

ELS ANABOLITZANTS. MECANISMES D'ACCIÓ, EFECTES FISIOLÒGICS I RISCOS INDESITJABLES PER A L'ESPORTISTA

Joan Ramon Barbany.

Professor de Fisiologia de l'Exercici, INEFC - Barcelona.

Professor Titular de Fisiologia, Facultat de Medicina - Barcelona.

Introducció: un exemple a evitar

"El pacient ingressat, halteròfil, es trobava en un estat lamentable. Patia lesions múltiples neurològiques, musculars i articulars. Entre elles: trencament complet del quàdriceps, del recte intern, luxació de ròtula i lesions múltiples lligamentàries i tendinoses al genoll i al colze. Es trobava inconscient i era incapaç d'articular paraules. Es va guarir completament després del corresponent tractament reparador i quirúrgic. Antecedents: en el moment del seu ingrés rebia:

- *Metandrostenolona*, 60 mg/dia per via oral.

- *Propionat de testosterona*, 300 mg per via intramuscular, dos cops per setmana.

- *Gonadotropina coriònica humana*, 10.000 V.I., un cop a la setmana.

Aquest tractament havia estat administrat durant les 10 setmanes anteriors a la competició.

La setmana immediatament anterior:

- *Cipionat de testosterona*, 25 mg/dia per via oral.

El dia precedent al de la competició a més s'havia administrat:

- *Furosamida*, 15 mg per via intramuscular.

- *Furosamida*, 160 mg per via oral.

- *Potassi*, 75 mg per via oral.
- NaCl, 16 tauletes.

Obviament tot això sense cap control mèdic"¹

L'extraordinari augment de la competitivitat esportiva obliga a una millora constant de la performance esportiva. Per això l'atleta precisa sotmetre's a procediments d'entrenament cada vegada més sofisticats i millor elaborats, augmentar l'eficàcia biomecànica dels seus gestos esportius, rebre suports psicològics i ergogènics i acomplir estrictament un calendari de desenvolupament de les seves activitats, elaborat i dissenyat a fi d'aconseguir una potencialització òptima de les seves aptituds. Només així pot mantenir certes expectatives d'obtenir l'èxit esperat.

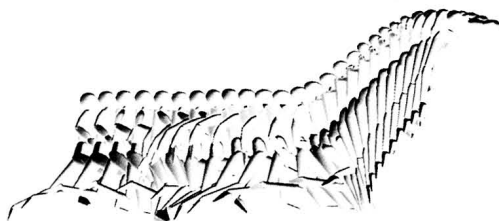
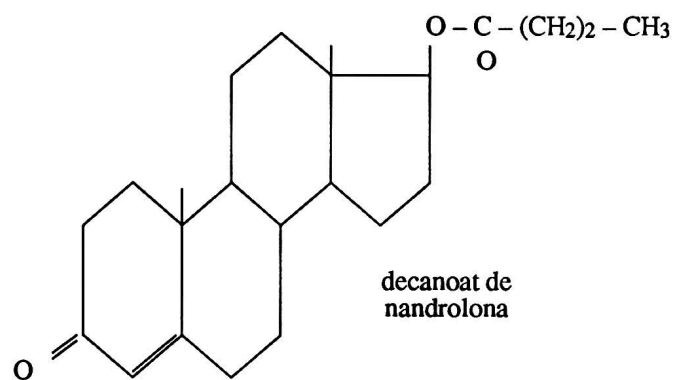
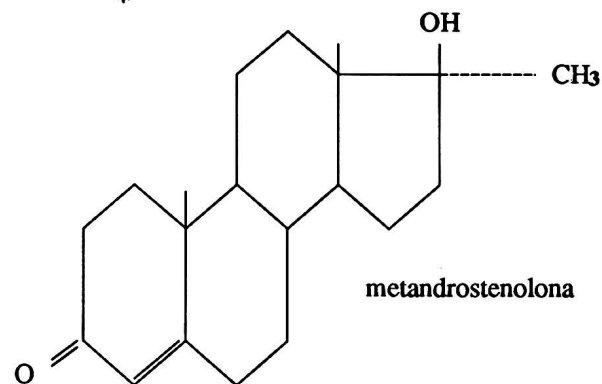
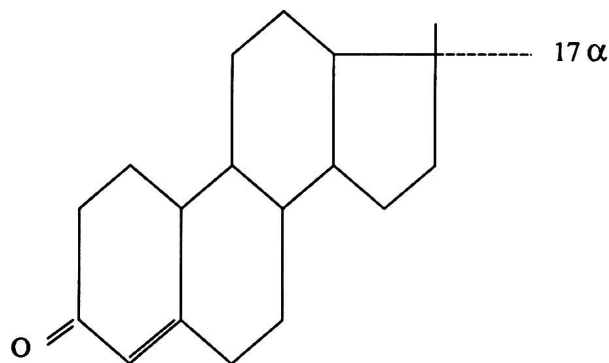
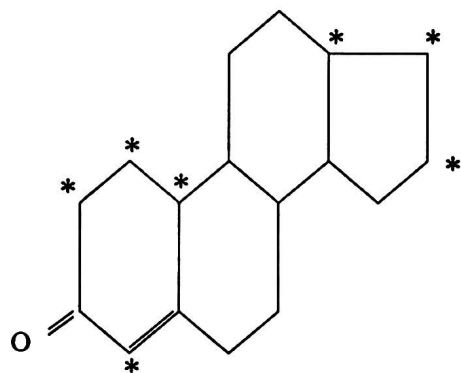
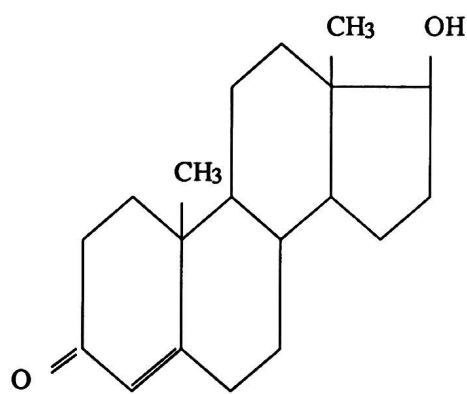


Figura 1. ESTRUCTURA MOLECULAR DELS ANDRÒGENS NATURALS I SINTÈTICS

- testosterona.
- andrògens esteroides sintètics: punts principals d'addició de radicals (*).
- estructura bàsica dels andrògens sintètics orals: tots ells posseeixen diferents tipus de radicals (metil, alquil, etc.), a nivell de C-17, en posició isomèrica α .
- estructura de dos andrògens esteroides sintètics: metandrostenolona (DIANABOL^R), esteroide amb acció per via oral i decanoat de nandrolona (DECA-DURABOLIN^R), d'administració parenteral.



rendiment i
entrenament

El nivell d'esforç al que se'l sotmet es troba sovint per damunt de les seves capacitats i disponibilitats biològiques, el que pot induir-lo a la utilització de mitjans no lícits, qualificables com dopatge. Amb això a més de transgredir greument les normes ètiques esportives fa malbé la seva salut. Un dels procediments més emprats per obtenir una millora substancial del rendiment, tant en esports de força com en esports d'endurance, consisteix en l'administració d'anabolitzants. La seva importància i interès, progressivament creixents en alguns mitjans esportius, són deguts tant a llur probable eficàcia com a la dificultat que presenta llur detecció i control per les autoritats mèdic-esportives. No obstant, amb la seva utilització l'esportista a més de contravenir les normes del "fair play" pot posar en greu perill llur salut i fins i tot la seva vida². És el nostre objectiu en el present article incidir en alguns dels aspectes d'aquesta problemàtica. Els anabolitzants utilitzats com a dopants en la pràctica esportiva poden ser classificats en tres grups: andrògens (de síntesi i naturals), hormona de creixement (STH, GH) i gonadotrofina coriònica humana (HCG).

Utilització d'andrògens

Els andrògens fisiològics (testostero- na, llur precursors i derivats) es sintetitzen a partir de la pubertat en grans quantitats en les cèl·lules de Leydig testiculars, en resposta a diversos factors entre els quals destaca l'hormona lúteo-estimulant (LH) d'origen hipofisari. A més d'aquesta localització específica, d'altres òrgans i glàndules endocrines corporals presenten una certa

Figura 2. METABOLISME I MECANISME D'ACCIÓ DELS ANDRÒGENS

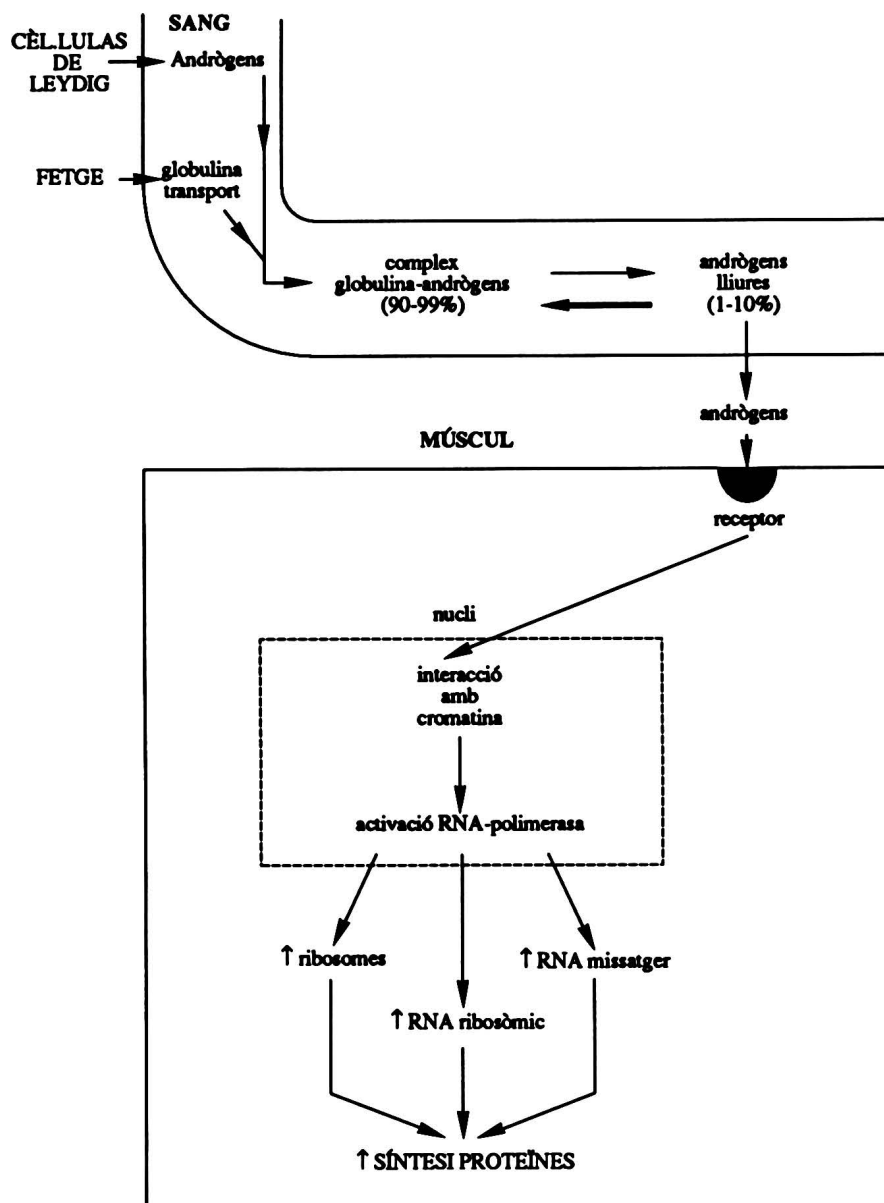




Foto Sport 78/20. Duel-Vasily Alekseev. V. Polynin VR 55.

capacitat de síntesi d'andrògens, encara que en una quantitat molt més petita; l'escorça suprarenal i l'ovari són els més importants. Per aquest motiu és normal i fisiològica la presència de petites concentracions d'andrògens plasmàtics en la dona i els nens impúbers. Els rangs normals de concentració plasmàtica postpuberal són de 5-12 mg/ml, en homes adults normals.

La seva acció fisiològica presenta una doble vessant; a més de les seves funcions androgèniques, presenten també importants accions anabolitzants, participant juntament amb altres mediadors hormonals en el desenvolupament ossi i sobretot el muscular.

Taula I. ACCIONS FISIOLÒGIQUES DE LA TESTOSTERONA

a) Accions androgèniques

desenvolupament puberal i creixement òrgans sexuals
 creixement i desenvolupament de les vesícules seminals
 creixement i desenvolupament de la pròstata
 canvi de to de veu
 conversió cabell "inicial" (infantil) a "terminal"
 desenvolupament pilositat facial i pèl púbic
 augment de l'activitat de les glàndules sebàcies
 augment de la libido i de l'interès sexual

b) Accions metabòliques

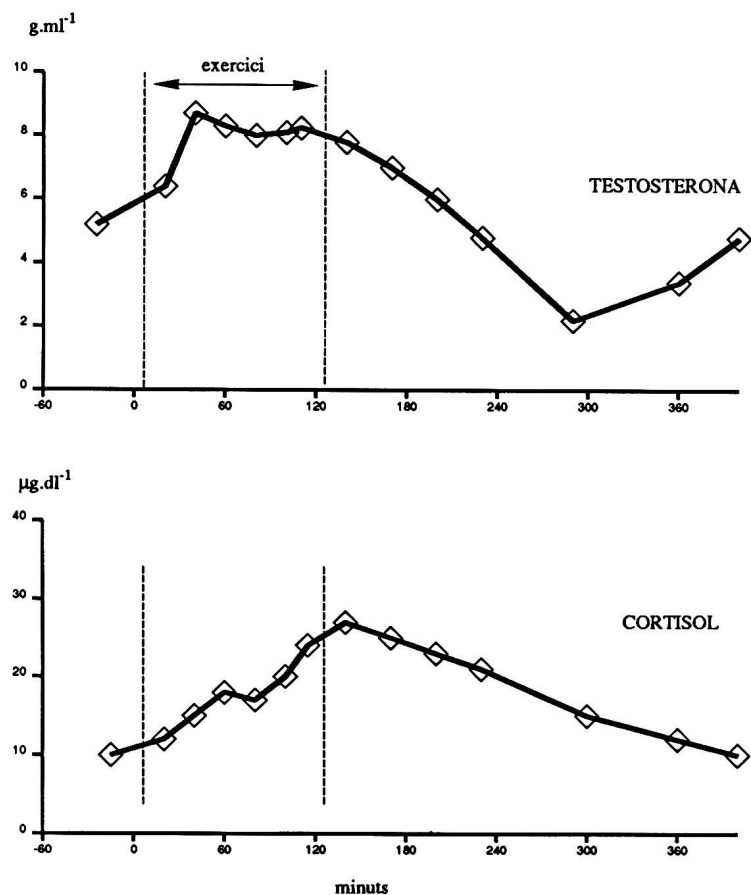
augment massa muscular
 augment contingut hemoglobina de la sang
 augment del volum dels eritrocits
 disminució del contingut gras corporal
 control de la distribució de greix
 augment de la taxa de mineralització òssia
 positivació del balanç nitrogenat
 retenció selectiva d'alguns electrolits

Estructura i mecanisme d'acció

De la totalitat d'andrògens naturals és la testosterona la més abundant en la seva concentració plasmàtica. Presenta una estructura química característica. Els anabolitzants hormonals de síntesi presenten estructures químiques semblants als naturals, encara que amb algunes diferències que condicionen les seves característiques i propietats. Així en els orals existeix sempre un radical curt (metil o alquil) en la posició corresponent al C-17. Poden afegir-se a més d'altres grups químics específics si el que es pretén és millorar la seva resistència a la inactivació hepàtica, amb el que en perllongar la seva permanència en el plasma es potencien els seus efectes (Figura 1).

Els andrògens tant naturals com administrats exògenament es transporten per la sang combinats gairebé en llur totalitat amb globulines específiques d'origen hepàtic, malgrat que les formes actives siguin les lliures, no conjugades. Existeix entre ambdues un equilibri continu, pel que sempre existeix, encara que petita, presència de formes lliures en el plasma. Són aquestes les biològicament actives, unint-se a receptors específics de la fibra muscular, travessant el sarcolema i el sarcoplasma i arribant fins al nucli on interaccionen amb la cromatina nuclear. Produeixen un efecte d'activació de la RNA polimerasa DNA depenent (tipus I i II), el que estimula la formació de ribosomes i la síntesi de RNA ribosòmic i RNA missatger. Aquest procés ocasiona un notable increment de la síntesi de proteïnes contractils, expressada per la consegüent hipertrofia muscular (Figura 2). És molt possible que el progressiu augment del diàmetre de la

Figura 3. MODIFICACIONS DE LA CONCENTRACIÓ PLASMÀTICA DE CORTISOL I TESTOSTERONA EN UN EXERCICI DE LLARGA DURADA (adaptada de Mc Connie, S.E. i cols., *N. Engl. J. Med.*, 315, pp. 411-417, 1986.)



fibra, aconseguint un cert grau, sigui responsable de l'escisió longitudinal de la fibra muscular, sorgint la hiperplàsia. Tot i que en animals sembla provat, en éssers humans no existeixen evidències concloents al respecte, malgrat recents investigacions^{3, 4, 5}. La conseqüència final és un important

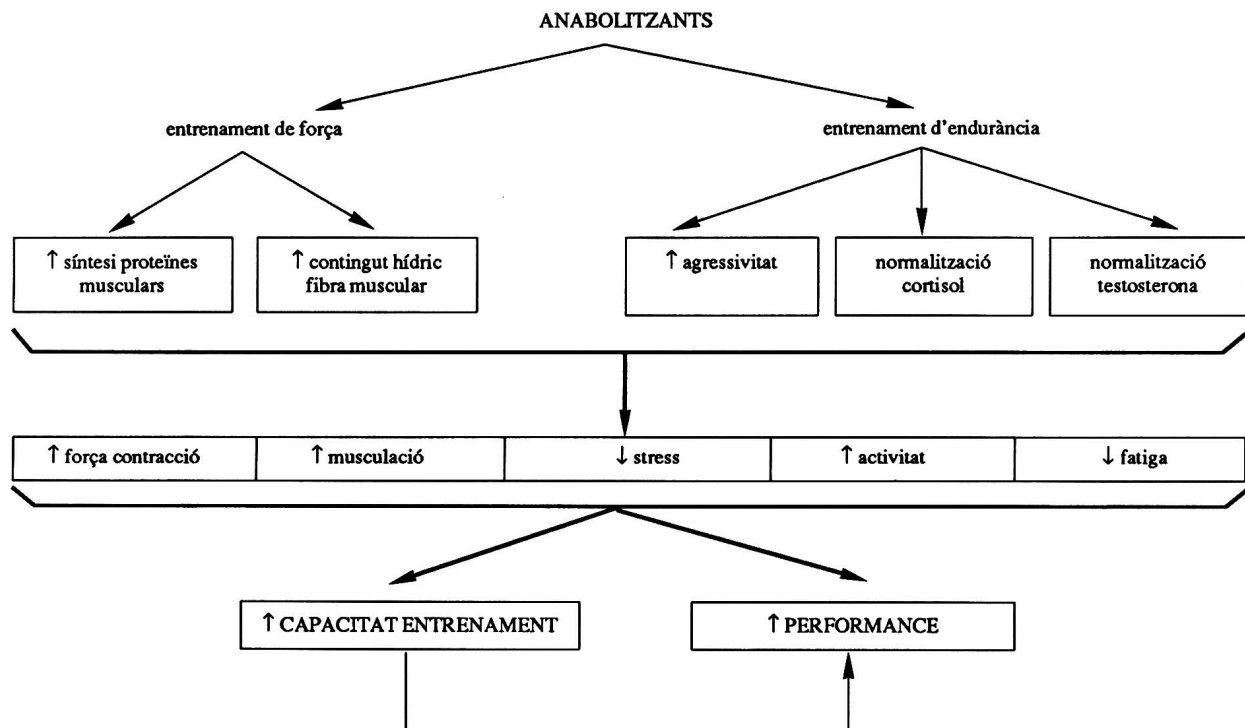
increment de l'energia, de la contracció i la força muscular.

Accions fisiològiques de la testosterona

Es distingeixen dos nivells diferents: funcions andrògeniques i funcions metabòliques anabolitzants (Taula I).



Figura 4. EFECTES DELS ANABOLITZANTS SOBRE EL RENDIMENT ESPORTIU



Accions dels andrògens sobre el rendiment esportiu

a) *sobre la musculació*: els andrògens actuen a un doble nivell. Per una banda, l'increment de la síntesi de proteïnes contràctils que provoquen i l'augment del contingut hídric de la fibra dona lloc a una major massa muscular (potser amb la contribució addicional d'un efecte d'hiperplàsia), que és responsable d'un augment notable de la musculació. A partir d'aquí es dedueix l'efecte immediat d'augment de la potència muscular. Amb això és possible augmentar la intensitat de l'entrenament, que alhora re-

dundu en un increment encara més gran de la força muscular, expressant un clar efecte de bio feed-back positiu.

b) *en exercicis d'endurància*: els efectes postulats dels andrògens són diferents: el stress de la competició, especialment en els atletes emotius, ocasiona un increment de la producció de cortisol, sobretot en exercicis de llarga durada que, juntament amb efectes metabòlics específics, inhibeix en part la secreció testicular, amb disminució de la liberació de testosterona a la sang (Figura 3). Per

aquesta raó, disminueix l'activitat muscular, la generació de força, l'agressivitat i la capacitat d'entrenament, tot això amb clars efectes negatius sobre la performance. Basant-se en això alguns autors^{6, 7} van arribar a postular la legitimització de l'administració moderada d'andrògens (l'així denominat "reequilibri biològic de l'entrenament") amb la finalitat de normalitzar l'alliberació i la secreció de testosterona en aquestes situacions. No obstant avui queda clar que, qualsevulla que sigui la causa o motiu, l'administració exògena d'anabolitzants als atletes és dopant, sem-

rendiment i
entrenament

Taula II. REVISIÓ COMPARATIVA DE L'ACCIÓ DELS ESTEROIDES ANABÒLICS SOBRE L'HOME. (8)
a) EFECTES EN ABSÈNCIA D'UN PROGRAMA ESPECÍFIC D'ENTRENAMENT

Autor i any	Droga, dosi i temps d'aplicació	Doble cec	Estudi creuat	Control Placebo	Augment relació massa/força	Significació estadística
Fowler et al (65)	Nibal 20 mg/dia 16 setmanes	sí	no	sí	no	no
Weiss i Mueller (68)	Dianabol 10 mg/dia 17 dies	no	no	no	no	no
Johnson i O'Shea (69)	Dianabol 10 mg/dia 6 setmanes	sí	no	no	no	no
Munson (70)	Anavar 20 mg/dia 4 setmanes	sí	no	sí	sí	no
Casner et al (71)	Winstrol 6 mg/dia 42 dies	sí	no	sí	no	no
Jonhson (72)	Dianabol 10 mg/dia 7 setmanes	sí	no	sí	sí	sí
Fahey i Brown (72)	Deca-Durabolín 4iny 1 mg/kg en 9 set.	sí	no	sí	no	no
Col.legi Noruec d'E.F. (74)	Mestormum 75,150 mg 2 tandes de 4 sem.	sí	no	sí	no	no
Win-May i Mya-tu (75)	Dianabol 5 mg/dia 3 mesos	sí	no	sí	sí	sí
Hervey et al (76)	Dianabol 100 mg/dia 6 setmanes	sí	sí	sí	sí	sí

pre independentment de la finalitat i les raons funcionals que puguin aduir-se. A la Figura 4 s'esquematitzen els efectes de l'administració d'andrògens en un i altre cas sobre el rendiment esportiu.

Taylor ⁸ va revisar una sèrie de treballs de la literatura efectuats tots ells sobre homes i amb diferents tipus d'andrògens, pautes de tractament i formes d'administració. A partir dels resultats d'aquest estudi comparatiu es dedueix que l'administració exògena d'andrògens no té efectes sobre la musculació i la potència muscular si no s'acompanya d'un programa d'entrenament ben elaborat que inclogui a

més estratègies dietètiques especials de suplementació proteica (Taula II). Aquesta mena d'investigacions suposen un clar risc per a la salut, raó per la qual motius ètics no les fan factibles a l'actualitat. Per això no existeix una revisió bibliogràfica completa actualitzada com la realitzada fa ja alguns anys per Taylor. No obstant tot sembla indicar que, en efecte, l'administració d'anabolitzants andrògens actua millorant de manera clara la performance esportiva per llur acció a diversos nivells: augment de la volèmia, augment del volum d'ejecció sistòlica en l'exercici, augment del flux sanguini muscular en els territoris

afectes i probablement també millora de l'eficiència energètica i augment del VO₂ màx. Tot això sempre que coincideixin amb l'administració d'anabolitzants la pràctica d'entrenament intensiu i la instauració d'una dieta hiperproteica ben elaborada i equilibrada.

Efectes nocius de l'administració d'esteroides anabolitzants per períodes de temps prolongats

Donat que estudis convenientment protocolitzats dels efectes nocius de l'administració d'esteroides anabolitzants no són possibles, es fa precis recórrer a models animals, dels que s'obtenen dades sempre necessàriament aproximatives, que es completen amb les procedents d'estudis clínics humans aïllats efectuats en alguns països amb major tolerància, o bé a partir d'observacions resultants de la pràctica mèdica professional.

Aquestes dades fraccionàries permeten postular l'acció degenerativa sobre el component conjuntiu del tendó dels tractaments prolongats amb esteroides anabolitzants, molt evident si el model inclou a més un efecte d'entrenament específic per a l'animal^{9, 10} (Figura 5). Així mateix estudis amb humans han demostrat que l'administració durant llargs períodes de temps de diferents tipus d'anabolitzants per via oral i parenteral ocasiona grans modificacions en els patrons hormonaals de la resposta endocrina, amb augments sostinguts de la testosterona circulant pel plasma, però també de l'estradiol. A les 26 setmanes (Figura 6) s'ha duplicat la concentració plasmàtica dels primers i s'obtenen per a l'estradiol xifres plasmàtiques tan elevades que arriben als valors propis del sexe femení. Amb la suspensió



del tractament, l'efecte de rebot és ràpid i espectacular, disminuint de forma brusca especialment la testosterona i també, tot i que en menor grau, l'estradiol, que permaneixen disminuïts durant molt de temps després de la suspensió del tractament, en un clar efecte d'inhibició¹¹. També es produeixen modificacions importants en altres efectors hormonals: eix ACTH-cortisol, gonadotropines hipotalàmiques i hormones tiroestimulants i tiroidea^{12, 13}. S'alteren les funcions sexuals amb anomalies en la producció d'esperma i anormalitat de les formes cel·lulars espermàtiques¹⁴, així com greus trastorns del perfil normal dels patrons lipídics sanguinis, entre els que convé destacar la important disminució de HDL colesterol. Possiblement això tingui relació a més amb el risc d'una més gran incidència de trastorns clínics vasculars i cardiològics, si bé aquesta darrera possibilitat no ha pogut ésser demostrada^{15, 16, 17}. El resum dels efectes indesitjables associats a l'administració d'esteroides anabolitzants s'indica a la Taula III.

Utilització de l'hormona de creixement humana (SH), (GH)

Estructura i mecanisme d'acció

L'hormona del creixement es allibera per l'adenohipòfisi a conseqüència dels estímuls rebuts des del hipotàlam en resposta a un factor d'alliberació específic ("releasing factor"). La GH és de naturalesa peptídica i amb una seqüència d'aminoàcids coneguda i emprada en la clínica com a hormona humana específica del creixement per al tractament d'algunes formes particulars de nanisme hipofisari. Després

b) EFECTES EN PROGRAMES EN QUÈ S'INCLOU ENTRENAMENT ESPECÍFIC DE FORÇA

Autor i any	Droga, dosi i temps d'aplicació	Doble cec	Estudi creuat	Control placebo	Suplement, proteica	Augment relació massa/força	Significació estadística
O'Shea i Winkler (70)	Anavar 10 mg/dia 6 setmanes	no	no	no	sí	sí	sí
O'Shea (71)	Dianabol 10 mg/dia 4 setmanes	no	no	sí	sí	sí	sí
Bowers i Readon (71)	Dianabol 10 mg/dia 5 setmanes	sí	no	sí	sí	sí	sí
Munson (70)	Anavar 20 mg/dia 4 setmanes	sí	no	sí	sí	no	no
Ariel (72)	Dianabol 10 mg/dia 8 setmanes	sí	no	sí	no	no	no
Ward (73)	Dianabol 10 mg/dia 4 setmanes	sí	no	sí	no	sí	sí
Golding (74)	Dianabol 10 mg/dia 12 setmanes	sí	no	sí	sí	no	no
Stanford i Mofat (74)	Dianabol 20 mg/dia 4 setmanes.	sí	no	sí	sí	sí	sí
O'Shea (74)	Winstrol 8 mg/dia 4 setmanes	sí	no	sí	sí	sí	sí
Berg i Keul (74)	Deca-Durabolín 50 mg cada 12 d. (8 set.)	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Freed et al. (75)	Dianabol 10 mg/dia i 25 mg/dia (6 setm.)	sí	no	sí	no	sí	sí

Font: Taylor, W.N., *Anabolic Steroids and the Athlete*. Mc Farland Pub, Londres, 1982, p. 22.

del seu buidat a la sang es metabolitza principalment en el fetge en distintes formes, conegudes com a somatomedines, factors de creixement 1 i 2 i factor estimulant de la multiplicació cel·lular, com els més coneguts. Existeix un complex sistema regulador de la producció d'hormona del creixement humà, amb factors activadors i inhibidors (Figura 7).

Les accions de l'hormona del creixement s'efectuen essencialment a través de les somatomedines i factors "insulin like". Tots ells actuen a nivell de la pràctica totalitat de les cèl·lules de l'organisme, amb efectes anabolit-

zants sobre el metabolisme glucídic i gras i sobre la síntesi de proteïnes específiques, entre elles la colàgena. A la Taula IV s'indiquen de manera esquemàtica les principals accions fisiològiques de caràcter metabòlic atribuïbles a l'hormona de creixement.

Presenta la seva més gran activitat amb concentracions plasmàtiques elevades en els períodes de la vida de més desenvolupament i creixement corporal. Després de la pubertat els seus nivells sèrics disminueixen de manera apreciable, tot i que no arriben a desaparèixer totalment.

rendiment i
entrenament

Efectes específics de l'administració exògena d'hormona del creixement sobre el rendiment esportiu

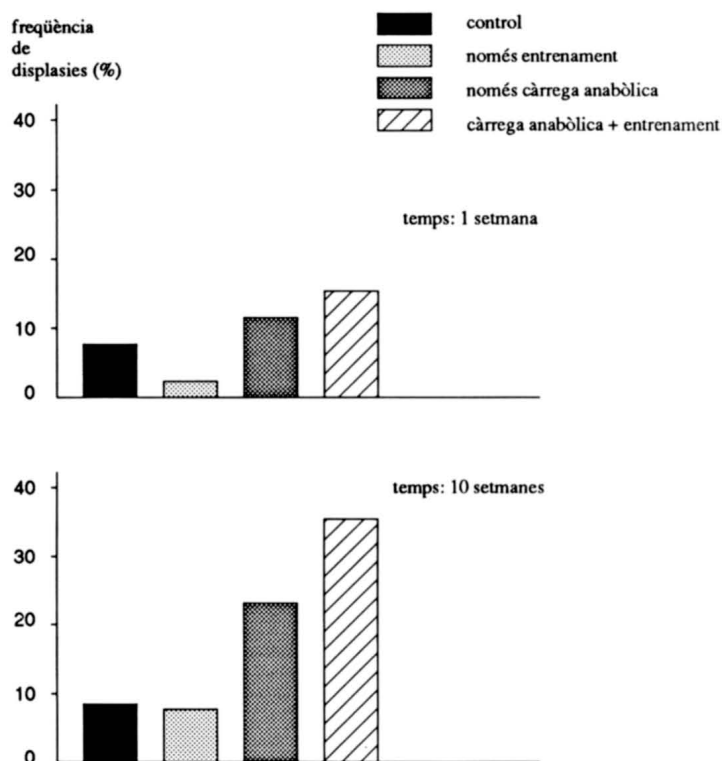
Per les seves accions fisiològiques, l'administració exògena d'hormona de creixement s'ha emprat per a la millora de la performance esportiva. En l'adult entrenat ocasiona un augment notable de la massa muscular, amb hipertrofia i probablement també hiperplàsia. Aquests efectes són especialment importants quan l'administració de l'hormona es fa en èpoques primerenques de la vida, encara no completat el desenvolupament corporal, és a dir, sobre nens i adolescents. En aquests casos l'administració de dosis elevades d'hormona de creixement evidencien un potent efecte anabòlic, que s'expressa en un espectacular augment de la massa muscular i del desenvolupament longitudinal de l'ós (si no s'ha produït encara la soldadura epifisària).

Utilització de l'hormona de creixement com a substància dopant

La possibilitat d'emprar l'hormona de creixement humana específica ha augmentat de forma notable les seves possibilitats d'utilització com a substància dopant, sense risc d'aparició de reaccions anafilàctiques (relativament comunes quan s'utilitzava hormona del creixement d'origen animal porcí o boví) i fent molt difícil el diagnòstic de dopatge. La seva utilització a dosis moderades en nens o adolescents és difícilment detectable.

Els efectes secundaris que comporta llur utilització com a estimulants del rendiment esportiu són diversos i no del tot coneguts, en especial en les administracions a llarg termini. Cal esmentar com a més destacables: aparició de situacions d'hiperglucèmia i

Figura 5. ACCIONS D'UN TRACTAMENT PROLONGAT D'ANABOLITZANTS I ENTRENAMENT FÍSIC SOBRE LA FREQUÈNCIA D'APARICIÓ DE FIBRES DIAPLÀSIQUES DE COLAGEN EN RATOLINS (presa de 10)



crisis diabetògenes, arribant fins i tot el coma hiperglucèmic en alguns casos severos o amb especial susceptibilitat. Altres accions més específiques es refereixen a l'aparició d'alteracions morfològiques que en forma d'acromegàlia i, en general, anomalies del desenvolupament ossi i muscular. Llur administració a adults, en principi menys estesa, produiria una notable hipertrofia muscular, no sempre

acompanyada d'augment paral·lel de la força muscular (donat el fort estímul de desenvolupament del component conjuntiu no contràctil del múscul) amb la possibilitat addicional de lesions lligamentàries i tendinoses de repetició. És possible a més que en les administracions a llarg termini apareguin trastorns importants i fins i tot s'ha postulat la possibilitat de manifestacions tumorals o cancéro-

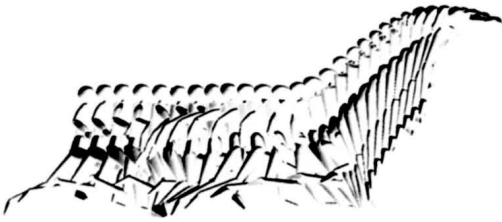
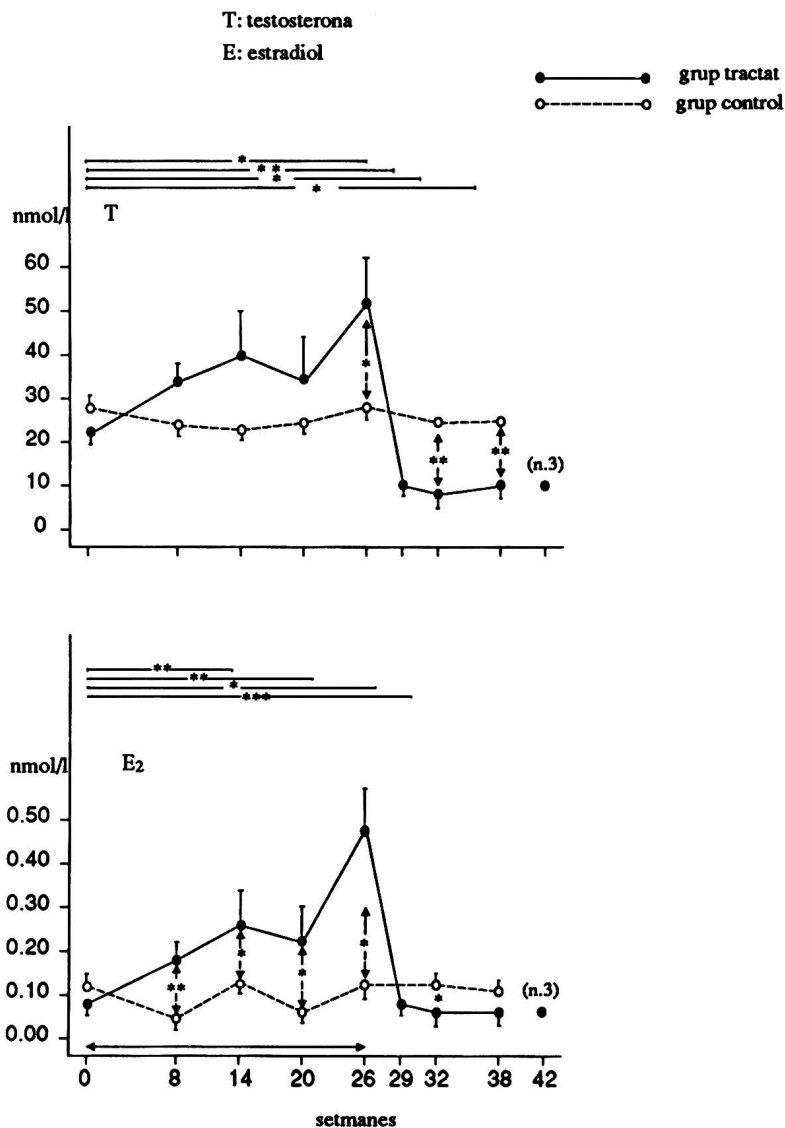


Figura 6. MODIFICACIONS DELS PATRONS PLASMÀTICS DE TESTOSTERONA I ESTRADIOL EN UN GRUP D'ATLETES SOTMESOS A UN TRACTAMENT DE 26 SETMANES D'ANABOLITZANTS ASTEROIDES (presa de 11)



ses, extrem aquest que pel moment no s'ha confirmat¹⁸

Estimulació artificial de la producció d'hormona del creixement

Existeixen diverses substàncies susceptibles de ser administrades exògenament que poden incrementar de forma notable els nivells plasmàtics d'hormona del creixement. Són la L-dopa, la clonidina, el propranolol i potser també els opiacis endògens. D'aquest conjunt de substàncies, és possible que aquests últims puguin tenir una acció fisiològica que podria explicar en part a nivell molecular alguns dels efectes de l'entrenament. Mitjançant l'administració com a dopants de substàncies d'aquesta mena s'aconsegueix una acció especialment interessant des del punt de vista de l'eficàcia dopant, donat que s'eviten concentracions plasmàtiques massa altes resultants de l'administració de dosis úniques elevades de l'hormona i es mantenen per més temps nivells plasmàtics alts, el que permet reduir el risc potencial d'administració de dosis excessivament elevades de STH i prolonga el temps de permanència en la sang de valors superiors als normals. Una comparació entre els efectes de l'administració d'un agent estimulador de l'alliberació d'hormona del creixement (clonidina per via oral) i l'administració exògena de la pròpia hormona s'indica a la Figura 8.

Utilització de gonadotrofina coriònica humana (HCG)

Estructura i mecanisme d'acció

L'hormona coriònica humana es produeix per part del trofoblast embrio-

nari, en les primeres etapes de l'embaràs. És una glucoproteïna amb estructura semblant a la de la LH i que reproduceix en gran mida les accions fisiològiques d'aquesta. A l'embaràs és decisiva per a la implantació i el correcte desenvolupament del fetus, i intervé sobre el cos luti permetint la seva persistència. Posseeix així mateix d'altres accions menys conegudes, que formen part del conjunt de complexes relacions feto-placentàries. S'empra en la clínica humana, entre d'altres aplicacions, com a marcador humoral, als test d'embaràs, com a estímul ovàric en certes disfuncions, com a estimulador funcional del testicle en anomalies d'espermato-genèsi i com a estimulador de les funcions testiculars ocasionalment inhibides com a conseqüència de l'administració exògena d'andrògens o d'esteroides anabolitzants. Gran part d'aquestes accions s'expliquen en base a la seva estructura ("LH-like").

Efectes de l'administració de HCG sobre l'home. Mecanisme d'acció dopant

La gonadotrofina coriònica humana exerceix un efecte clar d'augment d'activitat de les cèl·lules de Leydig, amb un fort estímul secretor sobre la testosterona emmagatzemada, augmentant ràpidament amb això la seva alliberació a la sang. Els efectes a més llarg termini són de caire metabòlic potenciant la síntesi de 17-OH progesterona i a partir d'aquí de testosterona i llur alliberació a la sang. Aquests increments d'alliberació a la sang de testosterona, que poden ser espectaculars, a més de tenir un efecte per sí mateixos presenten en els atletes l'avantatge addicional de permetre una administració exògena crònica d'anabolitzants

Taula III. EFECTES INDESITJABLES ASSOCIATS A L' ADMINISTRACIÓ D'ESTEROIDES ANABOLITZANTS PER LLARGSPERÍODES DE TEMPS (*)

a) sobre l'home:

- lesions tendinoses, musculars i articulars
- alteracions de patrons humorals normals, amb:
 - ↓ hormona fol·licle estimulant
 - ↓ hormona luteinizant
- atrofia testicular i disminució de la producció d'esperma
- oligo i azoospermia, juntament amb formes germinals anormals
- aparició i exacerbació de l'acne
- aparició de l'alopecia androgenètica
- afectació miocàrdica possible
- augment de la incidència de tumors hepàtics
- anomalies de la funció hepàtica (↑ GOT i ↑ GPT)
- modificacions conductuals: ↑ agressivitat i irritabilitat
- efectes sobre la libido variables. Patró habitual:
 - augment en iniciar el tractament
 - disminució en el seu transcurs

b) sobre la dona:

- modificacions de paràmetres hormonals semblants als de l'home
- alteracions profundes del cicle sexual
- efectes de masculinització:
 - canvi distribució femenina normal de pèl i cabell
 - canvi de la distribució pròpia de la dona del greix corporal
 - augment de to de gravetat de la veu
 - desenvolupament del clítoris
- alteracions de la libido (mal definides)
- aparició d'alopecia androgenètica
- aparició d'acne
- alteracions orgàniques i musculars semblants a les de l'home

c) sobre l'adolescent:

- efectes insuficientment coneguts
- soldadura precoç de les epífisis: disminució de les dimensions òssies

(*) tots aquests efectes es refereixen a administracions a curt termini. Tractaments prolongats poden ocasionar perjudicis més grans. Ha de tenir-se en compte que les normes deontològiques fan molt difícil investigacions al respecte en éssers humans.

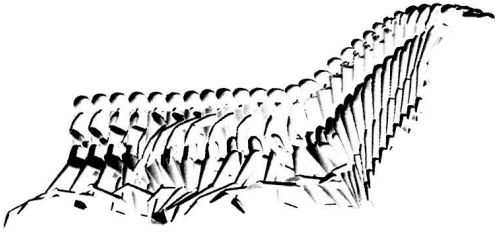


Figura 7. REPRESENTACIÓ ESQUEMÀTICA DELS MECANISMES DE BIO FEED-BACK QUE INTERVENEN SOBRE LA PRODUCCIÓ HIPOTALÈMICA D'HORMONA DEL CREIXEMENT

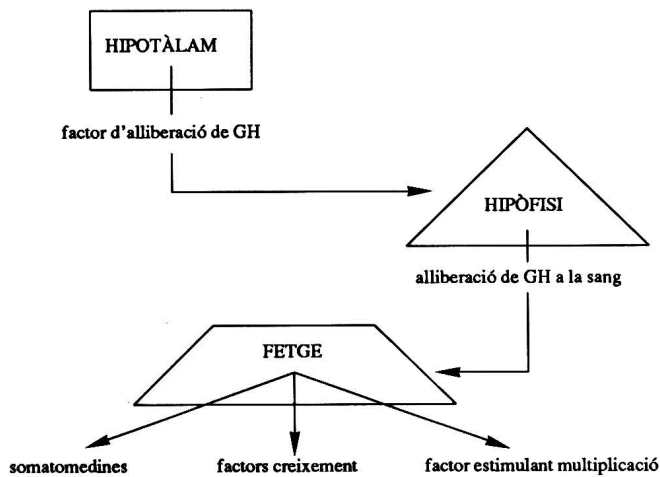
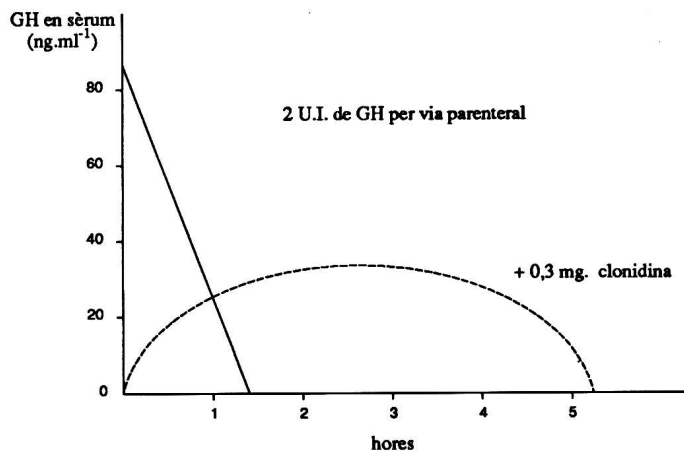


Figura 8. COMPARACIÓ ENTRE NIVELLS PLASMÀTICS ASSOLITS D'HORMONA DE CREIXEMENT, AMB I SENSE ADMINISTRACIÓ ORAL DE CLONIDINA, DESPRÉS DE LA INOCULACIÓ D'UNA DOSI IMPORTANT DE LA MATEIXA



andrògens, sense que es manifestin signes clínics d'inhibició de la secreció pròpia testicular dels mateixos.

Els seus efectes secundaris són poc coneguts, donat que llur aplicació com a substància dopant és recent i en qualsevol cas no sembla que el seu ús estigui molt extès. S'han assenyalat, encara que no de manera exhaustiva: aparició d'acne, augment de la libido, aparició de nàusees i "vòmits d'embaràs" i a llarg termini canvis en la distribució del greix corporal amb ginecomastia i possibilitat de manifestació d'efectes cancerígens.

Efectes de HCG en el embaràs sobre el rendiment esportiu

Juntament amb les seves accions "LH-like", la HCG sembla exercir altres efectes importants a nivell de l'organisme matern, especialment per adaptar-ho a les necessitats derivades de l'embaràs, que poguessin amb això augmentar la capacitat d'èxit esportiu. Tot i que les dades de les que es disposa en aquest sentit són molt poques, existeix la possibilitat d'utilitzar l'embaràs (que seria temporal, amb una posterior inducció a l'avortament) com a forma de dopatge en alguns esports, amb la particularitat addicional de ser no detectable en absolut com a tal. Aquesta possible pràctica, encara que de moment no ha estat oficialment reconeguda per ningú, presentaria, en cas de veure's confirmada, la necessitat imperiosa del seu total rebutj per raons ètiques, morals i deontològiques òbvies.

Conclusió

La utilització d'anabolitzants, si bé proscriu, es troba sotmesa no obstant

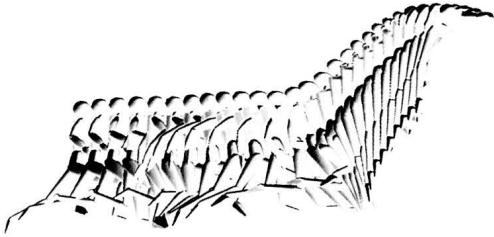
Taula IV. EFECTES METABÒLICS ESSENCIALS DE L'HORMONA DEL CREIXEMENT

- efecte anabòlic potent i remarcable:
 - estimula incorporació aminoàcids a la cèl.lula
 - augmenta retenció de nitrogen
 - augmenta la síntesi de RNA missatger
 - produeix hipertrofia i hiperplasia ? musculars
- sobre el metabolisme gras: potència lipolisi
- sobre el metabolisme glucídic: efecte diabetogen, possiblement degut a:
 - augment glucogenolisi hepàtica
 - inhibició secreció insulina
 - dificultat captura glucosa a nivell cel.lular
- afavoreix síntesi de colagen:
 - potència desenvolupament teixit connectiu i tendó
 - necessari per a creixement i allargament os

a controvèrsia. És difícil llur control, especialment en els períodes d'entrenament previs a la competició. Donat que la seva eliminació és relativament ràpida es dificulta considerablement llur detecció. D'ací l'oportunitat d'efectuar controls en els períodes de preparació, a més dels que es fan habitualment després de la competició, amb l'agreujant que alguns atletes, entrenadors i fins i tot metges, restant importància als efectes secundaris, no presenten una oposició radical a llur utilització. La seva comercialització entre atletes al "mercat negre" és comú. Tot això fa que per aconseguir llur erradicació sigui precisa una política global i coordinada de les autoritats mèdic-esportives^{19, 20}.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- HILL, J. A.; SUKER, J. R.; SACHS, K. i BRIGHAM, C., "Athletic polydrug abuse phenomenon: A case report", *Am J. Sports Med.*, 11, 1983, pp. 269-271.
- 2.- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, "The use and abuse of anabolic-androgenic steroids in sports", *Med. Sci. Sports*, 9, XI, 1977.
- 3.- BARBANY, J. R., "Variantes de entrenamiento y su influencia sobre el músculo", *Actas de las III Jornadas Nacionales de Medicina en Atletismo*, ed. por ANAMEDE, Pamplona, 1985, pp. 43-63.
- 4.- PEÑA, J.; ROLDÁN, R.; MARTÍN, J. D., LUQUE, E. i VAAMONDE, R., "Tissu musculaire squelettique soumis a l'entraînement. Étude histologique et histochimique", *Med. su Sport*, 60, 45-213, 1986, pp. 42-210.
- 5.- VIRU, A., "The mechanism of training effects: a hypothesis", *Int. J. Sports Med.*, 5, pp. 219-227, 1984.
- 6.- DE LIGNIÈRES, B.; MOULIN, M. i PLAS, F., "Dopage: faut-il légaliser les androgènes naturels?", *Concours médical*, 99, pp. 1669-1675, 1977.
- 7.- PLAS, F., cit. per MONDENARD, J.P., *Drogues et dopages*. Chiron, París, 1987, p. 111.
- 8.- TAYLOR, W. N., *Anabolic Steroids and the Athlete*. Mc. Farland Pub., Londres, 1982, pp. 20 i 22.
- 9.- MICHNA, H., "Tendon injuries by exercise and anabolic steroids in experimental mice", *Int. Orthop.*, 11, 1987, pp. 157-162.
- 10.- MICHNA, H., "Organisation of collagen fibrils in tendon: Changes induced by anabolic steroids", *Int. Orthop.*, 11, 1987, pp. 157-162.
- 11.- ALLÉN, M.; REINILÄ, M. i VIHKO R., "Response of serum hormones to androgen administration in power athletes", *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17, 1985, pp. 354-359.
- 12.- ALLÉN M.; RAHKILA, P., REINILÄ, M. i VIHKO R., "Androgenic-anabolic steroids effects on serum thyroid, pituitary and steroid hormones in athletes", *Am. J. Sports Med.*, 15, 1987, pp. 357-361.
- 13.- ALÉN, M. i HÄKKINEN, K., "Physical health and fitness of an elite bodybuilder during 1 year of self administration of testosterone and anabolic steroids: A case study", *Int. J. Sports Med.*, 6, 1985, pp. 24-29.
- 14.- ALÉN, M. i SUOMINEN, "Effect of androgenic and anabolic steroids on spermatogenesis in power athletes", *Int. J. Sports Med.*, 5, 1984, pp. 189-192.
- 15.- ZULIANI, U.; BERNARDINI, B.; CATAPANO, A.; CAMPANA, M.; CERIOLI, G. i SPATTINI, M., "Effects of anabolic steroids, testosterone, and HGH on blood lipids and



echocardiographic parameters in body builders", *Int. J. Sports Med.*, 10, 1989, pp. 62-66.

16.- COHEN, J.C.; FABER, W. M.; BENADE, A. J. S. i NOAKES, T. D., "Altered serum lipoprotein profiles in male and female power lifters ingesting anabolic steroids", *Physician Sportsmedicine*, 14, 1986, pp. 131-136.

17.- ALÉN, M.; RAHKILA, P. i MARNIEMI, J., "Serum lipids in power athletes self-administering testosterone and anabolic steroids", *Int. J. Sports Med.*, 6, 1985, pp. 139-144.

18.- TAYLOR, W. N., op. cit., p. 76.

19.- DUDA, M., "Do anabolic steroids pose an ethical dilemma for US physicians?", *Physician Sportsmed.*, 14, 1986, pp. 173-175.

20.- MILLER, C., "An Australian sports physician goes public", *Physician Sportsmed.*, 14, 1986, pp. 167-170.
