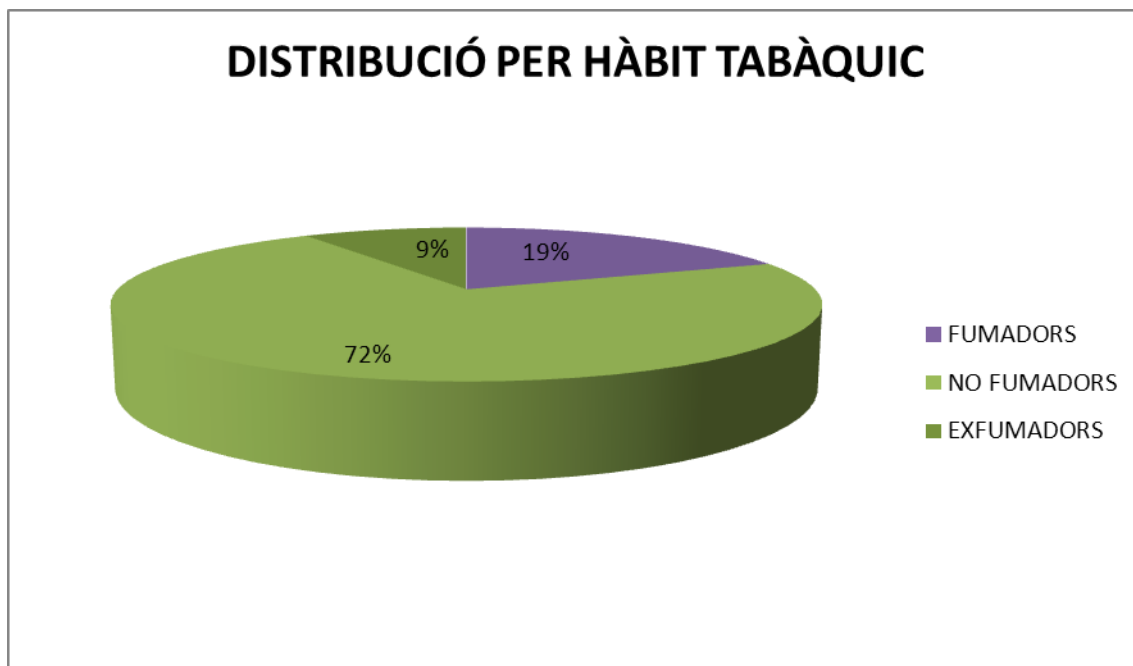
Pel que fa al tipus d'activitat que fa la població estudiada, les més freqüents han estat caminar amb un 19% i atletisme amb un 18%, seguides pel futbol amb un 10%.



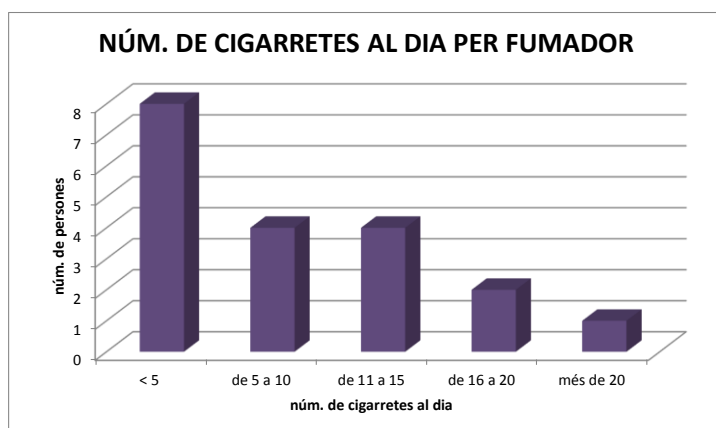
Si mirem la distribució per edats i esports, destaca fonamentalment que per sota dels 18 anys és majoritària la pràctica de futbol, bàsquet i atletisme; mentre que per damunt dels 40 anys el més freqüent és caminar



Pel que fa a l'hàbit tabàquic de la mostra, un 19% declaren ser fumadors mentre que un 81% diuen no ser fumadors.



Un 42% dels fumadors consumeixen menys de 5 cigarretes al dia, essent la distribució per grups de consum:

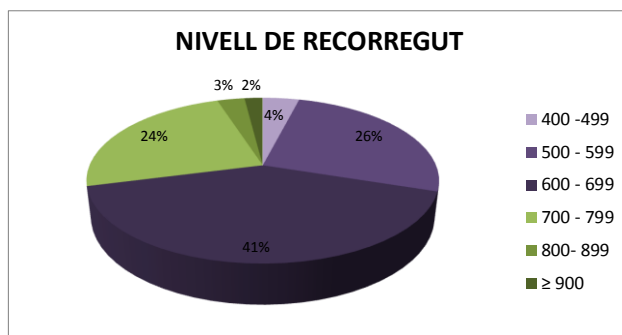


Una vegada estudiades la tipologia de la població, passem a estudiar els registres obtinguts tant en la prova dels sis minuts com en les flexions de cames. En resum, els paràmetres obtinguts en la prova dels sis minuts han estat:

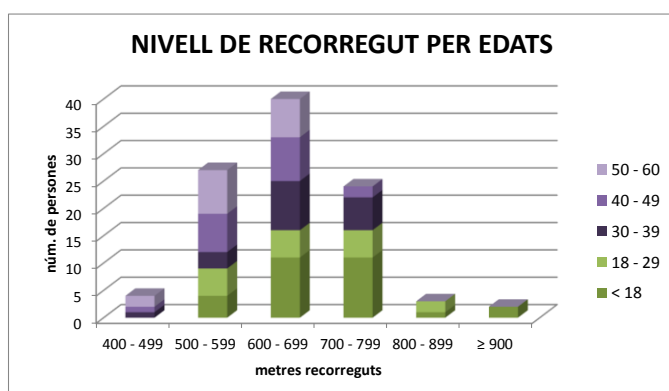
Paràmetres mesurats	
Metres caminats	Mínim 475 Màxim 907 Mitjana 646,67 Variància 7535,58
Freqüència cardíaca en repòs (bpm: batecs per minut)	Mínim 41 Màxim 98 Mitjana 70,91 Variància 132,24
Freqüència cardíaca màxima (bpm)	Mínim 47 Màxim 132 Mitjana 81,38 Variància 293,64
Freqüència cardíaca als 5 minuts (bpm)	Mínim 42 Màxim 120 Mitjana 75 Variància 197,44
Tensió arterial sistòlica repòs (mmHg)	Mínim 87 Màxim 191 Mitjana 130,51 Variància 500,9
Tensió arterial sistòlica màxima (mmHg)	Mínim 103 Màxim 195 Mitjana 139,57 Variància 305,77
Doble producte	Mínim 6627 Màxim 20664 Mitjana 11018 Variància 8124180

*La *variància* és una mesura de dispersió estadística que relaciona cada valor amb la mitjana del grup, essent el sumatori de les diferències al quadrat, dividit pel nombre de valors.

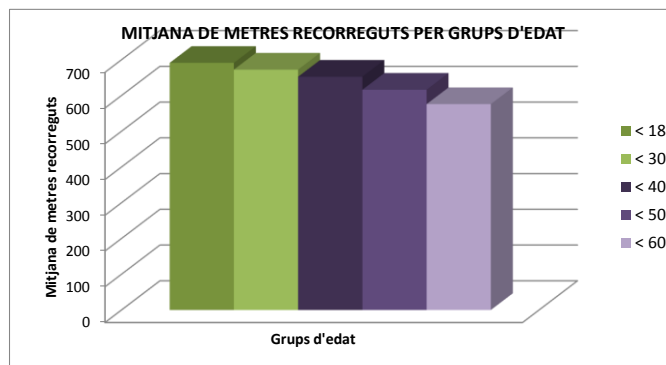
De cara a l'estudi del trajecte recorregut pels participants, tenint en compte que la distància mínima recorreguda ha estat de 475 metres i la màxima ha estat de 907 metres, s'ha dividit en sis nivells. D'aquests, el majoritari amb un 41 % ha estat el que va dels 600 als 699 metres:



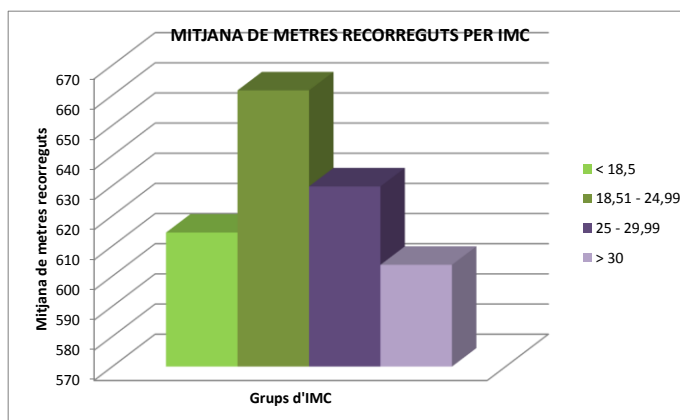
Pel que fa a la relació entre l'edat i els metres recorreguts, destaca que majoritàriament les persones de més de 30 anys estan per sota dels 700 metres recorreguts, mentre que els menors de 30 anys majoritàriament estan per damunt dels 600 metres recorreguts



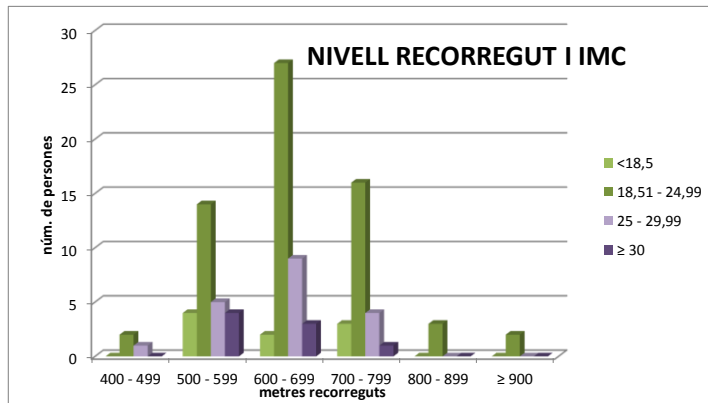
Si el que comparem són les mitjanes de metres recorreguts per grups d'edat, veiem que hi ha una relació inversa entre l'edat i la mitjana.



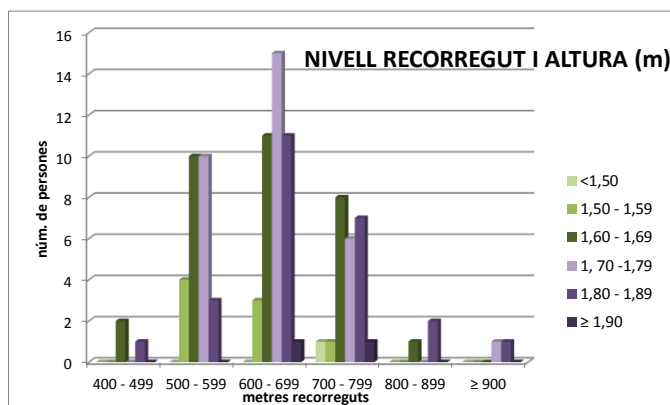
Si el que mirem es la relació entre les mitjanes dels metres recorreguts i l'IMC, es mostra que les persones amb un IMC normal són les que tenen la mitjana més alta.



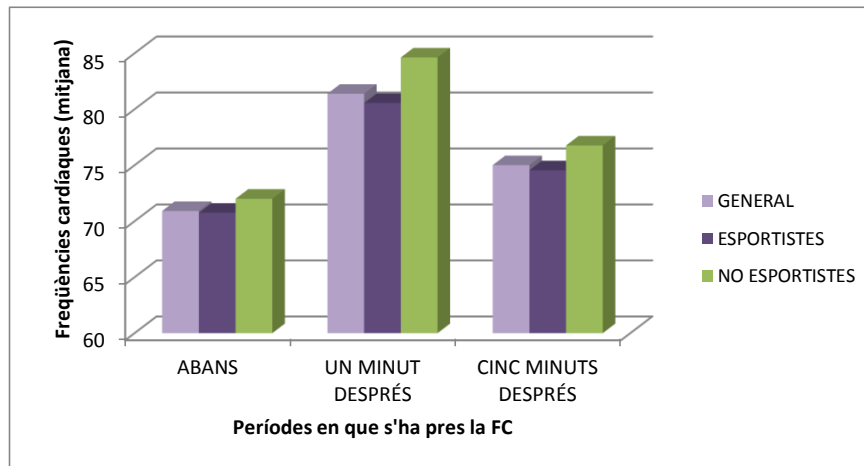
Pel que fa al gràfic següent, destaca que les persones amb un IMC superior a 25 recorren menys metres que els de pes normal:



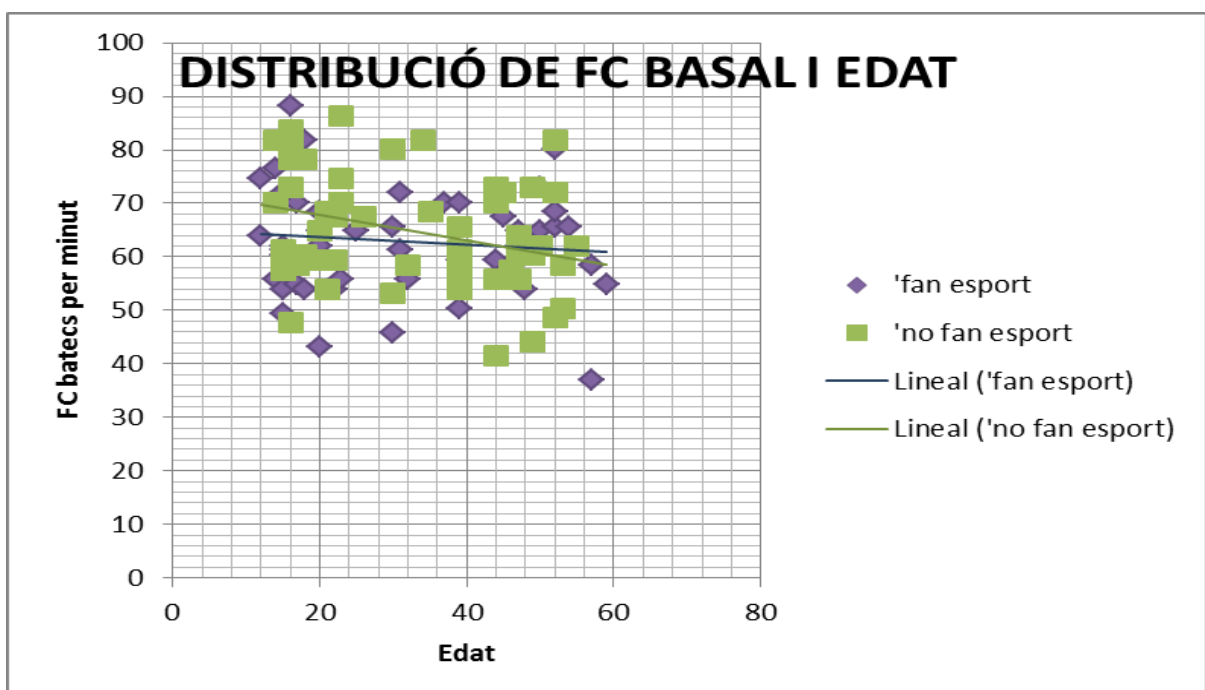
Pel que fa a la relació entre el trajecte recorregut i l'altura de la persona es veu una distribució variable, essent la següent:



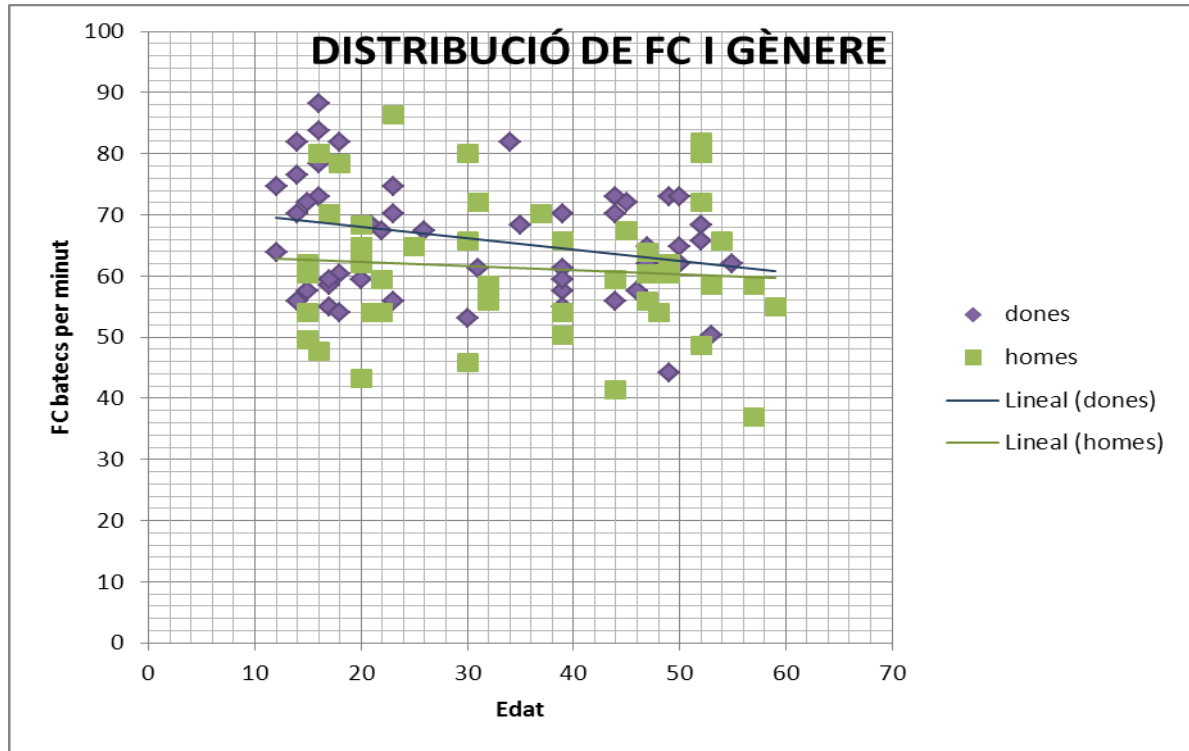
Si el que mirem són els paràmetres de fisiologia cardiovascular pròpiament dita, en la prova dels sis minuts la relació entre les freqüències cardíques mitjanes sempre és menor en els esportistes que en els no esportistes:



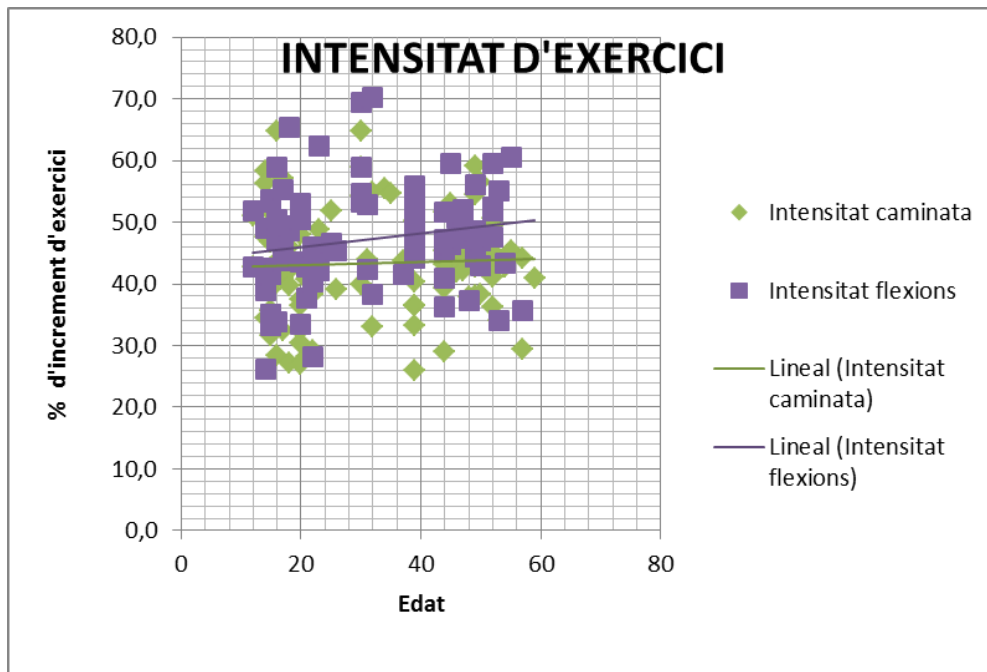
Pel que fa a la distribució de la FC basal en relació a l'edat i la pràctica o no d'esport, veiem que la tendència de les persones que fan esport és a mantenir una FC basal bastant estable amb el pas del temps (edat), mentre que en les que no fan esport la FC basal va disminuint amb l'edat. A més veiem que fins als 45 anys, la FC basal dels esportistes és inferior a la dels que no fan esport i a partir d'aquesta edat la relació s'inverteix molt lleugerament.



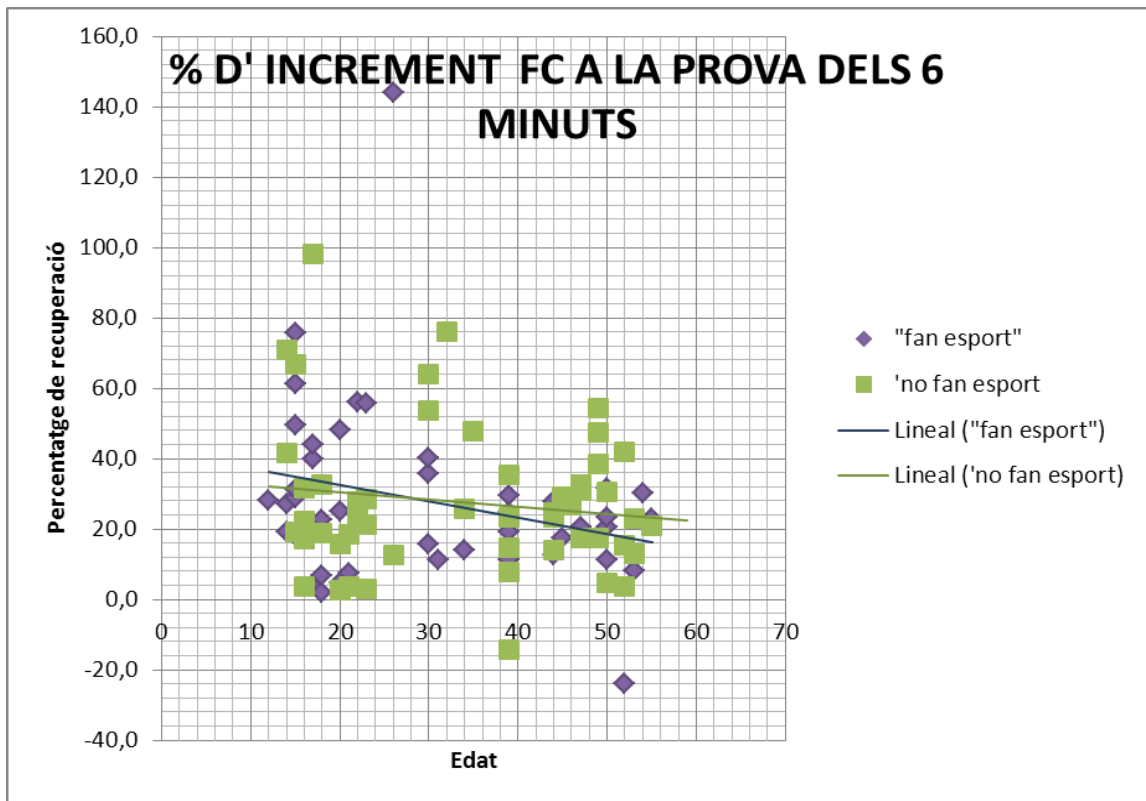
Si el que volem comparar és la FC basal entre gèneres constatem que les dones tenen una FC basal superior als homes en totes les edats



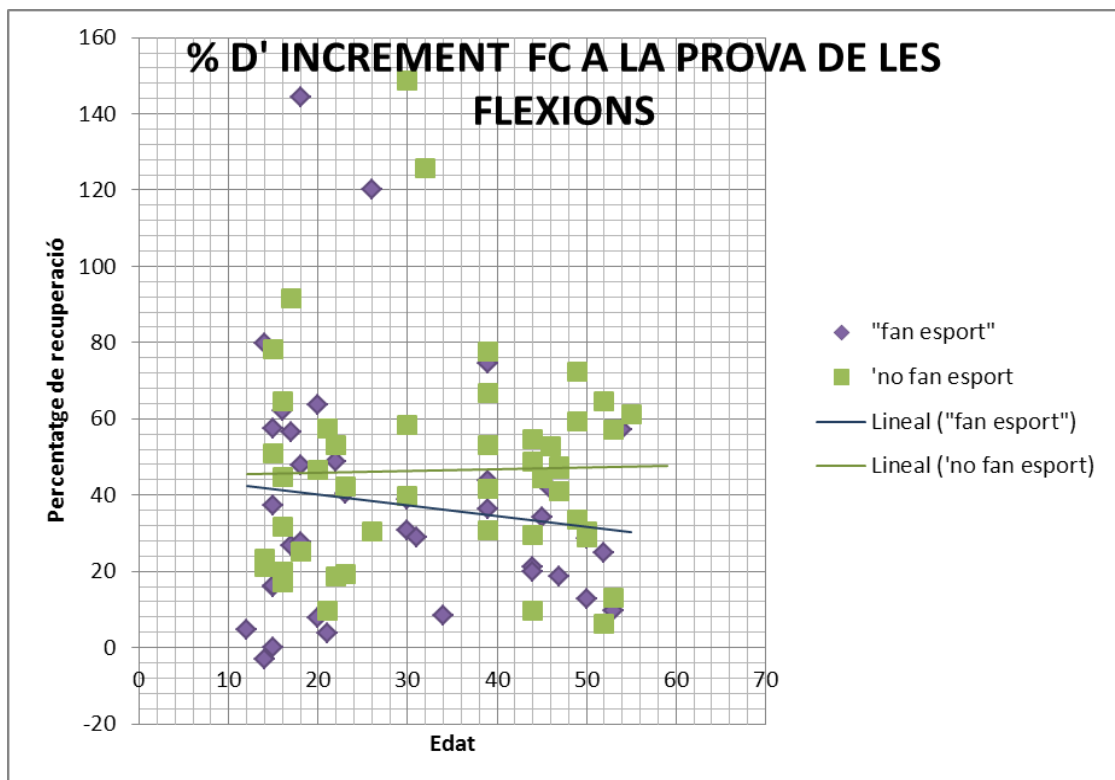
De cara a poder comparar els increments de FC i de TAS de les proves practicades és interessant veure la intensitat d'exercici que suposa el fet de fer cadascuna de les proves. Així veiem que la intensitat de la caminata ha estat gairebé constant en totes les edats, mantenint-se en un 44%, mentre que la intensitat d'esforç que ha suposat fer les flexions ha estat superior i ha anat pujant amb l'edat.



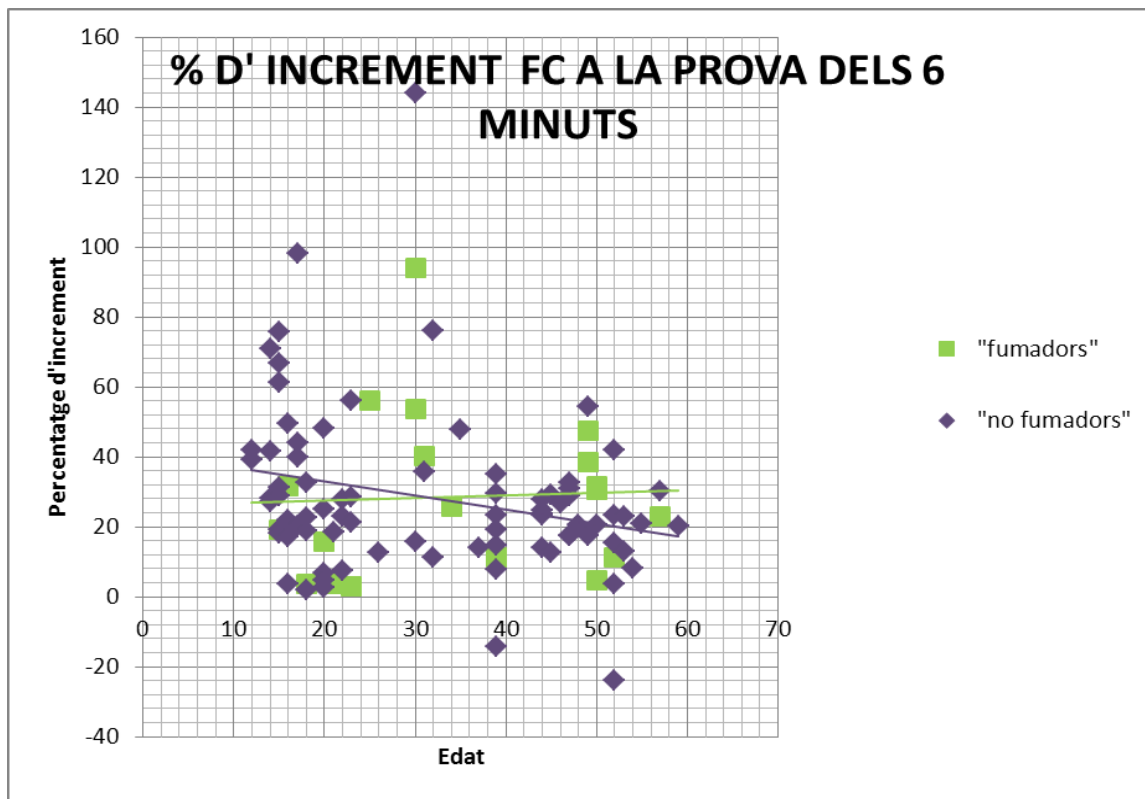
Si mirem el % d'increment de la FC en la prova dels 6 minuts (caminata) veiem que l'increment de FC dels esportistes és inferior a partir dels 25 anys



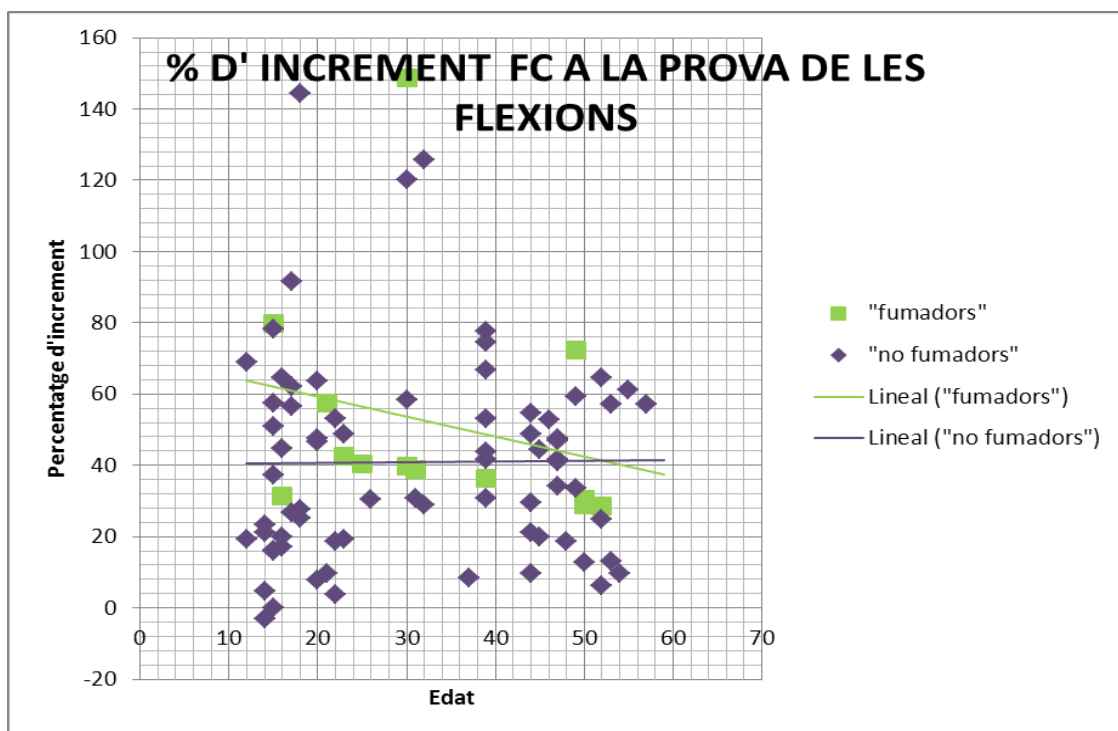
Si en canvi mirem l'increment a la prova de les flexions veiem que en totes les edats l'increment ha estat menor en els que fan esport.



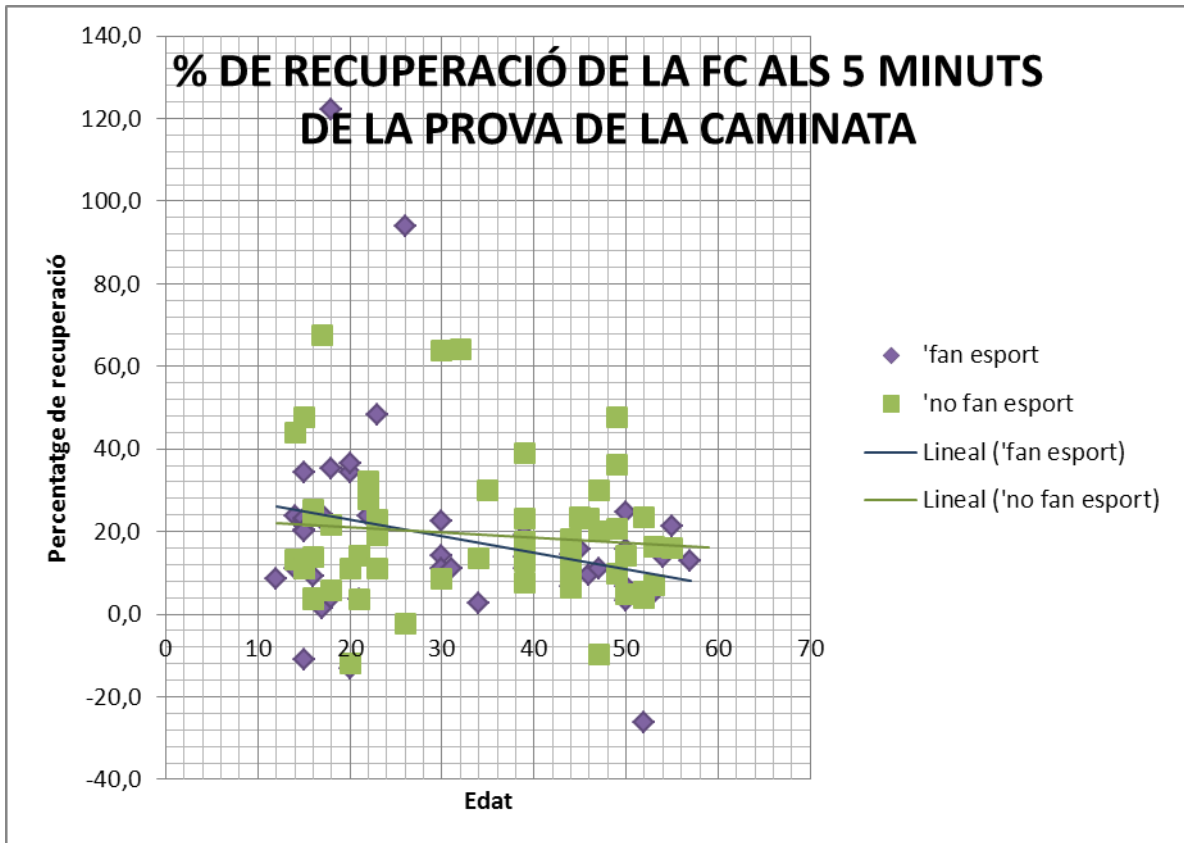
Pel que fa a la relació de l'increment de la FC i l'hàbit tabàquic veiem que



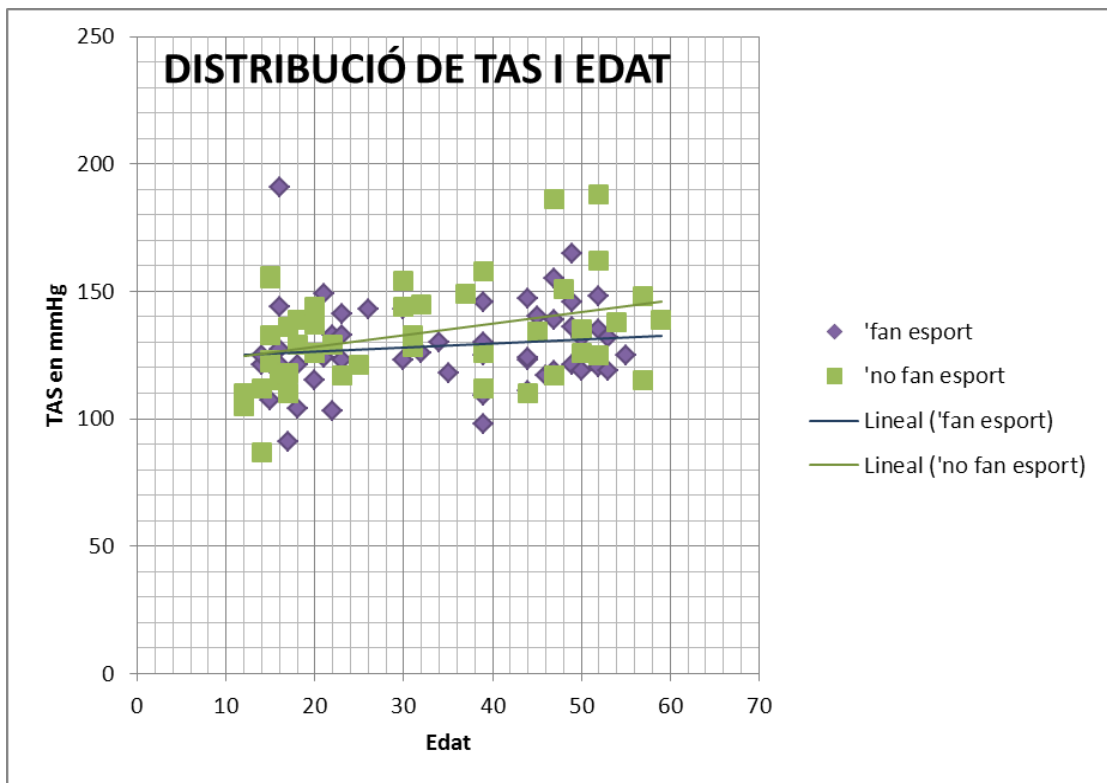
Pràcticament no hi ha diferències amb el gràfic que ho relacionava amb l'esport pel que fa a la prova dels 6 minuts, mentre que pel que fa a les flexions, l'increment de FC és francament superior als fumadors amb un increment que pot arribar a diferir un 22%:



Si mirem la recuperació de la FC al cap de 5 minuts de finalitzar la prova de la caminata veiem que els no esportistes continuen tenint un augment de la FC d'entre el 16 i el 22% en tot el tram d'edats, mentre que els esportistes a partir dels 25 anys recuperen més que els no esportistes quan més edat tenen, arribant a només un increment del 4% en els més grans.

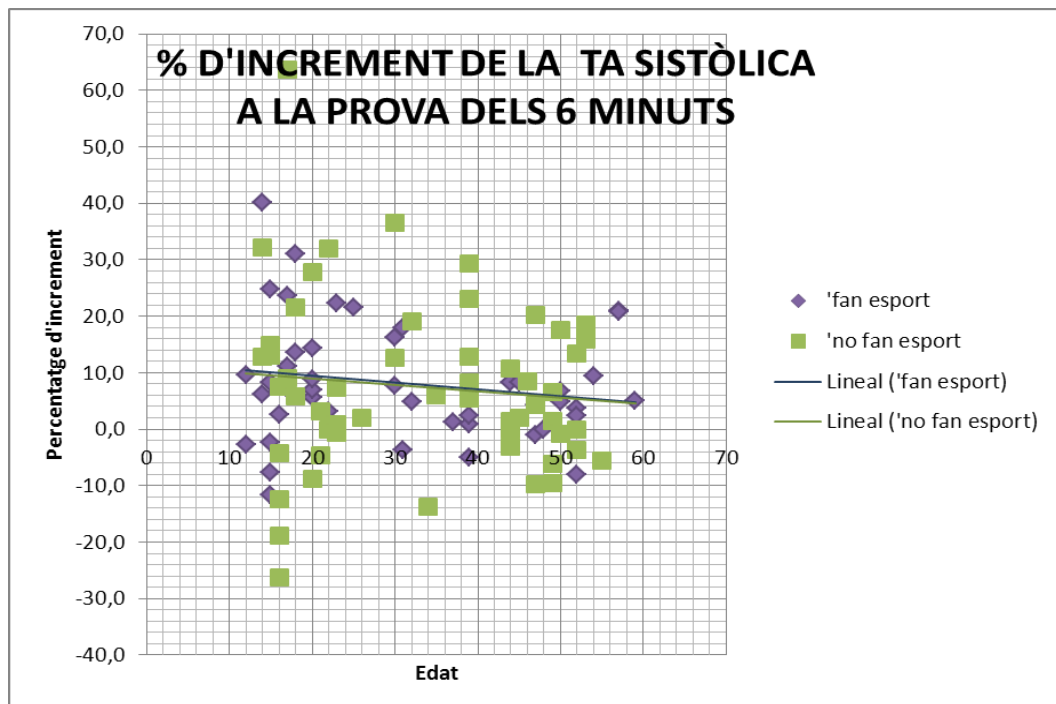


En relació a la TA sistòlica basal la distribució per edats és

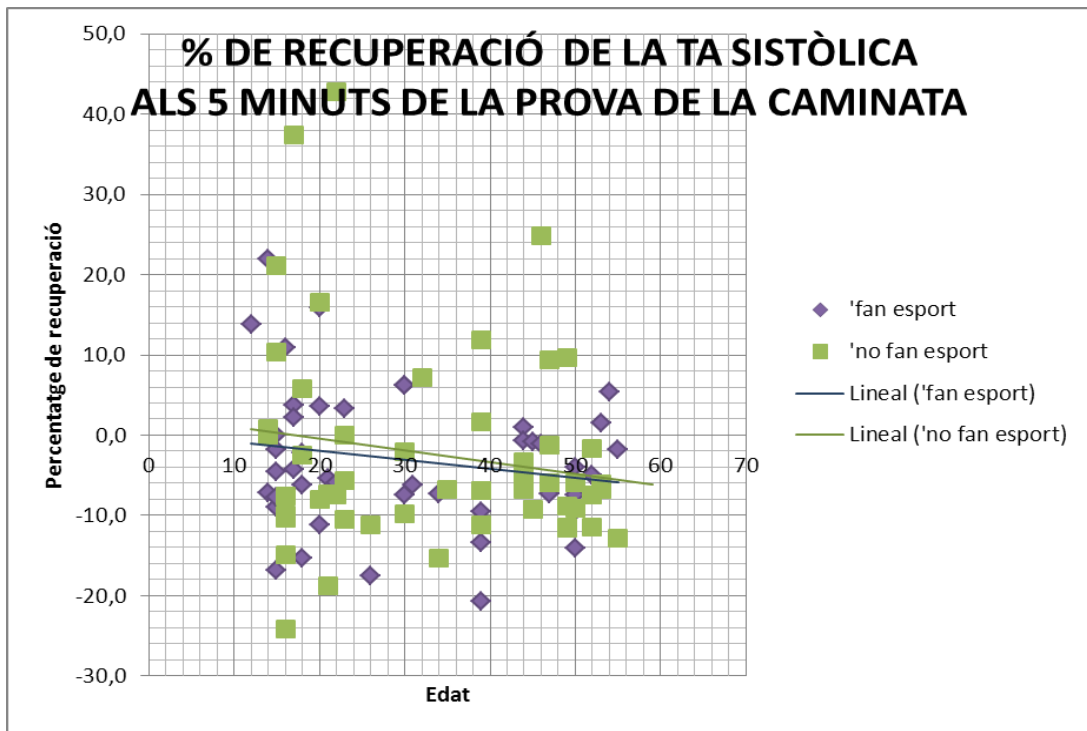


Veiem que en els esportistes aquesta es manté en totes les edats mentre que en els no esportistes aquesta va augmentant amb l'edat

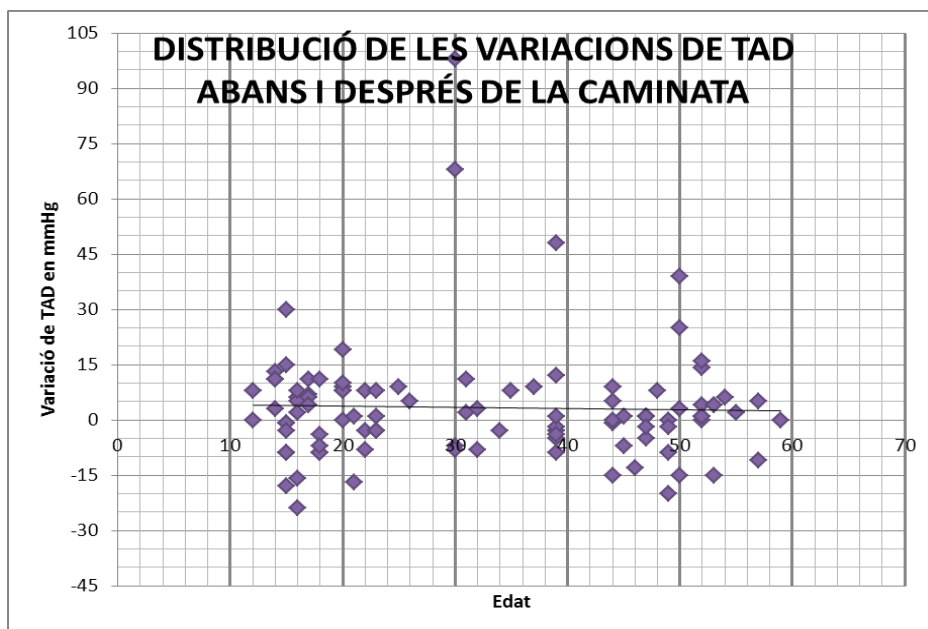
Pel que fa a l'increment de la TA sistòlica amb l'exercici, veiem que en els més joves augmenta més que en els més grans independentment de la pràctica d'esport.



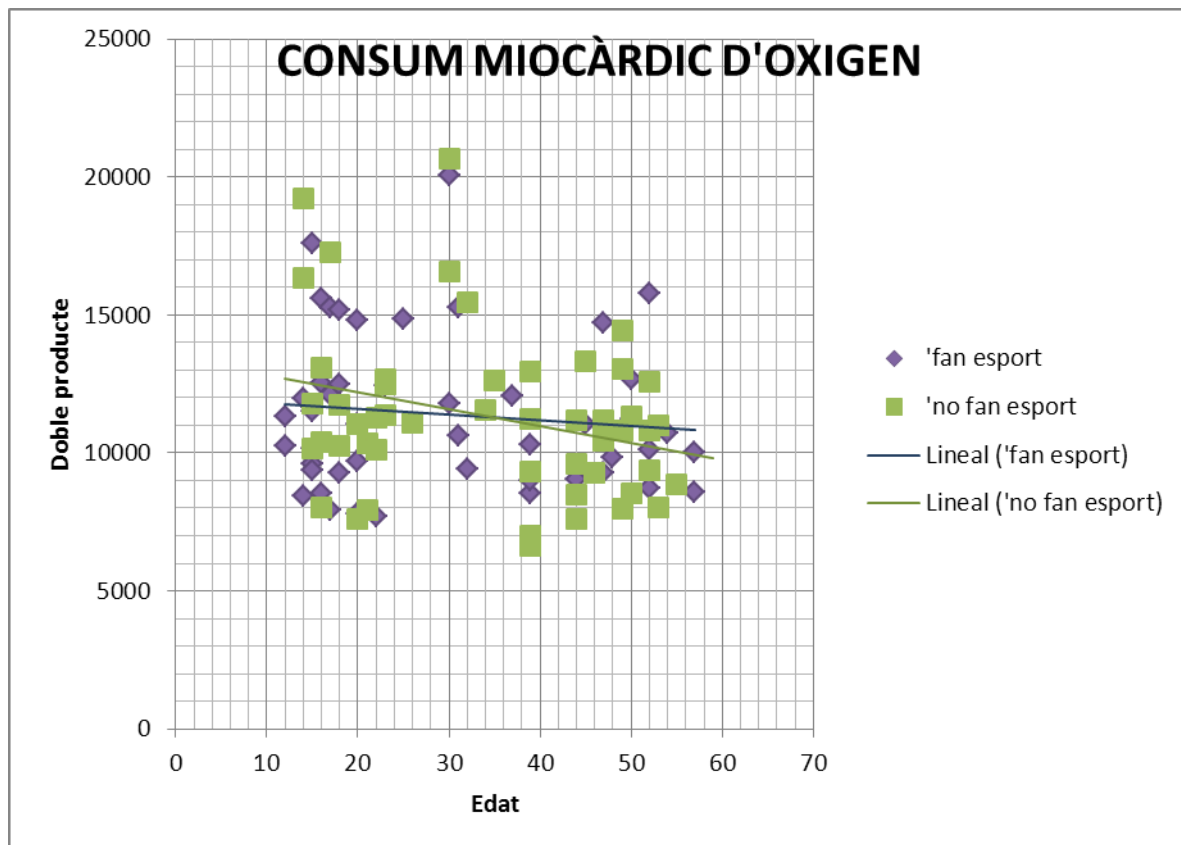
En relació a la recuperació de la TAS després de l'esforç veiem que aquesta és lleugerament més bona en els esportistes.



Pel que fa a les variacions de la TA diastòlica (TAD), només 7 persones han tingut variacions per damunt dels 15 mmHg, coincidint totes elles a tenir patologia prèvia (HTA, cardiopatia, hipertiroidisme, ansietat, sobrepès important)



També hem volgut comparar el consum miocàrdic d'oxigen en relació amb l'edat i l'esport i hem vist que en els esportistes aquest es manté estable amb el pas dels anys, mentre que en els no esportistes va disminuint més amb l'edat i fins als 35 anys és superior al dels no esportistes.



7.CONCLUSIONS

A la vista de tot l'exposat podem dir que:

- sí que hi ha diferències entre els cors entrenats i els no entrenats, atès que la relació entre les freqüències cardíques mitjanes sempre és menor en els esportistes que en els no esportistes, i que el % d'increment de la FC davant un esforç és menor en els que practiquen esport i aquesta diferència augmenta de manera proporcional a la intensitat de l'exercici practicat.

El fet de practicar esport fa que sigui molt més ràpida la recuperació de la FC un cop s'ha deixat de fer l'esforç.

- S'ha comprovat també que les dones tenen una FC basal superior als homes en totes les edats.

- L'hàbit tabàquic fa que en exercici de baixa intensitat no hi hagi massa diferències entre fumadors i no fumadors mentre que, si la intensitat de l'exercici augmenta també augmenta l'increment de FC, essent francament superior als fumadors amb un increment que pot arribar a diferir un 22%:

- Pel que fa a l'efecte de la pràctica de l'esport sobre la TAS, aquesta és menor en els esportistes en totes les franges d'edat i a més es manté estable al llarg del temps. Davant d'una activitat física l'increment de la TAS és més gran en els més joves independentment de la pràctica esportiva, però la recuperació de la TAS després de l'esforç és lleugerament més bona en els esportistes. Per la qual cosa és una eina molt important de cara a combatre la hipertensió arterial i les seves complicacions.

En resum, la pràctica d'esport cardiosaludable fa que augmentin les reserves corporals per a acudir quan caiem malalts i actua com a medicina preventiva de moltes patologies cròniques.

8.GLOSSARI

Angina de pit: dolor precordial ocasionat per la manca temporal d'irrigació sanguínia al múscul cardíac, sense arribar a necrosar-se.

Arterioesclerosi: enduriment de les parets de les artèries per dipòsits de plaques de greix a la cara interna de les seves parets.

Circulació major o general: circulació sanguínia per tot l'organisme llevat dels pulmons.

Circulació menor: circulació sanguínia entre el cor i els pulmons.

Diàstole: període de dilatació del cor que permet l'emplenament de les cavitats cardíques.

Extrasístoles: contracció prematura de l'aurícula o del ventricle independent del ritme normal per una excitació anòmala d'una part aliena al sistema de conducció.

Flux sanguini: quantitat de sang que passa per un teixit en un període determinat de temps.

Fracció d'expulsió o d'ejecció: fracció del volum que conté el ventricle esquerre que és expulsada en una sístole cap a la circulació general.

Freqüència cardíaca: nombre de batecs cardíacs per minut.

Gasto o despesa cardíac: volum de sang que bombeja el cor en un minut. Es coneix també com *volum/minut* .

Infart de miocardi: necrosi o mort de part del múscul cardíac per obstrucció de les artèries coronàries .

Insuficiència cardíaca: cúmul de sang al sistema venós, sobretot a les parts més baixes del cos (turmells) o a nivell pulmonar quan el cor no pot expulsar la mateixa quantitat de sang que rep .

Músculs papil·lars: columnes musculars de la paret ventricular a les quals s'enganxen les cordes tendinoses que fan obrir i tancar les vàlvules auriculoventriculars.

Orifici auriculoventricular: comunicació entre una aurícula i el ventricle del mateix costat.

Període refractari: interval de temps en el qual un impuls cardíac normal no pot tornar a excitar una part ja excitada del múscul cardíac.

Pressió diastòlica: també coneguda com a pressió mínima. És a la que s'arriba a l'aorta just abans d'iniciar una nova contracció ventricular.

Pressió sistòlica: l'entrada de sang a l'aorta i les artèries fa que les parets d'aquestes es destensin i elevi la pressió. Es també coneguda popularment com a pressió màxima.

Resistència perifèrica: és l'oposició que troba la sang en passar pels vasos. Depèn del diàmetre del vas i de la llargada total del vas.

Septum o envà interauricular: paret muscular que separa les dues aurícules.

Sinus coronari: vas venós situat al solc auriculoventricular posterior al qual van a desembocar gairebé totes les venes coronàries.

Sistema conducció o cardioconnector: fibres musculars especialitzades per a originar i transmetre el batec cardíac.

Sistema nerviós autònom: part del sistema nerviós independent del sistema nerviós central i que és involuntari . Està format per dos subsistemes anomenats simpàtic i parasimpàtic.

Sístole: contracció del múscul cardíac.

Solc auriculoventricular o coronari: canal o depressió que separa les aurícules dels ventricles i que envolta el cor com una corona.

Solc interauricular: canal o depressió que separa les aurícules.

Solc interventricular: canal o depressió que separa els ventricles.

Vàlvula aòrtica: vàlvula semilunar situada a l'arrel de l'artèria aorta.

Vàlvula mitral: vàlvula de dues valves que comunica l'aurícula i el ventricle esquerres.

Vàlvula pulmonar: vàlvula semilunar situada a l'arrel de l'artèria pulmonar.

Vàlvula semilunar o sigmoidea o de niu d'oreneta per la forma de les seves valves, que no tenen músculs papil·lars ni estructures tendinoses, situades tant a l'arrel de l'artèria aorta com a l'arrel de l'artèria pulmonar.

Vàlvula tricúspide: vàlvula de tres valves que comunica l'aurícula i el ventricle drets.

Volum de batec: volum de sang que surt del ventricle en un batec.

Volum telediastòlic: el volum de sang de cada ventricle durant la diàstole.

Volum telesistòlic: volum de sang que queda dins del ventricle durant la sístole i que no arriba a ser expulsat.

9.BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

- BARBANY, JR: *Fisiologia de l'execici en l'infant i l'adolescent. Algunes consideracions*, Temps d'educació núm.4, 2n semestre, 1990
- FUSTER, Valentí i CORBELLÀ, Josep: *La ciència de la salut*, Columna. 5a Ed. 2006
- GUYTON-HALL: *Tratado de fisiología médica*, McGraw-Hill-Interamericana. 10a Ed. 2001
- LÓPEZ CHICHARRO,J, FERNANDEZ VAQUERO, A : *Fisiologia del ejercicio*, Médica Panamericana, 3a Ed. 2006
- MERÍ, Àlex: *Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte*, Médica Panamericana. 1a. 2005
- MINISTERIO DE SALUD DEL GOBIERNO DE CHILE. OMS, *Programa de actividad física para la prevención y control de los factores de riesgo cardiovasculares*. 2004
- MORA RODRIGUEZ,R, *Fisiología del deporte y el ejercicio, Prácticas de campo y laboratorio*, Médica Panamericana. 1a Ed. 2010
- NÚÑEZ GIL, Ivan . *¿Es necesario un estudio previo a la práctica deportiva?*, *Cardiología Hoy /European Heart Journal* (2011) 32 (8): 934-944
- PONS NÚÑEZ, A.M: *Sistema de ejercicios físicos alternativos para el tratamiento de la hipertensión arterial a nivel comunitario*. *Revistaciencias.com*

- SERRA GRIMA, J. Ricardo: *Corazón y ejercicio físico en la infancia y adolescencia*, Masson 1a. Ed 2001
- VÁLLEZ TROYANO, D : *Adaptación cardiovascular y capacidad de recuperación cardíaca en jóvenes de 13 años* Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, vol 3 (11) pp.182-189. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista11/artadaptar.htm>
- http://www.edutic.ua.es/visualiza_wq/contenido.asp?opt=tarea&id=229. [Consulta: 23 de febrer de 2011]
- http://www20.gencat.cat/docs/pla-salut/Circulatori_162_276a278_339a_344_437a438.pdf [Consulta: 23 de febrer de 2011]
- <http://www.recercaglobal.cat/actualitat/reportatges/item/19384-noves-estrategies-per-regenerar-el-cor.html> [Consulta: 30 de març de 2011]
- http://www.gencat.cat/ics/professionals/pdf/manual_activitat_fisica.pdf [Consulta: 20 d'abril de 2011]
- <http://www.infermeravirtual.com/ca-es/problemes-de-salut/tractaments/activitat-fisica/informacio-relacionada.html#insignificant> [Consulta: 20 d'abril de 2011]
- <http://www.monografias.com/trabajos82/manual-control-medico-actividad-fisica/manual-control>. [Consulta 20 d'abril de 2011]
- <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EkpyFAIFyApLXZcsho.php> [Consulta: 4 de maig de 2011]
- http://issuu.com/imedpub/docs/test_de_los_6_minutos [Consulta: 4 de gener de 2011]

10. AGRAÏMENTS

En primer lloc donar les gràcies a tots i cadascun dels 100 participants per haver dedicat una part important del seu temps de lleure a contribuir al treball.

També he d'agrar l'assessorament científic cardiològic de la Dra. Carme Amorós i Galitó, així com al Dr. José Ricardo Serra-Grima per haver dedicat part del seu temps a contestar l'entrevista.

A la meua mare, per l'ajuda i suport que m'ha donat en tot moment.

A l'artista plàstic Sergi Arbusà per haver dissenyat la portada del treball, i a l'enginyer Jordi Arbusà per l'assessorament en el disseny d'aquest.

A les lingüistes que han revistat la gramàtica, sintaxi i ortografia del treball.

I finalment al meu tutor per la paciència i dedicació que ha tingut.

11.ANNEXOS

ANNEX N° 1

Número:

Gènere:

Data de la prova:

Hora de la prova:

Data de naixement:

Pes:

Alçada:

IMC:

Fumador: NO

Malalties que pateix:

Diabetis:

SI

cardiopatia:

EX

hipertensió arterial:

Quantes cigarretes/dia

asma- al·lèrgies:

cap

Medicació actual:

Esports que practica:

Quantes hores a la setmana:

Des de quan practica esport:

Abans de la prova:

FC:

FR:

TA:

A l'acabar la PROVA 6 MINUTS:

1er minut

FC:

FR:

TA:

5 minuts

FC:

FR:

TA:

Trajecte recorregut:

ADAPTACIÓ DEL TEST DE RUFFIER:

FC abans:

FC al cap d'un minut:

ANNEX N°2

Dr. José Ricardo Serra-Grima

Doctor en Medicina. Especialista en Cardiologia i Medicina Esportiva.
Àmplia Experiència en Valoració Cardíaca, Proves d'Esforç
i Proves de Valoració Funcional d'esportistes.

Departament de Cardiologia i Cirurgia Cardíaca
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Consultor Cardiològic Esportiu del C.A.R. de St.Cugat i del F.C. Barcelona
Consell Català de l'Esport
Scientific Advisor of Entrenament Esportiu Barcelona - Sport Training Barcelona
International Training Center & Training Services

Per què avui en dia són tan freqüents les malalties cardiovasculars?

Entre altres arguments, la dieta menys saludable i poc exercici físic.

Quin paper hi té l'estrès i l'actual crisi en el desenvolupament de malalties cardiovasculars?

És difícil de quantificar el paper de l'estrès, no obstant, l'estrès "negatiu" com preocupacions permanents, situació laboral, conflicte familiar, etc. no va gens bé per al cor.

Creu que hi ha diferències de gènere? Per què?

Hi ha predomini en els homes sobre les dones i vinculades per tant a factors hormonals.

Qui ha de preocupar-se per la salut del seu cor?

Tothom, però en especial els que tenen antecedents familiars i no han controlat els factors que afavoreixen la malaltia, com tabac, hipertensió arterial, diabetis o colesterol alt.

Com saber quina és la "dosi" d'esport que ens convé?

La "dosi" d'esport saludable varia segons edat i si s'ha fet esport abans. El més important és evitar l'esforç intens si no s'ha fet preparació prèvia.

Què hem de fer per saber si la nostra relació amb l'esport és l'adequada?

El millor és tenir dades objectives de la correcta adaptació i això es fa mitjançant una prova d'esforç per persones de més de 30 anys.

Creu que la gent és conscient del que significa dur una vida cardiosaludable?

Hi ha una majoria que és conscient, el problema és que a l'hora de complir les normes adequades falta motivació personal o ajut de professionals.

Quins factors prevenen la mort sobtada?

El coneixement de la malaltia responsable i el tractament adequat. És excepcional en absència de cardiopatia orgànica.

N'hi ha prou amb fer-se un electrocardiograma? Quines altres proves es poden fer?

Abans de l'ECG, el metge ha de fer una completa història clínica i exploració física. És a dir, el metge ha de fer de metge. Després, l'ECG és molt útil. Cal fer més proves en casos de dubtes.

Creu que la població està prou informada del cost-benefici de fer esport?

No, en part perquè no s'ha explicat prou. Fer exercici amb regularitat per una gran majoria és un gran esforç i ja ni pensen en aquesta relació

Quines són les principals patologies cardíques que impossibiliten fer esport?

Restricció absoluta molt poques. Control i moderació en la malaltia coronària no estabilitzada (persona de >35 anys) o malaltia del propi miocardi que està hipertrofiat, en els més joves.

A quants esportistes ha visitat al llarg de la seva carrera professional? I a quants els ha hagut de dir que havien de deixar de fer esport?

Moltíssims. Deixar l'esport d'alta competició crec que dos. I moderar l'exercici diferents casos, però no per malaltia si no per sobreentrenament.

Té alguna cosa a afegir o creu que li hauria d'haver preguntat?

S'ha de perdre la por que darrerament s'ha originat per accidents greus en l'esport. El risc no és l'esport sinó la malaltia ni diagnosticada ni controlada. En absència de malaltia del cor, els accidents cardiovasculars greus són excepcionals. El metge de família i el pediatra són els professionals de primer nivell per evitar complicacions en l'exercici. Han fet el diagnòstic de la malaltia, amb l'ajut, si cal, del cardiòleg.

Moltes gràcies pel seu temps i per la seva col·laboració!!!

ANNEX N° 3

Dra. Carme Amorós Galitó

Especialista en Cardiologia .
Àmplia Experiència en Valoració Cardíaca i ecocardiografia.

Departament de Cardiologia i Cirurgia Cardíaca
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

Per què avui en dia són tan freqüents les malalties cardiovasculars?

Crec que són més freqüents a occident i en els països més desenvolupats. Dieta poc saludable i poc exercici físic.

Es poden prevenir?

Sí quan els factors de risc són modificables, com per exemple tabac, colesterol i tensió arterial elevada.

No quan els factors de risc no són modificables. Per exemple herència, edat, sexe i raça.

Quin paper hi té l'estrès i l'actual crisi en el desenvolupament de malalties cardiovasculars?

L'estrès fa pujar la tensió arterial i accelera el cor. Això a la llarga, si no es controla, pot afavorir el desenvolupament de les malalties cardiovasculars.

Creu que hi ha diferències de gènere? Per què?

Sí, les dones en edat fèrtil tenen menys risc de patir malalties cardiovasculars. Perden aquesta protecció després de la menopausa.

Qui ha de preocupar-se per la salut del seu cor?

En general tothom, molt especialment si hi ha antecedents familiars i/o factors de risc.

Creu que la gent és conscient del que significa dur una vida cardiosaludable?

En general sí, doncs actualment els medis d'informació ens ho recorden freqüentment, sobretot la TV.

Quines persones tenen més risc de patir una malaltia cardiovascular?

Les persones amb antecedents familiars de malaltia cardiovascular i els pacients amb factor de risc no controlat.

Com podem començar a educar a la gent jove en hàbits cardiosaludables per a evitar-los problemes en un futur?

A l'escola i a la família, insistint en l'alimentació sana i l'activitat física.

Quins símptomes d'alarma hem de vigilar per tal de visitar a un especialista en cardiologia?

Dolor toràcic opressiu, sensació de falta d'aire al caminar, elevació de la tensió arterial, cor accelerat,....

Per què es recalca tant que s'ha de menjar sense sal?

Existeix una clara relació entre la sal i l'augment de la tensió arterial, encara que la sensibilitat a la sal és diferent a cada persona.

Quins factors prevenen la mort sobtada?

El coneixement de la malaltia i el tractament correcte.

En els països desenvolupats el 50% de les morts sobtades són cardíaques, d'aquestes en el 90% dels casos hi ha una malaltia cardiovascular prèvia.

N'hi ha prou amb fer-se un electrocardiograma? Quines altres proves es poden fer?

S'ha de fer una bona història clínica, exploració cardiològica i ECG són suficients. En alta competició és millor fer una ecocardiograma i una prova d'esforç .

Creu que la població està prou informada del cost-benefici de fer esport?

Sí, sobretot la gent jove. És bo insistir que en l'exercici anaeròbic l'important és poc pes i moltes repeticions.

Quins són els paràmetres que ens permeten dir que l'estat del cor és òptim?

Ritme sinusal, entre 60 i 80 pulsacions per minut en repòs. I la tensió arterial inferior a 140 /80 mmHg.

Té alguna cosa a afegir o creu que li hauria d'haver preguntat?

És important destacar que l'hàbit cardiosaludable més econòmic i fàcil és caminar a bon ritme 20 ó 30 minuts diaris.

Moltes gràcies pel seu temps i per la seva col·laboració!!