

El reflex d'Hoffman es modifica per efecte de l'entrenament físic aeròbic i anaeròbic

JOSÉ HUMBERTO MAULÉN ARROYO (*),
ROBERTO MARIO MONTECINOS
ESPINOZA (*) I CÉSAR RODRIGO
VARGAS VITORIA (**)

Universitat Catòlica de Maule.
Facultat de Salut. Laboratori
de Fisiologia de l'Exercici (*)
i Facultat d'Educació. Escola
d'Educació Física (**)

CORRESPONDÈNCIA:
Avenida San Miguel N° 3605. Casilla 617.
Fono Fax (071) 244391
Talca. Chile.

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2000; 134: 13-20

RESUM. Existeix una estreta col·laboració entre les propietats de la motoneurona i les fibres musculars. Si un individu té una major proporció d'unitats motores petites serà un subjecte amb capacitats aeròbiques i si pel contrari, té una major proporció d'unitats motores grans, llavors el subjecte té capacitats anaeròbiques. Objectiu: Estudiar l'adaptació del reflex de Hoffmann en el múscul soli a l'entrenament físic aeròbic i anaeròbic i buscar una correlació entre el tipus d'entrenament i els valors de la raó H max (amplitud màxima de l'ona H) respecte el Mmax (amplitud màxima de l'ona M). Per a això es varen entrenar 30 voluntàries sanes. Quinze treballaren activitats aeròbiques (carrera tres cops per setmana, trenta-i-cinc minuts, al 70% de la freqüència màxima teòrica) i altres 15 voluntàries treballaren capacitats anaeròbiques (aixecament de pesos al 70% de la càrrega màxima tolerada prèviament, en repeticiones tolerades segons la fatiga muscular objectivada). Resultats. Entrenament aeròbic: Ona H = augment del 74,1% (NS). Ona M = disminució del 6,7% (NS). Raó Hmax/Mmax = augment del 92,7% (P<.001). Entrenament anaeròbic: Ona H = augment del 78,7% (NS). Ona M = disminució del 1,0% (NS). Raó Hmax/Mmax = disminució del 76,0 % (P<.001). Discussió: Sembla que subjectes amb ona H petita tenen major proporció d'unitats motores ràpides en el múscul soli i aquells subjectes amb ona H més gran tenen una major proporció d'unitats motores lentes. De confirmar-se això, llavors seria possible que l'avaluació del reflex de Hoffmann fos útil en la detecció de talents.

PARAULES CLAU: Motoneurona. Entrenament. Reflex de Hoffmann.

SUMMARY. There exists a close collaboration between motoneurone's properties and muscular fibres. If a subject has a bigger proportion little motor units, he is potentially a subject with aerobic capacities; on the contrary, if the subject has a bigger proportion of big motor units, then he will have anaerobic capacities. Target: to study the adaptation of the Hoffman reflex in the soleo muscle during aerobic and anaerobic physical training, and to look for a correlation between the kind of training and the values of the Hmax ratio (H wave's maximum amplitude) with respect to Mmax (M wave's maximum amplitude). To do this, 30 healthy volunteers were trained. Fifteen of them worked on aerobic capacities (race three times a week, thirty five minutes, at 70% of the theoretical maximum cardiac frequency), and the other fifteen volunteers worked on anaerobic capacities (weightlifting at 70% of maximum weight previously tolerated, in drill predetermined depending on the objectified muscular fatigue). Results: aerobic training: H wave = increase of 74.1% (NS). M wave = decrease of 6.7% (NS). Ratio Hmax / Mmax = increase of 92.7% (P(.001). Anaerobic training: H wave = increase of 78.7% (NS). M wave = decrease of 1.0% (NS). Ratio Hmax / Mmax = decrease of 76.0% (P(.001). Discussion: it seems that subjects whose H wave is little have a bigger proportion of quick motor units in the soleo muscle; and those whose H wave is big have a bigger proportion of slow motor units. Should this be confirmed, the Hoffman reflex could be useful when detecting talented subjects.

KEY WORDS: Motoneurone. Training. Hoffman reflex.

INTRODUCCIO

Amb la finalitat d'esbrinar les capacitats aeròbiques i anaeròbiques d'un subjecte i així orientar el tipus d'entrenament que li convé realitzar per potenciar-les, és habitual, en l'esport d'alt rendiment, aplicar proves de laboratori per estudiar la resposta del sistema cardiorespiratori, sanguini, hormonal, muscular, etc. Entre les proves invasives es troba la biòpsia muscular per, mitjançant tècniques bioquímiques i histoquímiques, determinar la proporció dels diferents tipus de fibres musculars. Considerant la complexa distribució de les fibres en els múscles, que l'exercici compromet músculs de diferents parts del cos i la necessitat de realitzar un seguiment per tal de comprovar els efectes de l'entrenament físic, és necessari repetir diverses vegades la presa de mostres, fet que no sempre és possible de realitzar.

Per aquestes i altres raons, sempre s'està buscant noves proves més senzilles i no invasives que reflecteixin el més fidelment possible la condició actual del subjecte.

La unitat motora (UM) s'estructura en base a una motoneurona alfa i el conjunt de fibres musculars esquelètiques innervades per ella. En mamífers es descriuen fibres musculars tipus I, IIA, IIB, IIC y IIAB⁽²⁷⁾, classificació que es basa en propietats estructurals, bioquímiques i contràctils. Per part seva, les motoneurons espinals també presenten diferències estructurals, bioquímiques i funcionals.

Existeix una estreta correlació entre les propietats de la motoneurona i les fibres musculars. Motoneurons petites innerven fibres musculars petites i en poca quantitat, perquè el telodendró es troba poc ramificat. A l'altra extrem, motoneurons grans innerven fibres musculars grans i en major quantitat perquè el telodendró es troba més ramificat⁽²⁷⁾. Degut a que la UM petita té poques fibres musculars i cadascuna d'elles és de calibre petit, la tensió desenvolupada és baixa; en canvi, la UM gran que té moltes més fibres musculars i de calibre més gran pot desenvolupar més tensió. Des del punt de vista bioquímic, la UM petita realitza principalment metabolisme aeròbic, per la gran quantitat de mitocondries, activitat d'enzims mitocondrials i una aportació important d'oxigen i nutrients a través d'un nombre important de capil·lars per fibra muscular; en canvi, la UM gran, realitza principalment metabolisme anaeròbic, perquè té menys mitocondries, menys activitat d'enzims oxidants, més activitat d'enzims glicolítics i menys capil·lars per fibra muscular. Per altra banda, diferències en el calibre dels axons motors incideix en la velocitat amb que es condueix el potencial d'acció, la qual cosa, al mateix temps, significa que els diferents tipus de fibres musculars es contrauen en temps diferents^(9, 41).

El reclutament d'UM depèn de la mida del soma de la motoneurona i de la qualitat dels estímuls que li arriben des d'aferències excitadores i inhibidores procedents de vies piramidals, extrapiramidals, cerebeloses, de fusos musculars, de l'òrgan tendinós de Golgi, de vies contralaterals del cordó espinal i de connexions supra e infrasegmentàries del cordó espinal. Es creu que cada soma –petit, mitjà o gran– de motoneurona alfa rep entre 5.000 a 10.000 sinapsis. És a dir, l'activació o no activació de la motoneurona alfa resulta de la sumatòria final entre efectes de neurotransmissors excitadors i inhibidors sobre el soma de la motoneurona. Treballs realitzats el segle passat per Sherrington (Sherrington, C.S., *The integrative action of the nervous system*. New Haven, Conn Yale University Press, 1911) i més tard perfeccionats per altres autors, van demostrar una estreta relació entre el mida dels somes neuronals i la seqüència amb que s'activen. Experiments realitzats amb medul·la espinal i sistema nerviós perifèric (Eyzaguirre, C. i Fidone, S. *Fisiología del sistema nervioso*. Editorial Médica Panamericana S.A., capítol 14, 1982) van demostrar que amb un estímul fisiològic d'estirament del múscle, primer s'activen els somes petits, després els de mida mitjana i, per últim, els grans, quan l'estímul és d'intensitat progressiva. Al contrari, quan el múscle s'allibera progressivament, primer es desactiven les motoneurons grans, després les intermitges i, per últim, les petites.

Si la forma d'activar-se i desactivar-se les motoneurons es correlaciona amb la intensitat d'un esforç físic resulta que per realitzar una activitat de baixa intensitat (aeròbica) es recluten amb preferència UM petites; en canvi, per realitzar un esforç físic de major intensitat (anaeròbic) es sumen UM grans (Eyzaguirre i Fidone; McArdle). És possible concloure que el tipus d'esforç físic que pot realitzar un subjecte és justament el que li permet l'equipament d'UM que va heretar dels seus pares més la que s'origina per efecte de la recombinació del material genètic. De forma que si un subjecte té major proporció d'UM petites, aquest és potencialment un aeròbic i si, al contrari, té major proporció d'UM grans, aleshores és potencialment un anaeròbic.

Amb aquest enfocament, sorgeix la possibilitat que una prova electrofisiològica no invasiva, com és l'avaluació del reflex d'Hoffmann, pugui informar de les potencialitats i condició actual del sistema neuromuscular.

El reflex d'Hoffmann es va descriure a l'observar una resposta tardana en els múscles del panxell de la cama, després d'estimulació submàxima del nervi tibial⁽¹⁶⁾; més tard, es van descriure les ones M i F⁽²⁰⁾. Actualment, s'accepta que el reflex d'Hoffmann (ona H) resulta de la transmissió espinal per un arc reflex que implica el fus muscular o fibres intrafusals, la

via sensitiva, la connexió sinàptica com motoneurona alfa, la motoneurona alfa i les fibres musculars extrafusals. És a dir, la via Iz "observa" directament el soma de motoneurona alfa, quan l'estimulació del fus muscular o via Iz resulta en la contracció del mateix muscle on es troben els fusos musculars. Aquesta situació experimental és molt adient quan es tracta d'estudiar l'activació reflexa d'un muscle en particular. De manera que el reflex d'Hoffmann és la versió electrofisiològica del reflex d'estirament o miotàtic evocat per percussió del tendó. La diferència més gran entre ambdós és que en la versió electrofisiològica és possible quantificar la magnitud del reflex.

L'amplitud del reflex d'Hoffmann depèn de l'arquitectura muscular, llargada del muscle, massatge, temperatura, localització dels elèctrodes de registre, postura i activitat EMG basal.^(3, 12, 13, 14, 22, 40)

Dades de la literatura indiquen que el reflex d'Hoffmann moltes vegades no es pot obtenir o es veu perllongat en un ancià normal.^(19, 21, 29, 43) Hi ha antecedents que indiquen que l'amplitud màxima del reflex d'Hoffmann (Hmàx.), difereix considerablement entre subjectes normals^(36, 37) es creu que la variància de Hmàx. podria dependre de diferències genètiques així com dels nivells d'activitat física del subjectes.

La raó Hmàx/Mmàx (l'ona M s'obté per estimulació d'axons motors) i la inhibició disinàptica recíproca, més important en subjectes entrenats que en sedentaris, suggereix que el nivell d'activitat física podria influir l'excitabilitat de les vies espinals senzilles, proposades per Eccles,⁽⁸⁾ que va observar que la mida dels potencials postsinàptics excitants (PPSE) en motoneurons podia veure's augmentat per l'estimulació perllongada de les arrels dorsals. Eccles va establir que l'ús porta a incrementar l'eficiència funcional de les sinapsis i el desús a una funció deficient.

L'objectiu d'aquest treball va ser estudiar l'adaptació del reflex d'Hoffmann a l'entrenament físic aeròbic i anaeròbic i buscar una correlació entre el tipus d'entrenament i els valors de la raó Hmàx/Mmàx.

MATERIALS I METODES

1. Subjectes

Els subjectes van ser alumnes voluntaris (n = 30) de la Universitat Catòlica del Maule, sedentaris del sexe femení amb una mitja d'edat de $19,5 \pm 1,2$ anys, amb pes i mida corporal similars. Se'ls va informar de l'objectiu de treball, la metodologia d'entrenament i la metodologia d'avaluació electrofisiològica, que van acceptar lliurement.

2. Grups de treball

Es van formar dos grups de treball, un destinat a l'entrenament aeròbic (n = 15) i l'altre a l'entrenament anaeròbic (n = 15). En aquest treball, la forma de reclutar els subjectes va ser obrint una inscripció para treballar en treadmill o en màquina de força, indiquem això perquè els resultats mostraran una possible tendència influenciada per la inclinació natural dels subjectes per realitzar un o altre tipus d'entrenament físic, el que pot tenir un component genètic. Tots els subjectes es van comprometre a romandre un mes sense realitzar entrenament, previ a l'inici de l'estudi, amb la finalitat de portar-los a valors basals que permetessin classificar-los com a sedentaris. En futurs treballs, la distribució dels subjectes en els diferents plans d'entrenament es realitzarà a l'atzar.

3. Entrenament físic

Els plans d'entrenament van ser dissenyats per un professor d'Educació Física, especialista en entrenament físic, considerant tots els principis que el regeixen i la individualitat biològica dels subjectes. En ambdós tipus d'entrenament els subjectes van ser sotmesos a una intensitat de treball progressiva per provocar una adaptació lenta dels sistemes orgànics i evitar lesions. A partir de la sessió número 12, es va procedir a reavaluar als subjectes amb la finalitat d'ajustar la càrrega de treball d'acord al progrés de cadascun.

3.1. Entrenament aeròbic

L'entrenament aeròbic es va fer en treadmill (QUINTON), tres vegades per setmana (dilluns-dimecres-divendres); cada sessió tenia una durada de 35 minuts, treballant al 70% de la freqüència cardíaca màxima teòrica (FCMT) determinada per la fórmula d'Astrand (220-edat), amb una durada total de 24 sessions. La velocitat del treadmill es va ajustar per a cada subjecte d'acord al referent de 70% de la FCMT. La inclinació del treadmill va ser d'1 grau.

3.2. Entrenament anaeròbic (potencial muscular)

3.2.1. Determinació de la càrrega de treball

En una màquina de força (UNIVERSAL) a cada subjecte se li va estimar la càrrega màxima que podia aixecar en tres intents en posició seient (leg-press), amb 10 minuts de recuperació entre ells. Es va calcular el 70% d'aquest valor i es va obtenir la càrrega en quilograms. Per establir el nombre de

repeticions, cada subjecte va aixecar la càrrega a velocitat constant, tan ràpid com fos possible, sense modificació en el temps; el moment en el qual la velocitat va disminuir per fatiga muscular va determinar el nombre de repeticions per sèrie. Després de 10 minuts de recuperació es va repetir el procediment per determinar les sèries restants, fins que les repeticions de cada sèrie minuessin per efecte de la fatiga muscular, quedant així determinat el nombre de sèries per sessió. El subjecte havia d'empènyer la palanca amb la punta dels peus, de manera que es produís l'extensió de la cama i després l'extensió dels peus, per fer treballar els múscles del panxell de la cama.

3.2.2. Entrenament

Els subjectes van entrenar tres vegades a la setmana (dilluns-dimecres-divendres) series i repeticions concretes segons s'indica en el punt anterior, amb una durada de 24 sessions.

4. Avaluació del reflex d'Hoffmann (ona H) i resposta motora (ona M)

Per a la metodologia electrofisiològica es van utilitzar mètodes descrits per Oh⁽²⁶⁾ i Maryniak & Yaworski.⁽²²⁾ Condicions per realitzar el registre foren: 1) descans previ de 24 hores per descartar un possible efecte agut de l'activitat física; 2) descans en laboratori de 30 minuts, a la camilla, posició decúbit abdominal; 3) temperatura del laboratori 26° C; 4) durant el registre s'havia de mantenir la mateixa postura i els ulls tancats.

L'avaluació electrofisiològica es va realitzar en la preparació nervi tibial posterior del múscle soli, segons un mètode proposat per Maryniak & Yaworski.⁽²²⁾ Resumint, el mètode consisteix en: 1) Les zones d'implant d'electrodes de registre, terra i estimulació es netegen amb alcohol. 2) Elèctrodes de registre de plata (de EEG) de baixa impedància (clorinats i amb crema conductora) s'implanten en el múscle soli en el lloc n° 6,⁽²²⁾ on s'obté el millor registre d'ones H i M. 3) Elèctrode de terra amb crema conductora en el turmell contralateral. 4) Elèctrodes d'estimulació amb crema conductora sobre el recorregut del nervi tibial posterior en la fossa poplítica, ànode a la cresta migpoplítica i càtode proximal a medul·la espinal per evocar ona H; per evocar ona M càtode distal respecte de medul·la espinal.

Per estimular el nervi es va utilitzar l'estimulador (Grass, S88) i una unitat aïllant d'estímuls (Gras, SIU5A). Es va estimular amb polsos rectangulars d'1 Hertz, 0,5-1,0 msec dura-

da del pols i intensitat necessària per evocar ona H i ona M. Cada subjecte va rebre 6 estímuls. Pel registre es va utilitzar una font de força de preamplificació (Grass, RPS107C), preamplificador A.A. (Grass, P511J) i oscil·loscopi doble passa-da (Tektronix, 5112).

Es va mesurar l'amplitud màxima de l'ona H i de l'ona M abans d'iniciar l'entrenament (AE) i al finalitzar (TE).

RESULTATS

L'objectiu del treball va ser estudiar l'adaptació del reflex d'Hoffmann a l'entrenament físic aeròbic i anaeròbic.

1. Entrenament aeròbic

Ona H (reflex d'Hoffmann)

L'amplitud màxima de l'ona H mostra una gran variància entre els subjectes (figura 1). L'entrenament aeròbic indueix un increment d'amplitud en tots els subjectes (figura 2). Com a promig, l'amplitud va varià de 1,12 (\pm 0,82) a 1,95 (\pm 1,0), el que representa un 74,1% d'augment (NS) (figura 5).

Ona M (resposta motora)

S'observa que també presenta variància entre els subjectes, fet que es pot atribuir a diferències en la massa muscular del soli (figura 1).

L'entrenament aeròbic no exerceix un efecte notable sobre l'amplitud de l'ona M (figura 3). En promig de 2,98 (\pm 1,92) s 2,78 (\pm 1,44), fet que representa una disminució del 6,7% (NS) (figura 5).

Raó Hmàx/Mmàx

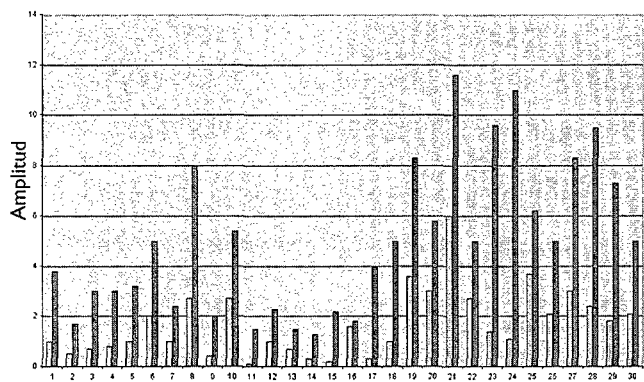
El càlcul de la raó Hmàx/Mmàx per a cadascun dels subjectes mostra un increment significatiu (p 0,001) d'ella quan els subjectes són entrenats de forma aeròbica (figura 4). En promig va varià de 36,9% (\pm 12,8%) a 71,1% (\pm 14,6%), el que representa un augment del 92,7% (figura 6).

2. Entrenament anaeròbic (potència muscular)

Ona H (reflex d'Hoffmann)

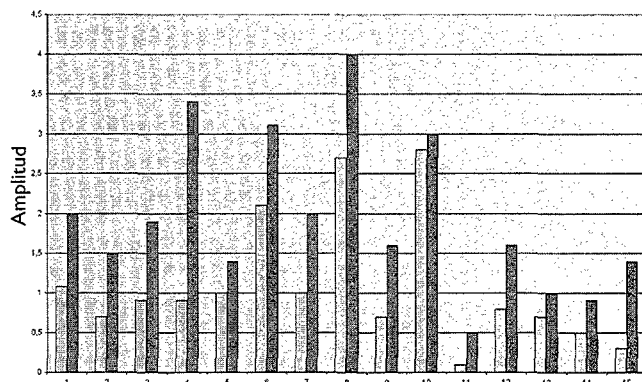
Igual que en el grup anterior, l'amplitud d'ona H mostra una gran variància entre els subjectes (figura 1).

Figura I Amplituds d'ona H i M abans d'entrenament aeròbic (1-15) i anaeròbic (16-30)



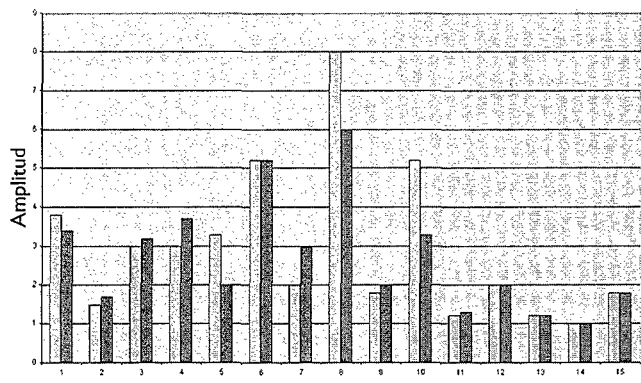
Es mostren 15 subjectes per a cada grup.
Barra clara, ona H. Barra fosca, ona M.

Figura II Efecte de l'entrenament aeròbic sobre l'amplitud de l'ona H



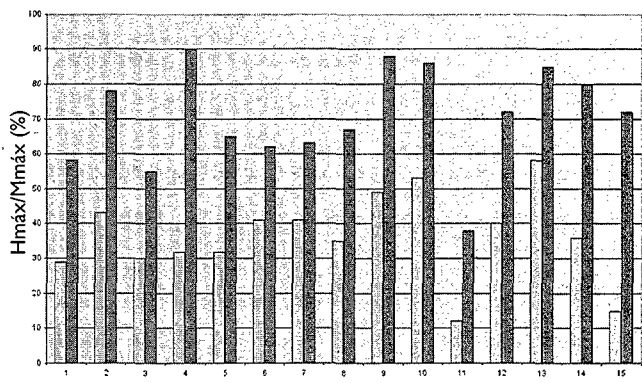
Es mostren 15 subjectes.
Barra clara, AE. Barra fosca, TE

Figura III Efecte de l'entrenament aeròbic sobre l'amplitud de l'ona M



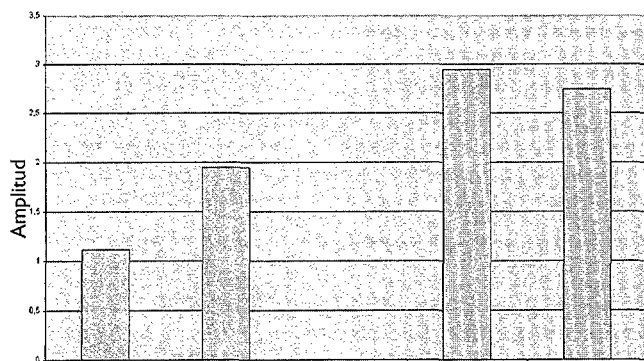
Es mostren 15 subjectes.
Barra clara, AE. Barra fosca, TE

Figura IV Efecte de l'entrenament aeròbic sobre la raó Hmàx/Mmàx



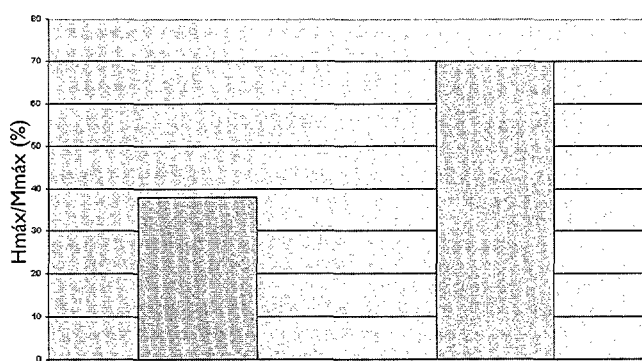
Es mostren 15 subjectes.
Barra clara, AE. Barra fosca, TE

Figura V Promig d'amplitud màxima d'ona H i ona M



Ona H: AE (1), TE (2). Ona M: AE (4), TE (5)

Figura VI Promig de raó Hmàx/Mmàx en entrenament aeròbic



Barra 1 AE. Barra 2 TE

Figura VII Efecte de l'entrenament anaeròbic sobre l'amplitud d'ona H

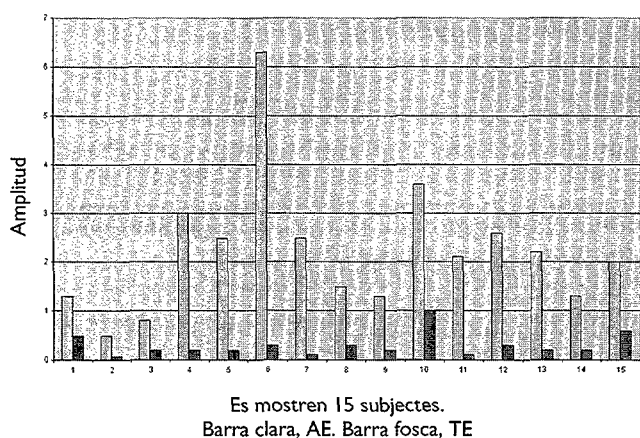


Figura VIII Efecte de l'entrenament anaeròbic sobre l'amplitud d'ona M

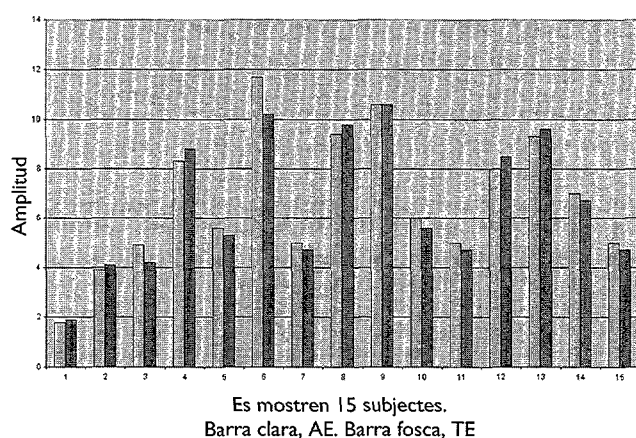


Figura IX Efecte de l'entrenament anaeròbic sobre la raó $H_{m\acute{a}x}/M_{m\acute{a}x}$

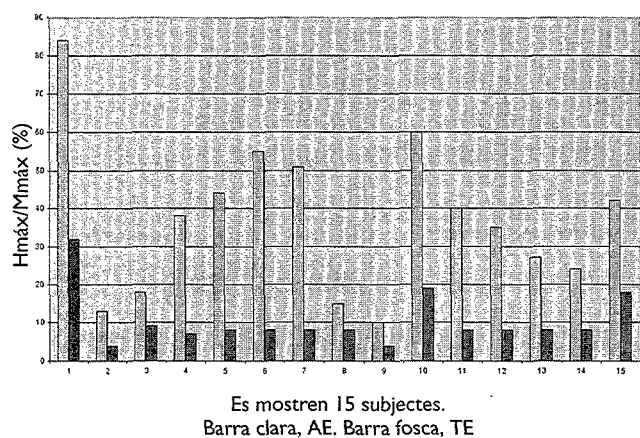


Figura X Promig d'amplitud màxima d'ona H i ona M en entrenament anaeròbic

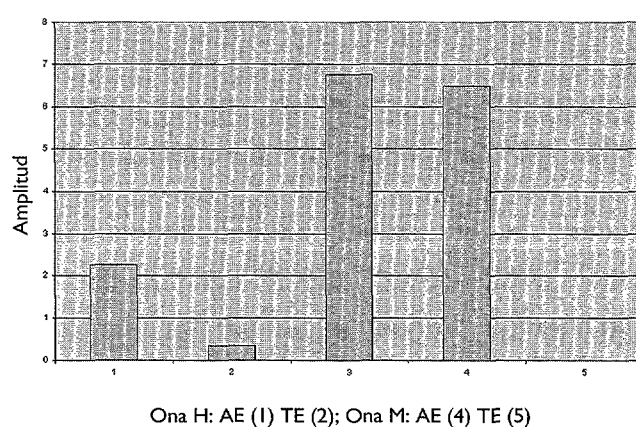
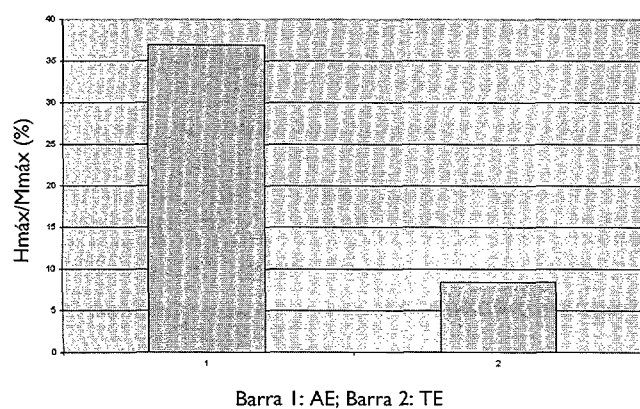


Figura XI Promig de raó $H_{m\acute{a}x}/M_{m\acute{a}x}$ en entrenament anaeròbic



L'entrenament anaeròbic induïx una disminució de l'amplitud en tots els subjectes (figura 7). En promig, l'amplitud va variar de 2,25 ($\pm 1,4$) a 0,48 ($\pm 0,2$), fet que representa un 78,8% de disminució (NS) (figura 10).

Ona M (resposta motora)

S'observa que aquesta també presenta variància entre els subjectes, el que es pot atribuir a diferències en la massa muscular del solí (figura 1).

L'entrenament anaeròbic no afecta l'amplitud d'ona M (figura 8). En promig, va variar de 6,76% ($\pm 2,8\%$) a 6,69% ($\pm 2,7\%$), el que representa una disminució de 1,0% (NS) (figura 10).

Es destaca la gran diferència dels valors de l'amplitud màxima d'ona M entre el grup aeròbic i anaeròbic; creiem que es deguda a diferències de volum entre els múscles del panxell de la cama dels subjectes d'ambdós grups.

Raó Hmàx/Mmàx

El càlcul de la raó Hmàx/Mmàx per a cadascun dels subjectes mostra una disminució significativa ($p < 0,01$) d'ella quan els subjectes són entrenats de forma anaeròbica (figura 9). En promig, va varià de 36,3% ($\pm 20,3\%$) a 8,7% ($\pm 7,8\%$), fet que representa una disminució del 76,0% (figura 11).

DISCUSSIO

L'evidència experimental indica que el sistema nerviós posseeix una plasticitat que li permet adaptar-se a diferents graus d'activitat i entrenament físic.

Resultats en models animals suggereixen que la mida de les motoneurons pot ser modificat pel desús i pel excés d'ús. La tenotòmia⁽³⁸⁾ en immobilització d'extremitat posterior^(10,11) disminueix el calibre dels annexons motors; la immobilització de l'extremitat contralateral⁽⁴⁰⁾ i la denervació de músculs sinèrgistes té l'efecte oposat.^(18, 38, 42) L'entrenament físic indueix augment,^(32, 33, 34, 35) disminució⁽¹⁾ o cap canvi^(18, 32) en el calibre dels axons; aquests resultats es deuen a l'ús de diferents plans d'entrenament. A més a més, s'ha observat en el gruix de la beina de mielina i en el nombre total de subjectes entrenats en el desenvolupament de força.

Va interessar estudiar l'adaptabilitat del sistema nerviós central a nivell del cordó espinal. Per això, es va utilitzar l'arc reflex monosinàptic o miotàtic, estudiat mitjançant un procés proposat per Hoffmann.⁽¹⁶⁾ La preparació neuromuscular seleccionada va ser la formada pel nervi tibial posterior-múscle solí, degut a que aquí el reflex d'Hoffmann sempre s'hi troba, a diferència d'altres zones on no es troba o a l'estimulació elèctrica s'hi ha d'afegir manipulacions de facilitació per evocar-lo.⁽²⁶⁾

Intencionalment, es van escollir dues formes d'estimulació, molt diferents, com són l'entrenament aeròbic que recluta fonamentalment UM lentes (tipus I) i l'anaeròbic en el qual, segons la càrrega de treball i la velocitat a la qual s'executa el moviment, es recluten UM ràpides (IIA, IIB) que se sumen a l'acció de la de tipus I. Ambdós tipus d'estimulació actuen sobre un múscle lent com el solí, en el qual la major proporció d'UM són de tipus lent.

La variància trobada en l'amplitud màxima de l'ona H coincideix amb dades d'altres autors.^(36, 37) Aquest punt, que per a altres autors fa aconsellable no avaluar l'amplitud d'ona

H per manca de significat clínic,⁽²⁶⁾ ens sembla de particular rellevància. Els nostres subjectes van romandre durant un mes, previ a l'estudi, sense realitzar cap tipus d'entrenament físic, només l'activitat física quotidiana; no van realitzar cap esforç físic des de 24 hores abans d'efectuar la primera avaluació (AE) i van romandre durant 30 minuts en repòs en decúbit abdominal abans de l'avaluació, en condicions de laboratori. Amb això es descarten els efectes aguts de l'activitat i l'entrenament física. Amb aquestes condicions, de totes maneres es manifesta la variància en l'amplitud de l'ona H, fet pel qual, aquesta podria dependre de diferències entre les proporcions d'UM lentes i ràpides en el múscle solí. Especulem que subjectes amb ona H petita (figura 1) tenen major proporció d'UM ràpides en el múscle solí i aquells subjectes amb ona H més gran, tenen una major proporció d'UM lentes. Si això és cert, aleshores, és possible que l'avaluació del reflex d'Hoffmann informi sobre aquells subjectes que estan millor dotats per a l'activitat física aeròbica o anaeròbica.

L'entrenament aeròbic va provocar un increment d'amplitud de l'ona H; en canvi, l'entrenament anaeròbic va provocar una disminució de l'amplitud de l'ona H, fet que coincideix amb el presentat per altres autors.^(6, 25, 28) En els estudis de Casabona i Rochcongar, anaeròbicament podria ser explicat per una gran fracció de fibres musculars tipus II en els múscles d'aquests subjectes. Se sap que les motoneurons petites i lentes que innerven fibres musculars tipus I, són excitades més fàcilment per descàrregues d'aferències que les motoneurons més grans o ràpides que innerven fibres musculars tipus II.^(4, 5, 15) L'avaluació del reflex d'Hoffmann es va realitzar com a mínim 24 hores després de realitzar l'última sessió d'entrenament, per la qual cosa es proposa que l'adaptació és a llarg plaç.

Independentment dels resultats obtinguts en el present treball, es van realitzar de forma paral·lela avaluacions (no es mostren els resultats) en una diversitat de subjectes, sense saber prèviament si es tractava de sedentaris o d'atletes. En un molt alt percentatge, basant-se en els resultats de l'avaluació, es va diagnosticar, amb certesa, si els subjecte era fondista o velocista, tenint com a referent l'amplitud de l'ona H. En uns pocs casos va haver-hi errada; aquestes errades sempre corresponien a subjectes que potencialment són equipats amb una major proporció d'UM en el múscle solí, lentes o ràpides, que difereix de les que tenen la gran majoria de sedentaris normals. Si això és cert, aleshores, l'avaluació del reflex d'Hoffmann podria transformar-se en una metodologia no invasiva i de fàcil aplicació una cop dominada, per detectar talents esportius.

Aquesta apreciació és encara més certa quan es procedeix a calcular la raó Hmàx/Mmàx.

Bibliografia

1. Anderson, Y., Edström; JE. Motor hyperactivity resulting in diameter decrease of peripheral nerves. *Acta Physiol. Scand.* 1957; 39:240-245
2. Beaver, WL., Wassermann, K., Whipp, BJ. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-lo transformation. *J. Appl. Physiol.* 1985; 59 (6):1936-1940.
3. Bhattacharya, N., Chhina, GS., Singh, B. Effects of hyperthermic temperatures on monosynaptic and polysynaptic reflex responses. *Indian J. Med. Res.* 1981; 73:464-468.
4. Buchthal, F., Schmalbruch, H. Contraction times of reflexly activated motor units and excitability cycle on the H-reflex. *Brain Res.* 1976; 44:367-376.
5. Burke, RE. Motor units: anatomy, physiology and functional organization. In: Brooks VB (Ed.) *Handbook of physiology*, sec. 1 The nervous system vol. 2, Amer. Soc., Bethesda Md. 1981; 345-422.
6. Casabona, A., Polizzi, MC., Perciavalle, V. Differences in H-reflex between athletes trained for explosive contractions and non-trained subjects. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1990; 61:26-32.
7. DeVries, HA., Wiswell, RA., Romero, GT., Heckathorne, E. Changes with age in monosynaptic reflexes elicited by mechanical and electrical stimulation. *Am. J. Phys. Med.* 1985; 64:71-81.
8. Eccles, JC. *The neurophysiological basis of mind.* Oxford Univ. Press, 1953; London.
9. Eccles, JC., Eccles, RM., Lundberg, A. The action potentials of the alpha motoneurons supplying fast and slow muscles. *J. Physiol.* 1958; 142:275-291.
10. Eisen, AA., Carpenter, S. Karpati, G., Bellavance, A. The effect of hyper and hypoactivity upon fibre diameters of intact and regenerating nerves. *J. Neurol.* 1973; 20:457-469.
11. Evans, DHL., Vizoso, AD. Observations on the mode of growth of motor nerve fibres in rabbit during postnatal development. *J. Comp. Neurol.* 1951; 95:429-461.
12. Gerilovsky, L., Tsvetinov, P., Trenkova, G. Peripheral effects on the amplitude of monopolar and bipolar H-reflex potentials from the soleus muscle. *Exp. Brain Res.* 1989; 76:173-181.
13. Goldberg, J. Sullivan, SJ., Seaborne, DE. The effect of two intensities of massage on H-reflex amplitude. *Phys. Ther.* 1992; 72:449-457
14. Hayashi, R., Takp, K., Tokuda, T., Yanagisawa, N. Comparison of amplitude of human soleus H-reflex during sitting and standing. *Neurosci. Res.* 1992; 13:227-233.
15. Henneman, E., Somjen, G., Carpenter, DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J. Neurophysiol.* 1965; 28:560-580.
16. Hoffmann, P. Über die Beziehung der Sehnenreflexe zur willkürlichen bewegung und zum tonus. *Z. Niol.* 1918; 68:351-370.
17. Kamen, G., Taylor, P., Beehler, P. Ulnar and tibial motor nerve conduction velocity in athletes and untrained individuals. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1983; 14:125.
18. Key, B., Parker, AW., Giorgi, PP. Endurance exercises does not modify nerve fibre morphology in the rat soleus nerve. *Brain Res.* 1984; 297: 137-144.
19. Krueger, BR. Low back pain and sciata In: Spittel, JA. (Ed.) *Clinical Medicine* (2nd.Ed.) Philadelphia, Lippincott. 1985; 1-25.
20. Magladery, JW., McDougal, DB. Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man: I. Identification of certain reflexes in the electromyogram and the conduction velocity of peripheral nerve fibers. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1950; 86:265-290.
21. Magladery, JW., Teasdall, RD. Effects of age on plantar flexor and superficial abdominal reflexes in man. *J. Gerontol.* 1958; 13:282-288.
22. Maryniak, O., Yaworski, R. Optimum location of recording electrodes. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1987; 68:798-802.
23. Maulén, J., Vargas, R., Montecinos, R., Guajardo, J., Acevedo, R., Vergara, L., Gutiérrez, J. Efecto del entrenamiento de alta intensidad sobre la velocidad de conducción nerviosa. *Arch. Soc. Chilena Med. Dep.* 1988; 33:6-11.
24. Milne, JS., Williamson, J. The ankle jerk in older people. *Gerontol. Clin.* 1972; 14:86-88.
25. Nielsen, J., Crone, C., Hultborn, H. H-reflexes are smaller in dancers from The Royal Danish Ballet than in well-trained athletes. 1993.
26. Oh, SJ. *Clinical electromyography: Nerve conduction studies.* Retford, DC. (Ed.) Williams & Willins. Baltimore, Maryland, USA. 1993; In: Chapter 4: Nerve conduction techniques and chapter 17: Reflex test.
27. Peter, JB., Barnard, RJ., Edgerton, VR., Gillespie, CA., Stempel, K. Metabolic profiles of three types skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. *Biochem.* 1972; 11(14): 2627-2633.
28. Rochongar, P., Dassonville, J., Le Bars, R. Modification of the Hoffmann reflex in function of athletic training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1979; 40: 165-170
29. Sabbahi, MA., Sedwick, EM. Age-related changes in monosynaptic reflex excitability. *J. Gerontol.* 1982; 37:24-32.
30. Sale, DG, McComas, AJ., McDougall, JD., Upton, ARM. Neuro-muscular adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. *J. Appl. Physiol.* 1982; 53:419-424.
31. Sale, DG, Upton, ARM., McComas, AJ., McDougall, JD. Neuro-muscular function in weight-trainers. *Exp. Neurol.* 1983; 82:521-531.
32. Sammeck, R. Training-induced myelination in peripheral nerves of the rat. *J. Physiol. (London).* 1975; 244:78.
33. Sammeck, R. Studying myelination as a parameter of function. *Trans. Amer. Soc. Neurochem.* 1978; 9:176.
34. Sammeck, R., Gibb, W., Deville, V. Modulation of axo-glia interrelationship by swimming. *Trans. Amer. Soc. Neurochem.* 1981; 12:259.
35. Samorajski, T., Rolsten, C. Nerve fiber hypertrophy in posterior tibial nerves of mice response to voluntary running activity during aging. *J. Com. Neurol.* 1975; 159:553-558.
36. Schieppati, M. The Hoffmann reflex a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Prog. Neurobiol.* 1987; 28:345-376.
37. Taborikova, H., Sax, DS. Motoneurone pool and the H-reflex. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 1968; 31: 354-361.
38. Tomanek, RJ., Tipton, CM. Influence of exercise and tenectomy on the morphology of a muscle nerve. *Anat. Rec.* 1967; 159:105-114.
39. Upton, ARM., Radford, PF. Motoneurone excitability in elite sprinters. In Komi, PV. (Ed.), *Ed. Biomechanics V-A Univ.* Park Press Baltimore. 1975; 82-87.
40. Verrier, MC. Alterations in H-reflex magnitude by variations in baseline EMG excitability. *Electroen. Clin. Neurophysiol.* 1985; 60: 492-499.
41. Vrbová, G. The effect of motoneurone activity on the speed of contraction of striated muscle. *J. Physiol.* 1963; 169:513-526.
42. Wedeles, CHA. The effect of increasing the functional load of a muscle on the composition of its muscle nerve. *J. Anat.* 1949; 83:57.
43. Wilbourn, AJ. The value and limitations of electromyographic examination in the diagnosis of lumbosacral radiculopathy. In: Hardy RW. (Ed.) *Lumbar disc disease.* NY, Raven Press. 1982; 65-109.