

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2006

ENSAYO

EL PROCESO DE ASIMILACIÓN DE LA FUERZA EN EL MÚSCULO DEL SER HUMANO

Iván Misael Álvarez Velázquez , Félix Fernando Álvarez Velázquez, Fernando Álvarez-
Barreras y Rene Mena Ramos

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 533-548



EL PROCESO DE ASIMILACIÓN DE LA FUERZA EN EL MÚSCULO DEL SER HUMANO

THE PROCESS OF ASSIMILATION OF THE FORCE IN THE MUSCLE OF THE HUMAN BEING

Iván Misael **Álvarez-Velázquez**¹, Félix Fernando **Álvarez-Velázquez**¹, Fernando **Álvarez-Barreras**², Rene **Mena-Ramos**³

¹Facilitador Deportivo Universitario Universidad Autónoma Indígena de México Correo Electrónico: churea2002@hotmail.com. ²Apoyo Técnico Pedagógico Supervisión de Educación Física Región II Los Mochis Sinaloa México Correo Electrónico: kirry@hotmail.com.

³Director de Cursos Internacionales y Diplomados Vicerectoría de Superación Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo La Habana Cuba Correo Electrónico: mena@iscf.cu.

RESUMEN

Para comprender el proceso de la asimilación de la fuerza en ocasiones es necesario tener conocimientos sobre la anatomía del músculo por lo tanto podemos resumir que el ser humano es una maquina perfecta, capaz de crear anticuerpos y adaptarse a cualquier estímulo, sin llegar a lesionar ninguna estructura anatómica, en el caso del músculo es capaz de decidir hasta dónde puede desarrollar más trabajo ya que con la irrigación de ácido láctico anuncia una fatiga la cual es un indicador para detener algún esfuerzo máximo.

Palabras clave: Fuerza, músculo, ácido láctico.

SUMMARY

In order to include/understand the process of the assimilation of the force in occasions is necessary to have knowledge on the muscle anatomy, so we can summarize that the human being is a perfect machine, able to create antibodies and to adapt to any stimulate, without getting to injure no anatomical structure. The muscle is able to decide to where it can already develop but work that with the lactacid acid irrigation of announces a fatigue as it is an indicator to stop some maximum force.

Key words: Force, muscle, lactacid acid.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los sistemas anatómicos del ser humano uno de los más complejos y más interesantes es el músculo, ya que nuestro cuerpo está constituido en gran parte por músculos y sin ellos no podríamos realizar ningún tipo de función a que nos referimos con esto, hasta para mover el globo ocular se necesita realizar una contractura muscular y para poder contraer un músculo tiene que haber una irrigación de ATP o ADT.

En el deporte es importante clasificar el tipo de músculo que si tomamos en cuenta no es el mismo el tipo muscular de un corredor de velocidad al de un corredor de distancia larga, para poder desarrollar sus capacidades al máximo en la disciplina que incursiona tomando en cuenta la edad, peso y estatura. A su vez es importante el conocimiento de cómo esta constituido nuestra estructura antropométrica y el complejo muscular que deseamos transformar.

En muchas ocasiones deseamos que nuestros atletas formen músculos pronunciados pensando que con ello tendremos la potencialidad de la asimilación de la fuerza, dependiendo de la necesidad de la disciplina deportiva será el énfasis para el desarrollo muscular y las dosificaciones de las cargas por niveles.

Es por eso que esta investigación busca contribuir con conocimientos científicos, de cómo podemos aplicar las cargas necesarias teniendo el conocimiento de la asimilación de la fuerza en el ser humano.

Clasificación del músculo

El músculo esquelético es una máquina capaz de convertir energía química en trabajo mecánico gracias a su fundamental propiedad, la contractibilidad (Figura 1).

El fenómeno de la contracción se realiza en tres tiempos, el primero consiste en la llegada al músculo de los impulsos motores provenientes del sistema nervioso central; el segundo, en las modificaciones químicas que liberan la energía para la contracción, y el tercero en la contracción muscular que provoca el incremento de la tensión o un acortamiento de los elementos estructurales de la fibra muscular con la siguiente producción de trabajo mecánico.

El tejido muscular se clasifica, desde el punto de vista anatomofuncional, en dos tipos fundamentales, el tejido muscular liso y el tejido muscular estriado.

Tejido Muscular liso

Tiene la función de regir la actividad motora de los sistemas de vida vegetativa (digestivo, Circulatorio, Urinario, Genital, Basculolinfático) y se caracteriza por una particular uniformidad de sus fibras.

Tejido muscular estriado

Está constituido por la musculatura esquelética (dedicada a la estática y la dinámica del organismo humano) y el tejido muscular del corazón, músculo involuntario que se diferencia del anterior por algunas particularidades.

Estructura del músculo estriado

El músculo, en su forma mas simple, está constituido por millares de fibras musculares, cada una rodeada de tejido conjuntivo. Cada fibra está constituida por una célula cuya

longitud varía entre 1 y 40 milímetros y su espesor entre 10 y 100 micras. Una docena o más de fibras constituyen un fascículo primario, rodeado de conjuntivo más consistente y rico en fibras de colágena. Varios fascículos secundarios, siempre rodeados de tejido conjuntivo propio, dan lugar a un fascículo terciario y así hasta formar el músculo completo (Figura 1).

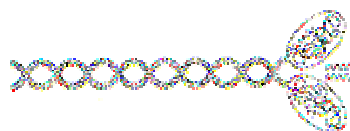
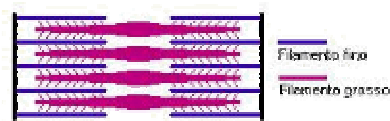
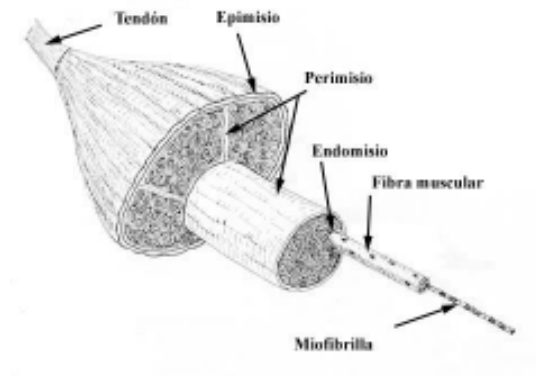


Figura 1: Representación esquemática de la hipótesis estructural del sistema troponina-tropomiosina-actina.

El trabajo muscular humano

El organismo humano está construido para la actividad, no para el reposo. El movimiento es una propiedad fundamental y se realiza mediante la acción de los músculos sobre los huesos. El sistema nervioso guía su acción: el respiratorio, cardiocirculatorio y el sanguíneo transportan a los tejidos el oxígeno y la sustancia nutritivas (combustible). Cada célula del cuerpo puede representarse como una máquina de combustión con la célula muscular como un ejemplo típico.

La energía necesaria para la contracción muscular proviene, como se ha visto, de reacciones bioquímicas que son utilizadas de modo diferente según el tipo, la duración y la intensidad del trabajo que efectúa.

Cuando el organismo se mueve, cumple siempre un trabajo, el cual puede ser medido en unidades que se calculan multiplicando la fuerza por el desplazamiento.

En la práctica, el trabajo humano tiene como unidad de medida el kilogramo (Kg), o sea, el trabajo efectuado para levantar a un metro un kilogramo de peso.

Cuando el peso es elevado a cierta altura, adquiere una energía potencial que es igual al trabajo que fue necesario para llevarlo a la posición alcanzada. Tal energía se libera cuando el peso se deja caer nuevamente a la posición inicial (energía cinética).

Cuando el peso cae, la energía potencial disminuye progresivamente, mientras que la energía cinética aumenta. Entre la energía mecánica o trabajo y el calor de ésta se libera, existe una relación constante que representa el equivalente mecánico de la caloría (427 kg. = 1 kcal.).

Otra medida muy importante en fisiología es la potencia, definida como la cantidad de trabajo realizado en un minuto o segundo; se expresa en caballos de vapor y corresponde a 75 kg/seg, ó sea, 735 watts.

Cada vez que un grupo muscular se contra desarrolla una fuerza que es definida fisiológicamente como la máxima tensión que el músculo es capaz de desarrollar cuando se le somete a un estímulo máximo. La intensidad de la fuerza depende del número de fibras musculares que toman parte en la contracción y es aproximadamente proporcional a la sección del músculo. La fuerza se puede medir a través del esfuerzo muscular ejercido contra una resistencia: puede desarrollarse con y sin acortamiento del músculo (contracción isotónica o isométrica). La unidad de medida de la fuerza es el kilogramo. El trabajo muscular es la manifestación de la fuerza debida a la contracción muscular, fuerza que se ejercita contra otra fuerza mecánica (resistencia) y que lleva a la producción de trabajo mecánico y de calor. Todo trabajo muscular es la expresión de un proceso energético que efectúa la transformación de energía química en energía de posición esto es, trabajo mecánico) y energía calorífica. Las proporciones entre trabajo mecánico y calor pueden ser diversas y la relación entre la cantidad de energía química transformada en trabajo mecánico y la totalidad de la energía utilizada se llama rendimiento.

El trabajo mecánico representa sólo un porcentaje, más o menos alto, de trabajo fisiológico (este es un trabajo que no se efectúa contra la fuerza de la gravedad), que puede alcanzar un máximo del 30 % las condiciones de trabajo (para el rendimiento y la destreza del sujeto que efectúa el ejercicio) son óptimas.

Teniendo en cuenta lo expuesto y recordando los mecanismos que permiten al músculo desarrollar su función como motor de la máquina humana, es importante considerar que el sistema locomotor utiliza las diferentes fuentes de energéticas de las que dispone para producir los diferentes tipos de trabajo mecánico.

El hombre puede desarrollar una gran cantidad de trabajo en un tiempo muy breve a través de las fuentes energéticas basadas en la degradación de los complejos de trifosfato de adenosina (ATP) y fosfato de creatinina (CP). En esta fuente de energía se basan las actividades deportivas definidas como de “potencia”, las cuales son todas aquellas que imprimen grandes aceleraciones contra la gravedad.

Para realizar la máxima potencia muscular absoluta, la máquina humana tiene reservas energéticas suficientes solamente para unos cuantos segundos. La competencia de los 100 metros planos (la cual se define como actividad de potencia), la máxima velocidad alcanzada por un atleta no puede mantenerse constante durante toda la competencia debido al agotamiento prematuro de las fuentes aeróbicas constituidas por el ATP y el CP.

En las actividades deportivas de mayor duración, los sistemas energéticos que proporcionan la energía para su desarrollo son el sistema aeróbico y el sistema glucolítico (basado en la transformación del ácido piruvico en ácido láctico) (Hernández, 1997).

Tenemos a las actividades de tipo aeróbico, en las cuales la energía es proporcionada por la oxidación de los alimentos.

Clasificación de los músculos en el deporte

El conocimiento de estos factores permite a los entrenadores y médicos deportivos elaborar planes de entrenamiento más adecuados a las características físicas del atleta, y sobre todo orientarlos hacia especialidades deportivas más en consonancia con su hábito somático.

La estructura muscular no es la misma en todos los deportistas:

Deportes de músculo morado:

Son deportes que exigen una contracción fuerte, casi desmesurada, y continua del músculo tratando de vencer una resistencia enorme, a veces superior a las posibilidades musculares del momento de forma. Estos deportes son: El Levantamiento de pesas, ciclismo, lucha libre, remo, gimnasia de aparatos, etcétera.

Deportes de músculo rojo:

Son los que exigen del músculo una contracción breve, violenta y rápida, intercalada a menudo con fases instantáneas de relajación de los antagonistas. Es el caso del boxeo ligero, atletismo, baloncesto, tenis, fútbol, etc.

Deportes de músculo rosa:

Son aquellos en los que el músculo tiene una actividad más bien continua, prolongada y pausada, sin bruscas intervenciones ni interrupciones, como la gimnasia sueca, el cicloturismo y por excelencia la natación.

En síntesis, el interés de esta clasificación radica en establecer que los deportes de músculo morado o carne de toro producen hipertrofia muscular desmesurada, como el culturismo, y no son, en términos generales, saludables. Sólo pueden practicarse en la plenitud de la vida y bajo estricta vigilancia médica por la sobrecarga cardíaca que implica. Basta imaginar

un corazón palpitando a más de 100 latidos por minuto, dentro de un tórax a una presión quizás en doble de la atmosférica y con un tubo de escape, las arterias y venas capilares aprisionadas entre enormes músculos contraídos al máximo, como es el caso de un levantador de pesas. La misma tensión muscular, si actúa sobre la epífisis de los huesos largos en épocas de crecimiento, proporcionará al final del desarrollo esquelético el típico aspecto de enano forzado que tan acostumbrados estamos a ver en los podios de halterofilia o colgado de las anillas. Los deportes de músculo rojo, carne de pura sangre de hipódromo, pueden practicarse desde la adolescencia a la madurez, tienen el valor de educar coordinación psiconeuromotriz, la ambición de competir, el espíritu de equipo y son adecuadamente formativos también desde el punto de vista somático.

Los deportes de músculo rosa, carne de salmón, como la natación, que se pueden practicar toda la vida, sin distinción de edades ni sexos.

Estructura y función de la fibra muscular:

Cada músculo esquelético está compuesto por un determinado número de haces y cada uno de éstos, a su vez por un número variable de fibras musculares.

Esta fibra muscular es la unidad celular, cuya unidad subcelular básica es la miofibrilla y, a su vez, la de ésta, el sarcómero.

En el sarcómero y entre las líneas Z, a manera de teclas blancas y negras de un piano, de actina y miosina, respectivamente, se encuentran estas dos sustancias responsables de la contracción.

El hueco entre las teclas blancas de actina y las teclas negras de miosina se llama Zona H, que es la que, en definitiva, se estrecha hasta desaparecer en la contracción por

acercamiento entre sí de las teclas negras de miosina, comprimiendo todo el espacio intermedio. Esto hace en definitiva que microscópicamente el músculo, al contraerse se acorte pero aumente su perímetro (Figura 2).

La contracción muscular, los músculos se contraen:

Isotónicamente. Cuando la tensión generada acorta el músculo, como en el culturismo cuando se demuestra el bíceps (sacar la bola).

Excéntricamente. Cuando a pesar de la contracción el músculo se alarga, como al bajar lentamente un peso.

Isoquinéticamente. Cuando se genera la máxima tensión en el músculo contracturado durante todo el arco del movimiento y a velocidad constante como en las máquinas cybex, especie de bicicleta de resistencia autoajutable.

Anatomía del músculo esquelético

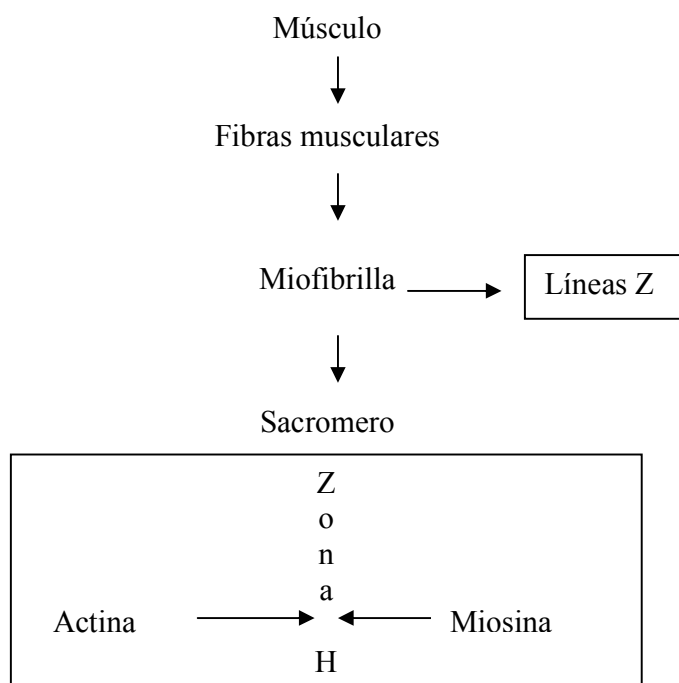


Figura 2: Gráficamente se puede ver así la Anatomía del Músculo Esquelético (Doctor Opraiz Oar)

Las ideas que expuestas a principios de los años 70 han tomado carta de naturaleza bajo la denominación de fibras musculares de contracción rápida y lenta.

Las fibras de contracción rápida (fase twitch fibres “FT”). Se contraen más rápido y conservan la máxima tensión durante esta contracción, por lo que proporcionan también la máxima fuerza e su acción.

Enzimáticamente su actividad es breve, pero intensa, y su prestación se da durante ejercicios que obtienen energía para la contracción de la glicólisis anaerobia.

Las fibras de contracción lenta (slow twitch fibres “ST”). Se contrae más lentamente y durante más tiempo, pero proporcionan menos fuerza.

Enzimáticamente su actividad es reducida y su prestación se da durante ejercicios que obtienen energía para la contracción por métodos de combustión aerobios, no sólo glicólisis, sino triglicéridos y ácidos grasos libres (free fatide acids “FFA”).

La proporción entre fibras FT y ST viene dada genéticamente hasta el punto de ser la misma en gemelos monocigóticos. Y existe, lógicamente una relación muy estrecha entre el porcentaje de fibras musculares FT y ST del individuo con el deporte para el que éste determinado individuo estará genéticamente mejor dotado.

Histoquímica

Hay que partir de la definición de la unidad motriz y funcional del músculo que es aquella que tiene su innervación suministrada por terminales de una única neurona motora.

Esta unidad funcional se comporta como fibra FT o ST desde su origen y lo único que hace su entrenamiento es mejorar la habilidad de contracción (su volumen de O₂, su irrigación, su metabolismo, la utilización de sus enzimas, etc) y rendimiento.

Por eso, cada tipo de fibra, en su histoquímica ligada íntimamente a su fisiología, tiene caracteres detectables que permiten ser localizados, y desde ellas, que las fibras sean identificadas como FT o ST.

Energía en la contracción muscular

La energía se produce por desintegración de TAP en ADP más fósforo inorgánico, siendo la reacción reversible. $ATP \rightarrow ADP + P_i + \text{energía}$, el cuerpo, cuando se acaba el ATP, lo tiene que sintetizar, y esto precisa energía también que proviene de tres fuentes sistema fosfageno de muy breve, pero muy intensa, actividad útil, por ejemplo para el saltador pero que se acaba enseguida, en segundos, y hay que recurrir a la glicólisis anaerobia: Produce energía rápidamente para la síntesis del ATP desde el ADP pero también esta fuente dura poco, alrededor de 1 a 2 minutos y forma además, como desecho, ácido láctico, que se acumula y produce fatiga, con lo que se limita la actividad muscular, en el tiempo a la aparición de cantidades no tolerables de ácido láctico, el estado de forma del atleta para los ejercicios anaerobios (100 metros).

La glicólisis aerobia es la tercera fuente de energía, no muy potente ni rápida, pero sí duradera. Es la fuente de energía utilizada en las pruebas de resistencia. Cuando no hay más material para la glicólisis, en la misma combustión aerobia se quemán, con gran consumo de oxígeno, los ácidos grasos libres (FFA).

Como ejemplo de todo lo expuesto diremos que el cuerpo puede producir ATP para la energía, en actividades de corta duración, a través del sistema fosfageno y de la glicólisis anaerobia.

Para actividades intermedia puede utilizar además el ácido láctico (sprint final de una carrera de 800 metros), también por el sistema aerobio. Para actividades de larga duración se utiliza el sistema aerobio.

Interrelación entre la clase de fibras y su metabolismo

Esquemáticamente, aunque los límites reales no son tan claros, se puede asumir que hay:

Fibras FT: Típicas de ejercicio breve, combustión glicolítica anaerobia, calculable por el consumo de SDH en cifra de minimoles por kilogramo y minuto y por la precocidad en el esfuerzo de aparición de productos de reconstrucción de ATD (Acido Láctico).

Fibras ST: Típicas de ejercicio prolongado, combustión aerobia glicolítica, calculable por el consumo de CPK.

Irrigación capilar del músculo esquelético

Con cloración del PAS demostramos el aumento de capilaridad del músculo, que va seguido de aumento de consumo de SFH se polariza como sigue:

Entrenamiento fraccionado (Interval training anaerobic). Aumento de SDH en las fibras FT.

Entrenamiento Continuo (Carrera de fondo). Aumento de SDH en las fibras ST.

El entrenamiento fraccionado potencia la actividad de las fibras FT y el continuado el de las ST.

Aspectos prácticos

Los superclases. Mediante biopsias de los músculos vasto externo y deltoides se pueden detectar los porcentajes de fibras ST y FT del individuo en la adolescencia, lo que permite orientar su entrenamiento. El término estándar es de 52% de fibras ST y 48% de FT, de las que 34 % son FTa y 14% FTb, y la distribución por sexos es la misma. Pero las fibras FT de los hombres son de mayor grosor.

Cualquier desviación de más de 2 y hasta el 4 % de estas fibras ST, FTa o FTb permite la predicción de hacia que tipo de deporte o prueba atlética está indicado dirigir al individuo.

El entrenamiento. Sólo consigue aumentar el grosor de las fibras a expensas del contenido de mioglobina y capilarización, mejorando la utilización y aumentando el consumo de oxígeno.

El entrenamiento fraccionado actúa más selectivamente sobre las fibras FT y el continuado, sobre las ST.

La potencia puede adquirirse con pesas, por ejemplo partiendo del cálculo de la “carga 10/RM”, que es el peso que puede levantar un grupo muscular específico diez veces antes de fatigarse.

El programa consiste en tres series de diez alzadas:

La 1ra. Con un $\frac{1}{2}$ del 10/RM.

La 2da. Con $\frac{3}{4}$ del 10/RM.

La 3ra. Con el total del 10/RM.

Periódicamente se prueba un RM/10 (máximo de repeticiones) más alto y, si se supera la prueba, se continúa con el mismo programa de tres series de levantadas a partir del nuevo y superior R/M.

El programa sirve para hombres y mujeres, pero estas desarrollan menos grasa muscular por el bajo contenido de testosterona, lo mismo que los adolescentes. (Apraiz Oar, 1990).

CONCLUSIONES

En conclusión podemos apoyar que la estructura fisiológica del músculo y el desarrollo de la fuerza en el deporte es muy necesario que el entrenador como el deportista tengan conocimientos tanto generales como específicos del desarrollo del mismo, el proceso de la asimilación de la fuerza es largo ya que tiene que pasar por la producción de trabajo, la asimilación del ejercicio y la concentración de la fuerza para su potencialización, las fuerzas negativas como positivas colaboran con el cuerpo para el desarrollo muscular con el desarrollo de la fuerza isométrica e isotónica, podemos encontrar que las fibras musculares en el cuerpo humano son de contracción rápida y lenta, las primeras pueden durar por un corto periodo y concentran la máxima fuerza, en cambio la fibras de contracción lenta duran más tiempo pero no concentran mucha fuerza. Los procesos químicos que contribuyen con la asimilación de la fuerza ayudan en gran manera con este desarrollo, si tomamos en cuenta que el ser humano es puramente procesos químicos.

Podemos decir que hay muchas formas de trabajo físico para el desarrollo de la fuerza y no es fácil dar recetas para la elevación de esta capacidad física pero si podemos decir que cualquier trabajo la asimilación del mismo es bueno teniendo en cuenta el deporte y el tipo de actividad física.

LITERATURA CITADA

Nilo Hernández José Luis. 1997. **Las Bases Fisiológicas del Ejercicio Físico y del Deporte**. La Prensa Medica Mexicana. México.

Medicina del deporte. 1990. **Fisiología del Músculo en el Ejercicio**. Tomo 2 Internet; Ediciones Tener Lide. Colombia.

Ivan Misael Álvarez Velázquez, Entrenador deportivo avalado por la Federación Internacional de Atletismo Amateur (IAAF), Federación Mexicana de Atletismo (FMA), Federación Mexicana de Gimnasia (FMG), Facilitador Universitario en el área de deportes de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM).

Félix Fernando Álvarez Velázquez, Licenciado en Educación Física egresado de la Escuela Superior de Educación Física (ESEF) de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Coordinador General de Deportes en la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM).

Fernando Álvarez Barreras, Licenciado en Educación Física egresado de la Escuela Superior de Educación Física y Deportes (ESEFD) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Apoyo Técnico Pedagógico de la Supervisión de Educación Física Región II de la Secretaria de Educación Pública Descentralizada.

René Mena Ramos. Doctorado en Educación Física por la Universidad de la Habana, Cuba. Director de Cursos Internacionales y Diplomados Vicerectoría de Superación Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo.