

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ERGOGÉNICA DEL CONSUMO DE *PHLEBODIUM DECUMANUM* EN SUJETOS UNIVERSITARIOS NO ENTRENADOS

EVALUATION OF THE ERGOGENIC CAPACITY OF *PHLEBODIUM DECUMANUM* IN UNTRAINED UNIVERSITY SUBJECTS

RESUMEN

El objetivo de este estudio es demostrar si el aporte dietético de un preparado a base de *Phlebodium Decumanum*, tiene efectos ergogénicos sobre el rendimiento físico-deportivo. Para ello se sometió a 31 sujetos a un programa de acondicionamiento físico general. Se randomizó la muestra para obtener dos grupos, a uno de ellos se suplementó con el *Phlebodium Decumanum* (Grupo PD) (edad: 22.1 ± 1.81 , peso 74.21 ± 8.74 kg.), mientras que al otro se le administró un placebo (Grupo P) (edad: 22.5 ± 1.63 , peso 78 ± 12.5 kg.). Tras un mes de entrenamiento a razón de 3 sesiones semanales se controlaron variables de rendimiento físico y deportivo: Fuerza Máxima Dinámica, Interval - training, y test de tenis en cancha. Se recogieron medidas pre y postratamiento no encontrando diferencias significativas intergrupo en los contrastes de los pretest. Sin embargo, en los resultados obtenidos en los postest sí hallamos diferencias significativas en todas las variables estudiadas al comparar los grupos entre sí, mejorando en mayor medida el G.PD que el G.P: Test de Fuerza: Dorsales: G.P: 7.59 ± 9.52 y G.PD: 22.35 ± 19.11 ; $p < 0.002$, hombros: G.P: 16.30 ± 29.82 y G.PD: 50.82 ± 40.06 ; $p < 0.03$ y pectorales G.P: 4.94 ± 17.06 y G.PD: 24.31 ± 25.83 ; $p < 0.07$, prueba U de Mann-Whitney. Interval Training: G.P: 30.29 ± 28.3 y G.PD: 59.04 ± 42.01 ; $p < 0.06$, U de Mann-Whitney, y en Test De Tenis G.P: 58.09 ± 33.13 y G.PD: 101.47 ± 54.88 ; $p < 0.02$, prueba T. Podemos concluir por tanto que el producto, tiene claros efectos ergogénicos sobre el rendimiento físico-deportivo.

Palabras clave: *Phlebodium Decumanum*. Rendimiento. Capacidad ergogénica. Entrenamiento.

SUMMARY

The aim of this study is to assess if the dietary dose of a preparation from *Phlebodium Decumanum*, provides ergogenic effects over the sport performance. 31 healthy subjects underwent a fitness training program including tennis practice. This sample was randomized in order to obtain two groups: one (PD group; 22.1 ± 1.81 years, 74.21 ± 8.74 kg) was supplemented with *Phlebodium Decumanum* and the other (Control group; 22.5 ± 1.63 years, 78 ± 12.5 kg) took a placebo. Before and after one month training with a frequency of 3 sessions a week, several variables of performance were assessed: maximal strength, interval-training and a specific tennis test. In the previous measures there were no significant differences between groups. In the post-training results we found important differences between the two groups in all parameters in favor of PD group: dorsal strength: G.P: 7.59 ± 9.52 y G.PD: 22.35 ± 19.11 ; $p < 0.002$, shoulders strength: G.P: 16.30 ± 29.82 y G.PD: 50.82 ± 40.06 ; $p < 0.03$, and pectoral strength G.P: 4.94 ± 17.06 y G.PD: 24.31 ± 25.83 ; $p < 0.07$. Interval Training: G.P: 30.29 ± 28.3 y G.PD: 59.04 ± 42.01 ; $p < 0.06$ and Tennis Test: G.P: 58.09 ± 33.13 y G.PD: 101.47 ± 54.88 ; $p < 0.02$. We conclude that product provides ergogenic effects over the sport performance.

Key words: *Phlebodium Decumanum*. Performance. Ergogenic capacity. Training.

José A. González Jurado¹

José Naranjo Orellana²

Edgardo Molina Sotomayor³

Antonio Alcaide García⁴

Rafael Guisado Barrilao⁵

Carlos de Teresa Galván⁶

¹Facultad de C.C. de Educación Universitaria Sevilla

²C.A.M.D de Sevilla

³Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación de Santiago Chile.

⁴HELSINT, S.A.L. Granada

⁵E. Ciencias de la Salud, Universidad de Granada

⁶C.A.M.D de Granada España

CORRESPONDENCIA:

José A. González Jurado
Gradeo, 12. Castilleja de la Cuesta. 41950 Sevilla. E-mail: joseanju@yahoo.es

Aceptado: 30-12-2004 / Original n°493

INTRODUCCIÓN

Los deportistas siempre han buscado recursos y ayudas que les permitan mejorar y optimizar su rendimiento deportivo. A estos productos se les ha llamado ayudas ergogénicas. Este término actualmente es más amplio, y abarca la utilización de cualquier elemento que tenga como objetivo obtener un mejor rendimiento deportivo o una limitación de las consecuencias negativas del entrenamiento o la competición. Hablamos de todo tipo de sustancias o tratamientos físicos, mecánicos, cambios tácticos o técnicos, psicológicos, suplementos nutritivos o farmacológicos, todo ello sin perturbar o poner en riesgo la salud del deportista¹.

El empleo de compuestos biológicamente activos e inoocuos está justificado, desde el punto de vista fisiológico, con el objetivo de lograr mejorar el funcionamiento de los principales sistemas del organismo durante la realización de trabajo físico, para lograr la recuperación y la restauración activa de los recursos plásticos y energéticos consumidos durante las grandes cargas físicas².

La lista de posibles ayudas ergogénicas es larga, pero el número de las que realmente poseen propiedades ergogénicas es mucho menor, de hecho algunas sustancias o fenómenos supuestamente ergogénicos pueden en realidad perjudicar el rendimiento, generalmente se trata de drogas y se conocen como sustancias ergolíticas³. En la bibliografía podemos encontrar diferentes clasificaciones de sustancias y medios de ayudas ergogénicas:

Estos medios se pueden dividir en los siguientes grupos según García Manso, 1999²: preparados de acción plástica, preparados de acción energética, sustancias de acción general, sus-

tancias reguladoras, preparados que estimulan la hematopoyesis.

Otra clasificación es la que plantean Wilmore y Costill 1998⁴: agentes farmacológicos, agentes hormonales, agentes fisiológicos, agentes y sustancias nutricionales, fenómenos psicológicos, factores mecánicos.

Una dedicación al entrenamiento de tres días a la semana, a intensidades medias o altas, puede llevar a sujetos que no son deportistas de alto nivel, a situaciones en las que, si bien sería excesivo hablar de síndrome de sobreentrenamiento con todo el cuadro clínico que conlleva, sí que podremos hablar perfectamente de una situación subclínica de fatiga subaguda o de sobresolicitación (overreaching).

Este es el motivo que nos llevó a estudiar los efectos de un inmunomodulador como el *Phlebodium Decumanum*. De los inmunomoduladores se cree que son potencialmente activos en la prevención o recuperación de las alteraciones del sistema inmune asociadas a la práctica del deporte de competición. Los inmunomoduladores incluyen las inmunoglobulinas, el glicofosfopectato, el levamisol, las interleucinas y sus receptores solubles y los anticuerpos dirigidos frente a diferentes moléculas relevantes⁵.

El término "calaguala" se ha utilizado en América Central y Sudamérica para identificar a un elevado número de polipodiáceas estrechamente relacionadas entre sí.

Estos helechos son cultivados en monocultivo en la plantación del lago Yojoa en Honduras por la empresa Helsint SAL. Los caracterizados por un amplio fronde provisto de varios soros (3 a 7) y por su grueso, carnoso y veloso rizoma, deben considerarse como *Phlebodium Decumanum*, reservándose la nomenclatura *Polypodium leucotomos* para la variedad de fronde más corto y estrecho con un único soro. La relación entre las variedades de calaguala, y específicamente del género *Polypodium* se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1.-
Variedades obtenidas
de la Calaguala

Género <i>Polypodium</i> Subgénero <i>Phlebodium</i>	
<i>Polypodium Aureum</i>	<i>Polypodium Decumanum</i>
Polypodium Leucotomos	Phlebodium Decumanum

Algunos derivados de este helecho, son utilizados actualmente como productos farmacéuticos para el tratamiento de patologías relacionadas con alteraciones del sistema inmune⁶⁻⁹.

Las formulaciones a base de *Phlebodium Decumanum* se obtienen a partir de una fracción hidrosoluble de fronda purificada y estandarizada. Esta fracción se obtiene por extracción hidroalcohólica de las frondas maduras, secas y trituradas, seguida de la eliminación del disolvente orgánico, concentración de la fase acuosa y purificación. A partir de esta fracción hidroalcohólica se pueden obtener formas líquidas (jarabes y cápsulas blandas) y formas sólidas (polvo, cápsulas duras y comprimidos), utilizando distintos excipientes. La mezcla de extracto con rizoma esterilizado y triturado, seguida de secado y homogeneización, da lugar a un polvo que puede utilizarse como tal o en forma de cápsulas. Para nuestro estudio elegimos la forma encapsulada por su mayor comodidad de administración. El método de producción del extracto está protegido bajo diferentes patentes (P-9900133®).

La acción inmunomoduladora del *Phlebodium Decumanum* en modelos experimentales *in vitro*, ha sido estudiada por *Punzón y col. (2003)*¹⁰ en el Centro De Biología Molecular "Severo Ochoa" (Universidad Autónoma de Madrid).

Los efectos de los derivados de este helecho no son simplemente un aporte nutricional, sino que también tiene efectos reguladores de la respuesta inmunológica, tal y como se demuestra en el estudio *in vitro* anteriormente referido¹⁰, así como *in vivo* en humanos⁶⁻⁹.

El objetivo de este estudio es evaluar la capacidad ergogénica del *Phlebodium Decumanum* sobre el rendimiento físico-deportivo en adultos jóvenes no entrenados como consecuencia de su acción inmunomoduladora.

MATERIAL Y MÉTODO

A partir de una muestra de 50 adultos jóvenes (estudiantes universitarios), se distribuyeron

aleatoriamente en dos grupos, balanceados a partir del consumo máximo de oxígeno. Éste se determinó mediante un protocolo basado en una prueba de esfuerzo progresiva en tapiz rodante modelo RUNRACE D-140 de TECHNOGYM y con el analizador de gases OXICON DELTA de JAEGER. Se utilizó un sistema de infrarrojos para CO₂ y paramagnético para el O₂. Se conformaron 2 grupos de 25 sujetos, de los cuales sólo completaron el protocolo de investigación 31. De éstos, 18 habían consumido producto (G.PD)(edad: 22.1±1.81 años, peso 74.21±8.74 Kg), y al resto, 13 se les había administrado el placebo (G.P.)(edad: 22.5±1.63 años, peso 78±12.5 Kg). Toda la muestra se sometió a un protocolo de entrenamiento de un mes. Los 50 sujetos firmaron un documento de consentimiento informado, sobre las características del producto, el placebo y el tipo de entrenamiento a realizar.

Eran sujetos aficionados al tenis, deporte que practicaban esporádicamente. Ninguno de ellos participaba en competiciones oficiales, ni disponía de ficha federativa. Durante la investigación no realizaron otro tipo de entrenamiento. Podemos hablar por ende, de adultos jóvenes no entrenados.

Las variables independientes con las que se trabajó fueron las siguientes; en primer lugar el consumo de *Phlebodium Decumanum* o de placebo. El preparado del producto consistió en cápsulas de 400 mgr, cuyo contenido es 250 mgr de extracto de fracción hidrosoluble del fronde y 150 mgr de polvo de rizoma de *Phlebodium Decumanum*, dicha formulación corresponde a la patente de invención registrada en la Oficina Española De Patentes y Marcas con el número: P-9900133®.

Las dosis administradas fueron de 2 cápsulas/tres veces al día.

El placebo consistió en las mismas cápsulas pero con 400 mgr de levadura de cerveza.

Tanto el extracto de *Phlebodium decumanum* como el placebo fueron suministrados por Helsint S.A.L.

La segunda variable independiente fue el programa de entrenamiento al que se sometió toda la muestra que consistía en tres sesiones semanales, cada sesión a su vez se dividía en tres partes:

1. Golpeos de tenis en cancha. Trabajando por parejas, cada sujeto ejecutará 500 golpeos; Drive paralelo: 125, Drive cruzado: 125; Revés paralelo: 125; Revés cruzado: 125
2. Entrenamiento de fuerza dinámica. Consistió en trabajar tres grupos musculares:
 - Pectorales: Press de banca.
 - Dorsales: Lat tras nuca (tracción vertical en polea alta o jalones tras nuca).
 - Deltoides: Press sentado con mancuernas (seated dumbdell press).

Se trabajó a una intensidad del 55% - 60%, es decir entre 15 y 20 RM (repeticiones máximas) en cada serie. Tres series de cada ejercicio las dos primeras semanas y cuatro series la tercera y cuarta semana. Recuperación entre series 2 minutos.

3. Entrenamiento de resistencia. Mediante un interval-training. En cada serie se realizó un recorrido de ida y vuelta a máxima intensidad sobre una distancia de 8 metros, completándose por tanto 160 metros por serie. La pausa venía determinada por la frecuencia cardiaca (FC), así se inicia la siguiente serie cuando la FC está entre 125-130, registrada mediante un pulsómetro de muñeca POLAR® VANTAGE NV. Se realiza este trabajo durante 20 minutos las dos primeras y durante 25 minutos la tercera y cuarta semana y durante 30 minutos la primera y la última sesión.

Las variables dependientes analizadas en este estudio han sido las que se describen:

- Test físico - técnico de tenis en cancha con máquina lanzapelotas. Está basado en el test descrito por *Van Dam y Pruijboom (1992)*¹¹.

- Fuerza máxima dinámica (1 RM). Existe en la bibliografía una serie de ecuaciones que nos permiten este cálculo a partir de cargas submáximas (10 RM o 12 RM por ejemplo), estas fórmulas fueron determinadas por *Brzycki (1993)*, *Mayhew, et al. (1993)* y *Lander (1985)* citados por *García Manso 1999*¹². En este trabajo nosotros hemos usado la ecuación validada por *Brzycki*.

- Distancia expresada en número de series completadas en el interval-training.

Todas las sesiones de entrenamiento fueron dirigidas y controladas por el mismo investigador, todos los sujetos entrenaron a la misma hora y en el mismo lugar, sin diferenciación de grupo ya que ni los sujetos ni el investigador conocían el contenido de las cápsulas que consumían.

En cuanto al diseño de esta investigación se trata en un estudio a doble ciego, multigrupo con dos grupos randomizados; grupo experimental (consume *Phlebodium Decumanum*) y grupo de control (consume placebo).

Se hicieron medidas pre y postratamiento de todas las variables, los pretest para conocer el nivel de partida de la muestra, y los postest para valorar la respuesta de la muestra al entrenamiento programado.

Los datos se han tratado con el paquete estadístico SPSS 11.0. El tratamiento estadístico de los datos ha sido el siguiente.

En primer lugar se han realizado pruebas de valoración de la Normalidad (test de *Shapiro-Wilk*) para cada variable tomando toda la muestra para contrastes intergrupos (datos independientes) y también se aplicó este test de normalidad a cada grupo de manera independiente para contrastes intragrupos (datos apareados). Si la variable a analizar cumple la condición de Normalidad, para contrastar los cambios de variables intergrupos e intragrupo, hemos realizado la prueba *t de Student*. Si la variable estudiada no cumple la Normalidad, hemos utilizado pruebas de contraste de hipóte-

sis no paramétricas. Para contrastes de hipótesis de datos independientes, es decir intergrupos se hizo la prueba *U de Mann-Whitney*, mientras que para datos apareados se realizó el test de *Wilcoxon*.

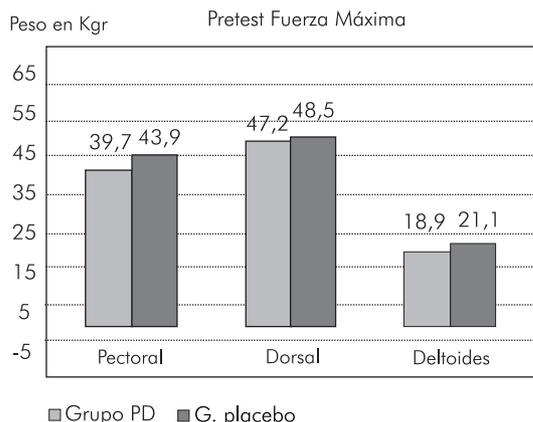
Una vez realizados los tests de normalidad, y seleccionado el test estadístico adecuado, hemos llevado a cabo comparaciones de los tests iniciales entre los grupos para comprobar si la situación de partida respecto de cada variable era equivalente en cada grupo.

Tras el protocolo de entrenamiento aplicado hemos realizado de nuevo contrastes intergrupos, esta vez para vislumbrar diferencias en los cambios de rendimiento obtenidos en uno y otro grupo.

RESULTADOS

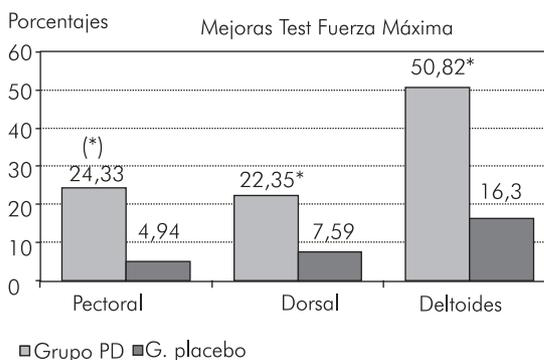
En la Tabla 2 se presentan los valores de los promedios y las desviaciones estándar de todas las variables dependientes analizadas en este trabajo.

En los tests de fuerza máxima iniciales (Figura 1) encontramos que no existen diferencias significativas entre los dos grupos en ninguno de



No se encontraron diferencias significativas entre grupos en ningún grupo muscular

FIGURA 1.- Comparación intergrupo

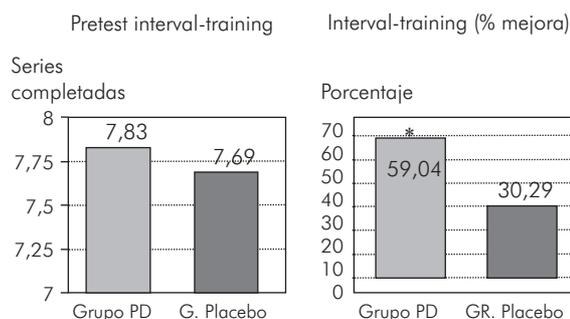


Encontramos diferencias significativas en dos de los tres músculos*: $p < 0.05$, mientras que en el pectoral (*): $p = 0.07$

FIGURA 2.- Comparación intergrupos porcentajes de mejora. Fuerza

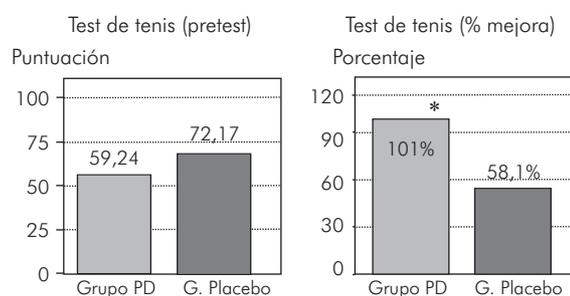
Descriptivos	Media	Grupo PLACEBO		D.S.	Media	GRUPO PD	
		N	D.S.			N	DS
Pectoral-pretest	43,88	13	14,41	39,58	15	11,42	
Pectoral-posttest	45,11	13	12,47	47,02	15	10,08	
Pectoral %Cambio	4,94	13	17,06	24,31	15	25,83	
Dorsal-pretest	48,54	13	13,03	47,11	16	13,57	
Dorsal-posttest	51,82	13	13,37	56,43	16	14,36	
Dorsal %cambio	7,59	13	9,52	22,35	16	19,11	
Hombro-pretest	21,06	13	4,65	18,87	18	6,54	
Hombro-posttest	24,58	13	9,03	26,80	18	7,20	
Hombro %cambio	16,30	13	29,82	50,82	18	40,06	
Interval Pretest	7,69	13	2,36	7,83	18	2,07	
Interval Posttest	9,62	13	2,10	11,83	18	1,86	
Interval % cambio	30,29	13	28,3	59,04	18	42,01	
Tenis Pretest	72,17	12	39,23	59,24	17	27,51	
Tenis Posttest	109,67	12	55,15	112,35	17	45,37	
Tenis % cambio	58,09	12	33,13	101,47	17	54,88	
VO2max-pret	50	13	7,5	52,4	18	8,4	
VO2max-post	53,2	13	6,1	55,4	18	8,7	
% cambio VO ₂	7	13	6,7	6,6	18	8,8	

TABLA 2.- Valores estadísticos descriptivos



No existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos en los pretests, mientras que sí son significativas en la mejora $*=p<0.06$

FIGURA 3.-
Comparación intergrupos de test iniciales y % de mejora en interval-training



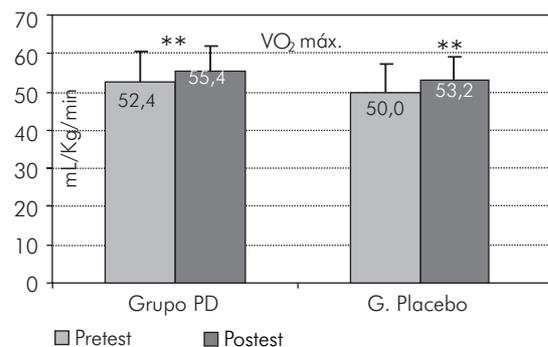
No existen diferencias estadísticamente significativas entre grupos en los pretests, mientras que sí son significativas en la mejora $*=p<0.05$.

FIGURA 4.-
Comparación intergrupos de test iniciales y % de mejora en test de tenis en cancha

los tres músculos investigados (*t de Student* para el pectoral: $p=0.3$; para el dorsal: $p=0.8$ y para el deltoides: $p=0.3$).

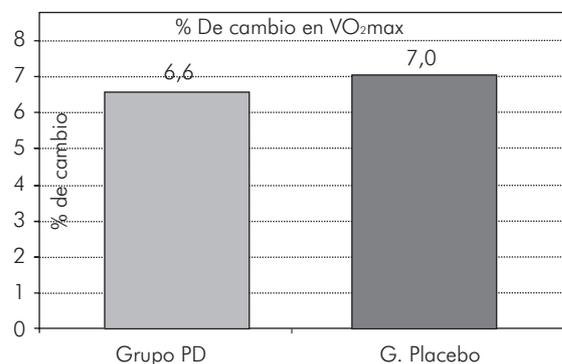
En la Figura 2, hemos comparado los porcentajes de mejora en cada grupo muscular, realizándose una comparación intergrupos. Así se observa como el Grupo PD mejoró en mayor medida sus niveles de fuerza al compararlo con el G.Placebo. El test estadístico realizado fue U de Mann Whitney, hallando diferencias significativas en dorsales ($p<0.02$), y Hombros (deltoides) ($p<0.03$), mientras que en pectoral las diferencias se acercan a la significatividad siendo el valor de este contraste $p=0.07$.

Respecto a los resultados hallados en el Interval Trainin, hemos contrastado si los dos



Encontramos mejoras significativas en ambos grupos: $**=p<0.001$

FIGURA 5.-
Comparación intragrupo de VO₂máx



Las diferencias de mejora no son estadísticamente significativas entre ambos grupos

FIGURA 6.-
Comparación intergrupo % de VO₂máx

grupos parten de una misma situación inicial, para lo cual se han comparado los resultados obtenidos en los tests iniciales (Figura 3), comprobándose que no existen diferencias significativas en los pretest (U de Mann - Whitney $p=0.789$). Para poder concluir si los dos grupos mejoran en igual medida, calculamos el porcentaje de mejora con respecto al test inicial. Como se advierte en la Figura 3 en cuanto al porcentaje de mejora el Grupo PD mejora significativamente más que el Grupo Placebo. (U de Mann - Whitney $p=0.06$).

En la Figura 4 se comparan las medias de las puntuaciones obtenidas en los test iniciales correspondientes al Test de Tenis en cancha, encontrando que no existen diferencias significativas entre el Grupo Placebo y el Grupo PD; $p=0.3$.

En la Figura 4 se comparan los porcentajes de mejora entre los dos grupos. Para discernir si alguno de los dos grupos ha mejorado en mayor medida que el otro, vamos a comparar la mejora relativa de cada grupo. Observamos una mayor mejoría en el Grupo PD con respecto al Grupo Placebo ($p < 0.02$). La prueba de contraste de hipótesis en ambos casos fue Prueba T para muestras independientes.

En la Figura 5 se comparan los test iniciales con los postest intragrupo en el VO_2 máx. Se aprecia mejoras significativas en ambos grupos; Grupo PD; $p < 0.003$ y G. Placebo; $p < 0.004$ (T de Student). Asimismo al realizar las comparaciones intergrupos de los pretest no se encontraron diferencias significativas en la situación de partida entre los grupos; T de Student para muestras independientes: $p = 0.416$.

En la Figura 6 se presentan los resultados de la comparación entre grupos de las mejoras producidas en el VO_2 máx, tras el estudio, no encontrando diferencias significativas entre grupos: T de Student para datos independientes; $p = 0.87$.

DISCUSIÓN

Encontramos estudios que han demostrado que la realización de ejercicio moderado puede estimular la eficacia del sistema inmunitario, mientras que el estrés originado por el entrenamiento intenso y mantenido en atletas puede alterar su función¹³.

Los deportistas sometidos a un entrenamiento severo e intenso presentan mayor susceptibilidad al desarrollo de infecciones leves, y cualquier patología producida por microorganismos, por leve que sea desde una perspectiva clínica, se asocia con un descenso del rendimiento en atletas.^{14,15}

Debido al proceso inflamatorio muscular generado por el ejercicio físico, las modificaciones en el sistema inmune acarrearán a su vez cambios a nivel sistémico como hipertermia, astenia, predisposición a infecciones, insomnio, fatiga y

alteraciones tisulares que conducen a pérdida de rendimiento deportivo¹⁶.

Se ha informado que las alteraciones inmunitarias observadas en los deportistas parecen estar relacionadas con los subsiguientes descensos en la capacidad de resistencia y disminución del rendimiento físico-deportivo^{17,18}.

El conocimiento de las modificaciones del sistema inmunológico, originadas por la actividad físico-deportiva continuada, puede permitir la instauración de medidas terapéuticas o preventivas que eviten las complicaciones asociadas a la práctica deportiva y favorezcan la mejora del rendimiento físico de los deportistas. En este sentido, la inmunomodulación del sistema inmune de los deportistas puede producir relevantes beneficios. Estos efectos terapéuticos se pueden explicar por la restauración del control interno del sistema linfomonocitario con equilibrio de sus mediadores inflamatorios que le permite alcanzar la homeostasis. Asimismo la normalización del sistema inmune puede conseguir la adecuada respuesta a agentes microbiológicos⁵.

En el mercado encontramos algunos fármacos a los que se les atribuyen funciones Inmunomoduladoras, entre ellos podemos hablar del ácido acetil salicílico (Aspirina®)¹⁹.

El ibuprofeno se ha utilizado como inmunomodulador, para prevenir el daño muscular producido por el ejercicio físico intenso²⁰. Su mecanismo de actuación es el bloqueo la formación de endoperóxido y prostaglandinas.

Los corticoides tienen un efecto preferentemente supresor del sistema inmunológico. Inhiben la función de las células accesorias y de los linfocitos T cooperadores con disminución de su actividad secretora de citocinas. También deprimen la respuesta linfocitaria al estímulo de las citocinas, la liberación de los gránulos de las células citotóxicas y la producción de inmunoglobulinas^{21,22}.

Otro menos conocidos como el glicofosfopectal (inmunoferón®). Inmunomodulador de naturale-

za polisacárido-proteínica. Éste posee efectos importantes sobre la respuesta inmuno - inflamatoria. Se ha demostrado que es capaz de aumentar la respuesta efectora de células implicadas en la respuesta antiinfecciosa. También se ha demostrado que tiene un importante efecto antiinflamatorio con inhibición de citokinas proinflamatorias, como el TNF α . Asimismo se comprobó su efecto sobre la disminución de los niveles séricos de las proteínas asociadas al daño muscular²³.

A la vista de la gran cantidad de literatura científica que relaciona la alteración de la respuesta del sistema inmune provocada por la actividad físico-deportiva con disminución del rendimiento físico-deportivo y el estado de forma, nos planteamos que si somos capaces de controlar esta respuesta inmune podríamos mejorar los procesos de adaptación a las cargas de entrenamiento y en definitiva el rendimiento físico final.

Muchos estudios han demostrado que se pueden observar incrementos de fuerza sin que por ello existan incrementos paralelos de la sección transversal de músculo, lo cual se interpreta como adaptaciones a nivel neuromuscular²⁴⁻²⁷. Básicamente, estos procesos adaptativos responden a factores como la coordinación intramuscular, la coordinación intermuscular, el orden de reclutamiento y las modificaciones de los umbrales de estimulación de los husos musculares y corpúsculos de Golgi.

Podríamos esperar a tenor de lo expuesto anteriormente, que los sujetos que realizaron el protocolo de trabajo planificado para este estudio consiguieran mejoras en sus niveles de fuerza. De hecho así ocurrió en los dos grupos randomizados. Ambos concluyeron con mejoras en los tres grupos musculares entrenados. El Grupo PD, mostró alta significatividad en los tres grupos musculares entrenados, pectoral, $p < 0.0001$; dorsal, $p < 0.0001$, deltoides, $p < 0.0001$ (t de Student). En el Grupo Placebo, también mejoraron los tests de fuerza en los tres grupos musculares, sin embargo solamente en el dorsal esta mejora fue significativa ($p < 0.03$), en los otros dos grupos

musculares no se mejoró significativamente: deltoides, $p < 0.08$ (aunque se acerca a la significatividad) y en pectoral, $p = 0.5$ (t de Student en los tres contrastes).

Así en el contraste intergrupos sobre el porcentaje de mejora, encontramos que el grupo que no tomó el suplemento *Phlebodium Decumanum* a pesar de mejorar sus resultados con el entrenamiento no obtiene resultados tan claros como el Grupo PD. En este sentido hemos obtenido diferencias significativas en dos de los tres grupos musculares (Figura 2): dorsal, $p < 0.002$, deltoides, $p < 0.003$, y en el tercer músculo se roza la significatividad, pectoral, $p < 0.07$. Teniendo en cuenta que ambos grupos partían de una situación inicial similar, como se demuestra en la Figura 1, en la que no se observa diferencias significativas al comparar los pretest entre los dos grupos, podemos afirmar por ende que consumir *Phlebodium Decumanum* tiene claro efectos beneficiosos sobre el rendimiento.

En cualquier caso se asume como incuestionable que el trabajo físico continuado y regular sobre una capacidad física, sea cual sea, producirá mejoras en el rendimiento de esa cualidad. Nuestros sujetos tras un mes de entrenamiento mostraron patentes mejoras en el entrenamiento de resistencia interválico, expresadas en las series que iban completando. De hecho pudimos verificar diferencias significativas entre el postest y el pretest tanto en el Grupo PD ($p < 0.0001$, test de Wilcoxon), como en el Grupo Placebo ($p < 0.002$, t de Student). Lo peculiar de estos resultados y coincidiendo con lo sucedido en las demás variables de rendimiento físico, son las diferencias significativas al comparar los porcentajes de mejora intergrupo (Figura 3) ($p < 0.06$), siendo de mayor magnitud la mejora acontecida en el Grupo PD (59%) que en el Grupo Placebo (30.3%). Tenemos que señalar nuevamente que no encontramos diferencias significativas en las comparaciones intergrupos en el pretest como se muestra en la figura 3, por lo tanto el punto de partida, con respecto a esta variable de condición física, fue semejante en ambos grupos.

Aunque un buen nivel de condición física general podría favorecer el rendimiento deportivo en tenis, no podemos afirmar tajantemente que las cualidades físicas básicas sean predictoras directas del rendimiento deportivo en este deporte^{28,29}.

En el tenis podemos encontrar una gran cantidad de tests diferentes que se utilizan para evaluar diferentes aspectos de este deporte. Desde tests que valoran la condición física general basados en diferentes tipos de ejercicios para cada capacidad física básica, hasta tests antropométricos, tests de laboratorio, de habilidades motoras, etc.³⁰. Sin embargo, los tests tienen la necesidad de ser lo más específicos posibles, por lo que se empezaron a diseñar tests en pista de tenis^{11,31}. Estos tests en cancha son mixtos, es decir, demandan la combinación de cualidades técnicas con capacidad física para ejecutarlos eficazmente y obtener buenos resultados.

Es evidente que tras un periodo de entrenamiento se mejora aquella cualidad que se haya trabajado. Este hecho es reflejo de que la planificación y prescripción han sido adecuadas. En nuestro estudio hemos podido comprobar como los dos grupos experimentales ha mejorado significativamente sus resultados en el test de tenis en pista realizado, al cual se sometieron al comienzo (pretest), y al final (postest) de esta investigación (Grupo Placebo $p < 0.001$ y Grupo PD $p < 0.0001$, test de Student para datos apareados).

Como comentamos anteriormente es lógico que se produjeran estas mejoras en ambos grupos. Sin embargo, como pudimos apreciar en las otras variables de rendimiento físico, al contrastar el porcentaje de mejora en ambos grupos, también pudimos comprobar como el grupo que consumió el *Phlebodium Decumanum*, mejoró significativamente más que el Grupo Placebo; $p < 0.02$ (Figura 4). Mientras el Grupo PD mejoró un 101% la puntuación obtenida en el test, el Grupo Placebo mejoró un 58,1%.

Como en el resto de variables estudiadas en este trabajo, también comparamos los tests ini-

ciales entre grupos y se comprobó que su nivel al comenzar esta investigación era similar (Figura 4), no hallando diferencias significativas en este contraste.

La última de la variable presentada en este trabajo es el VO_2 máx. Se trata de un parámetro que se ha utilizado tradicionalmente para explicar los mecanismos fisiológicos de la resistencia, sin embargo según Navarro (1998)³² el VO_2 máx, no es una garantía de un buen resultado deportivo, ya que todavía no se conoce con certeza en qué grado se atribuyen sus valores al entrenamiento o a la dotación genética. Nosotros hemos interpretado esta variable, más que como una variable de rendimiento, como una variable para controlar la calidad del entrenamiento y el trabajo realizado por los sujetos.

En este sentido, se considera que se pueden alcanzar mejoras de entre un 15 y un 20% en personas sedentarias que se empiezan a entrenar al 75% de su capacidad tres veces por semana durante 6 meses. Asimismo cuánto mayor sea la condición física inicial, menor será la mejora relativa para el mismo programa de entrenamiento³³. Así, en nuestro estudio hemos hallado mejoras en el VO_2 máx en ambos grupos, si bien no tan elevadas como en la referencia comentada (6.6% en Grupo PD y 7% en G. PLACEBO), sí estadísticamente significativas (Grupo PD; $p < 0.003$ y G. Placebo; $p < 0.004$) (Figuras 5 y 6).

No obstante al comparar estas mejoras entre ambos grupos descubrimos que son muy similares no siendo significativas las diferencias encontradas ($p = 0.78$). Es decir que no podemos atribuir ninguna influencia del producto (PD) a esta variable sino que esta mejora se ha debido al entrenamiento efectuado, lo que nos demuestra que se trató de un protocolo de trabajo lo suficientemente intenso como para producir adaptaciones considerables.

A tenor de lo expuesto y en relación con los resultados presentados en este trabajo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- La realización de actividad físico-deportiva de intensidad media-alta con una frecuencia de tres días en semana, durante un periodo de cuatro semanas, mejora el rendimiento físico en sujetos no entrenados.
- Los mejores resultados obtenidos en los tests físico-deportivos en el Grupo PD que consumió *Phlebodium Decumanum*, nos lle-

van a pensar que éste producto tendría efectos ergogénicos sobre el rendimiento físico.

AGRADECIMIENTOS

En este estudio ha colaborado la empresa Helsint S.A.L., sin cuya colaboración no se podría haber llevado a cabo el mismo.

B I B L I O G R A F I A

1. **González JC, Amigó N.** Ayudas ergogénicas: influencia de un complemento nutricional en el rendimiento deportivo. *Arch Med Deporte* 1999;XVI:69:9-14.
2. **García JM.** *Alto rendimiento. La adaptación y la excelencia deportiva.* Madrid: Gymnos 1999;386-87.
3. **Eichner ER.** Ergolytic drugs. *Sports science exchange.* 1989;2:1-4.
4. **Wilmore J, Costill D.** *Fisiología del esfuerzo y del deporte.* Barcelona: Paidotribo 1998;320.
5. **Córdova A, Alvarez-Mon M.** El sistema inmune II: importancia de los inmunomoduladores en la recuperación del deportista. *Arch Med Dep* 1999;70:155-65.
6. **Vasange M, Liu B, Welch CJ, Rolfsen W, Bohlin L.** The flavonoid constituents of two Polypodium species (Calaguala) and their effect on the elastase release in human neutrophils. *Planta Med* 1997;63(6):511-7.
7. **Vasange M, Rolfsen W, Bohlin L.** A sulphonoglycolipid from the fern Polypodium decumanum and its effect on the platelet activating-factor receptor in human neutrophils. *J Pharm Pharmacol* 1997;49(5):562-6.
8. **Vasange-Tuominen M, Perera-Ivarsson P, Shen J, Bohlin L, Rolfsen W.** The fern Polypodium decumanum, used in the treatment of psoriasis, and its fatty acid constituents as inhibitors of leukotriene B4 formation. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 1994;50(5):279-84.
9. **Tuominen M, Bohlin L, Rolfsen W.** Effects of Calaguala and an active principle, adenosine, on platelet activating factor. *Planta Med* 1992;58(4):306-10.
10. **Punzón C, Alcaide A, Fresno M.** In vitro anti-inflammatory activity of *phlebodium decumanum*. Modulación of tumor necrosis factor and soluble TNF receptors. *Innaterm. Immunopharmacol* 2003;3:1293-9.
11. **Van Dam B, Pruijboom L.** Un nuevo test en tenis. *Rev Ento Deportivo* 1992;VI:3:29-32.
12. **García Manso JM.** *La fuerza.* Madrid: Gymnos 1999; 183.
13. **Córdova A, Alvarez-Mon M.** El sistema inmune I: conceptos generales, adaptación al ejercicio físico e implicaciones clínicas. *Arch Med Deporte* 1999;69:47-54.
14. **Shepherd RJ, Rhind S, Pang N.** Exercise and the immune system. Natural Killer cells, interleukins and related responses. *Sports medicine* 1994;18:341-369.
15. **Pedersen BK, Hoffman-Goetz L.** Exercise and the immune system, regulation, and adaptation. *Physiol Rev* 2000;80, 1055-81.
16. **Ferry A.** Influences de l'exercice musculaire sur le système immunitaire: exemples d'immunomodulation. *Science sports* 1989;4:25-40.
17. **Córdova A, Alvarez-Mon M.** Aspectos fisiopatológicos del daño y la fatiga muscular. *Medicine* 1999;127:5989-94.
18. **Tiddball JG.** Inflammatory cell response to acute muscle injury. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1022-32.
19. **Sainte-Laudy J.** Importance of in vivo and in vitro studies of leukotrienes. Application to the particular instance of aspirin. *Allergy immunology* 1997;29:28-35.
20. **Hasson SM, Daniels JC, Divine JG, Niebuhr BR, Richmond S, Stein PG, Williams JH.** Effect of ibuprofen use on muscle

- soreness damage, and performance a preliminary investigation. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:9-17.
21. **Ferry A, Weill B, Rieu M.** Immunomodulations induced in rats by exercise on a treadmill. *Journal applied physiology* 1990;69:1912-5.
22. **Blalock JE.** A molecular basis for bidirectional communication between the immune and neuroendocrine systems. *Physiology review* 1989;69:1-32.
23. **Villarrubia VG, Moreno Koch MC, Calvo C, et al.** The immunosenescent phenotype in mice and humans can be defined by alterations in the natural immunity reversal by immunomodulation with oral AM3. *Immunopharm Immunotox* 1997;19,53-74.
24. **Dons B, Bollerup K, Bonde-Petersen F, Hancke S.** The effect of weight-lifting exercise related to muscle fiber composition and muscle cross-sectional area in humans. *Eur J Appl Physiol* 1979;40:95-106.
25. **Komi PV, Viitasalo JT, Rauramaa R, Vihko V.** Effect of isometric strength training of mechanical, electrical and metabolic aspects of muscle function. *Eur J Appl Physiol* 1978;40:45-55.
26. **Häkkinen K, Alén M, Komi PV.** Changes in isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibers characteristics of human muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand* 1985;125: 587-600.
27. **Häkkinen K, Kallinen M, Linnamo V, Pastinen UM, Newton RU, Kraemer WJ.** Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol Scand* 1996;158(1):77-88.
28. **Birrer RB, Levine R, Gallippi L, Tischler H.** The correlation of performance variables in preadolescent tennis players. *J Sports Med Phys Fitness* 1986;26(2):137-9.
29. **Roeter EP, Garret GE.** Development of a performance profile to assess nationally ranked junior tennis players. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:suppl.
30. **Sanchis J, Dorado C, López J.** La evaluación de la condición física en el tenis. *Rev Ento Deportivo* 2000;XIV(2): 28-39.
31. **Pilardeau P.** Test d'effort adapté a la jouese de tennis. *Sport et medicien actualités* 1985;3:18-20.
32. **Navarro F.** *La resistencia*. Madrid: Gymnos 1998;178
33. **Wilmore J, Costill D.** *Fisiología de la esfuorza y del deporte*. Barcelona: Paidotribo 1998;320.