

Artículo original

**PRÁCTICA ELECTIVA EN MEDICINA DEL DEPORTE Y CIENCIAS ASOCIADAS**

**ELECTIVE PRACTICE IN SPORT MEDICINE AND RELATED SCIENCES**

**Autor:** Ana Gabriela González Morales<sup>1</sup>

**Tutor:** María Evelina Almenares Pujadas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Médicas, Universidad San Carlos de Guatemala.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Medicina del Deporte. Especialidad: Medicina Deportiva  
[maria.evelina@inder.gob.cu](mailto:maria.evelina@inder.gob.cu)

**INTRODUCCIÓN**

La Medicina del Deporte es una rama de la medicina, que estudia los efectos del ejercicio y, en general, de la actividad física, en el organismo humano, desde el punto de vista de la prevención y tratamiento de las enfermedades y lesiones. Trabaja en conjunto con varias ciencias aplicadas, como es la fisiología del ejercicio, en la cual se estudia la adaptación crónica, estática y aguda del amplio rango de condiciones que optimizan el ejercicio físico.

También se trabaja en conjunto con lo que es la cineantropometría, que es el estudio de la forma, la composición y la proporción humana, utilizando medidas del cuerpo y su objetivo es comprender el movimiento del hombre con relación al ejercicio, al desarrollo, al rendimiento y a la nutrición.

Son muchas las ciencias aplicadas al deporte, en este curso se trató de dar a conocer las generalidades de algunas de las ciencias más importantes, así como también se trató de dar las generalidades del Diagnóstico por imágenes con ultrasonido, aplicado a las partes blandas del cuerpo, como rodilla, articulaciones del hombro y tobillo principalmente, aunque también se realizaron de manera didáctica ultrasonidos de tiroideos, obstétricos y abdominales.

## **OBJETIVOS GENERALES**

- Conocimiento básico del control médico del entrenamiento deportivo y de sus ciencias asociadas.
- Reconocimiento de las estructuras anatómicas del cuerpo humano y su representación con las técnicas ultrasonográficas utilizadas

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer las diferencias entre los distintos deportes que se realizan
- Conocimiento de las pruebas más comunes que se realizan en atletas para calificar su rendimiento.
- Saber cual es las clasificación metabólica, biomecánica, fisiológicas, y de grupo de los distintos deportes
- Conocer cuáles son las fuentes de energía utilizadas para la actividad muscular
- Identificar las características electrocardiográficas del individuo entrenado
- Conocer el manejo del ultrasonido de partes blandas e identificar las estructuras anatómicas
- Reconocer las lesiones más frecuentes en partes blandas del cuerpo humano.

## **METODOLOGÍA**

La práctica realizada fue durante el período de Junio-julio de 2012, en las instalaciones del Instituto de Medicina del Deporte, ubicado en la Calle 14 y 100, Reparto Embil, Municipio Boyeros, Ciudad Habana, C.P. 10800 el cual cuenta con aulas para impartir clases magistrales, cuenta con los medios necesarios para realizar pruebas de laboratorio en las áreas de cardiología, neuromuscular, cineantropometría, nutrición, cuenta con un laboratorio, en el cual se realizan las pruebas bioquímicas, también existe un laboratorio funcional en donde se realizan las pruebas necesarias para estimar la potencia aeróbica y anaeróbica alactácida, el instituto también cuenta con las instalaciones necesarios para la realización de pruebas de terreno a los atletas de los distintos deportes.

Entre las actividades realizadas, se impartieron clases magistrales en horario de 8:00 a 16:00 horas, entre los contenidos impartidos se encuentra el control médico del entrenamiento deportivo, Cineantropometría, bioquímica del ejercicio, los cambios electrocardiográficos en un atleta, fisiología del ejercicio, nutrición del atleta, y el control médico del entrenamiento de las distintas ramas de los deportes.

Se realizan visitas a los distintos laboratorios, entre ellos el de cineantropometría, donde tuve la oportunidad de observar cómo se realizaban las mediciones necesarias para determinar el somatotipo del atleta, y de la población en general.

Visité el laboratorio de neuromuscular, en donde se realizaron pruebas de electromiografía, y pruebas de salto, con el objetivo de calcular la altura de los saltos y su potencia. Asimismo visité el laboratorio en donde se realizan las pruebas bioquímicas, como la hematología, química, tiempos de coagulación, lactato, urea, etc.

Recibí una clase de nutrición enfocada a los deportes de alto rendimiento, en la cual me explicaron que se debe mantener un adecuado aporte de carbohidratos, proteínas y lípidos, todo esto acorde con la actividad que la persona realiza, así como una adecuada hidratación, la nutrición es fundamental para el desempeño y salud del atleta.

Presencé pruebas de terreno con atletas de la selección futbolística sub 20, en las cuales se obtuvieron parámetros como la Frecuencia Cardíaca, tanto en reposo como al finalizar la prueba, a los 3 y 5 minutos. En una prueba de atletismo, que consiste en que el atleta debe correr 4 series de 4 km cada una, con un intervalo de descanso de un minuto entre series, en este minuto se mide el lactato en sangre con el fin de identificar el umbral de lactato en los atletas.

Dentro del contenido del curso, se impartió una introducción a lo que es el Diagnóstico por imágenes, específicamente el ultrasonido de partes blandas, en donde aprendí a distinguir las estructuras anatómicas y las lesiones más frecuentes de las distintas articulaciones, entre las más frecuentes están las de rodilla, hombro, codo, tobillo, talón y cadera. De los ultrasonidos mencionados, realicé varios ultrasonidos de rodilla a distintas personas.

A continuación el resumen del contenido del curso recibido en el Instituto antes mencionado y las estadísticas correspondientes.

## **CONTENIDO TEÓRICO**

### **Control médico del entrenamiento deportivo**

La función del médico del deporte es determinar el estado de salud, estado higiénico y nutricional del deportista; asesoramiento de la planificación y organización del proceso de entrenamiento; valoración de la capacidad de rendimiento; establecimientos de indicadores biomédicos para la selección y detección del talento.

Los objetivos del CME (control médico del entrenamiento) son:

- Diagnosticar el estado de salud del deportista
- Valorar la aptitud física y capacidad funcional
- Colaborar con la detección de talentos
- Realizar el control médico pedagógico de los deportistas
- Realizar seguimientos de la condición física
- Diagnosticar las posibilidades del deportista y orientar
- Detectar las deficiencias
- Obtener datos para investigación y pruebas experimentales

Las tareas fundamentales son:

- Planificación, organización y ejecución de los exámenes médicos para el ciclo olímpico, macro y mesociclo.
- Adecuación de las evaluaciones médico-deportivas a las características del deporte, etapa y sujeto a evaluar.
- Mejoramiento de los procesos recuperativos
- Evaluación y control evolutivo del estado funcional
- Prevención, atención y rehabilitación de la morbilidad traumática y no traumática de los deportistas.

El desarrollo del trabajo instructivo y educativo que tiene que desempeñar el CME del médico se encuentra:

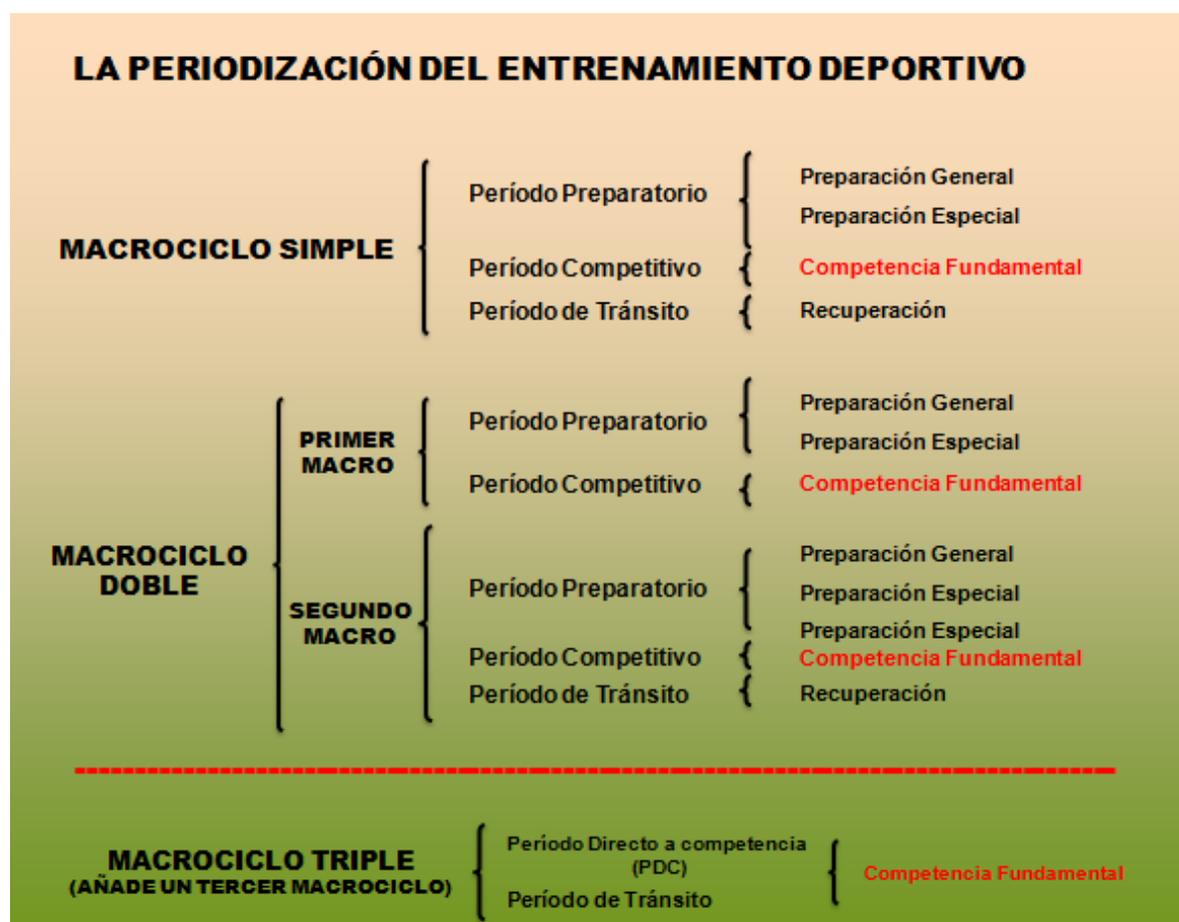
- La educación sexual
- El control del doping
- La nutrición del deportista
- Higiene y el descanso
- Otras de interés específico del deporte

El acto verificativo de la calidad de la preparación está dado por los resultados de las pruebas y los de la propia competencia.

Pruebas: conjunto de mediciones y evaluaciones científicamente elaboradas que permiten realizar el diagnóstico y un acercamiento al pronóstico del resultado competitivo. Las pruebas son el instrumento idóneo para diagnosticar, evaluar, calificar e informar acerca del estado la preparación del deportista y lograr un acercamiento pronóstico de sus resultados. Las pruebas permiten realizar el diagnóstico y un acercamiento al pronóstico del resultado competitivo.

El acto verificativo de la calidad de la preparación está dado por los resultados de las pruebas y lo de la propia competencia.

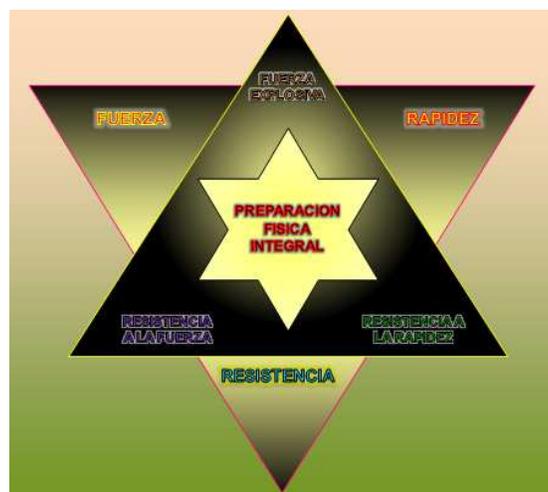
La preparación del deportista está dada por un médico, un fisioterapeuta y un psicólogo, los cuales dan al deportista la preparación física, psicológica, teórica y técnico-táctica que se necesita.



Las pruebas que se realizan a los atletas son:

- De terreno: son más específicas del deporte, se pueden repetir con mayor frecuencia, consumen menos tiempo, son menos invasivas y son más aceptadas por atletas y entrenadores.
  - Específicas: evalúan elementos del deporte en estudio, con acciones y técnicas determinantes en el resultado competitivo.
    - Parciales e integrales
  - inespecíficas: evalúan elementos del deporte en estudio, con acciones y técnicas determinantes en el resultado competitivo.
    - Generales y especiales.
- De laboratorio: son más fiables y precisas al garantizar la constancia de los parámetros que influyen en el resultado. Se realizan con aparatos más sofisticados, que miden con precisión el trabajo, la potencia y demás variables de interés.

La preparación integral de un atleta se basa en que todo atleta debe poseer fuerza, rapidez y resistencia, y la combinación de estas tres, fuerza explosiva, resistencia a la fuerza y resistencia a la rapidez, como se ilustra:



## Ciencias aplicadas al deporte y control médico del entrenamiento

La clasificación metodológica de los deportes es



Otras clasificaciones que se manejan:

- Biomecánica:
  - Cíclicos: el acto motor está asociado a movimientos repetitivos cuyas magnitudes pueden representarse en un eje de coordenadas en funciones del tiempo y espacio.
  - Acíclicos: juegos deportivos, combates, algunos eventos de atletismo y disciplinas de arte y coordinación
- Metabólica
  - Aerobia
  - Anaerobia alactácida
  - Anaerobia lactácida
- Fisiológica
  - Variables
  - Invariables

Entre los indicadores bioquímicos utilizados en los estudios están:

- Lactato
- Urea
- Glucosa
- Enzimas
- Amoniaco
- Equilibrio ácido-base
- Hormonas: anabólicas y catabólicas
- Proteínas

*Conceptos:*

- **Potencia aerobia:** cantidad de ATP que puede regenerar el sistema por unidad de tiempo, es decir, la tasa de suministro de energía. Su indicador es el Consumo Máximo de Oxígeno (VO<sub>2</sub>MAX). Se evalúa mediante la medición o estimación del consumo máximo de oxígeno (MVO<sub>2</sub>).
- **Resistencia Aerobia:** porcentaje del MVO<sub>2</sub> manteniendo en el tiempo más cercano al umbral anaerobio. Se evalúa mediante el tiempo del UMAN.
- **Capacidad aerobia:** máxima cantidad de oxígeno que el organismo puede extraer de la atmósfera y utilizar en los tejidos. Desde el punto de vista energético, es la cantidad total de ATP que este sistema (aerobio) puede regenerar independientemente del tiempo que tarde en hacerlo.
- **Evaluación de la vía alactácida:** pruebas destinadas a medir las posibilidades energéticas alactácidas con ejercicios de 6-8 segundos de duración a intensidad máxima (100%).
- **Evaluación de la vía glucolítica:** dedicadas a medir las posibilidades energéticas glucolíticas, que sustentan los esfuerzos musculares que duran de 30-50 segundos, hasta 2-3 minutos con intensidad submáxima (90%) son necesariamente aplicadas en los deportes acíclicos.
- **Evaluación de la vía aerobia:** el predominio aeróbico aparece entre 3-5 minutos después de iniciado el trabajo y se pone a prueba, con trabajos de intensidad moderada (60%).

### Cineantropometría

Engloba a las evaluaciones morfológicas se denomina Cineantropometría que según una definición general es el estudio de la forma, la composición y la proporción humanas, utilizando medidas del cuerpo y su objetivo es comprender el movimiento del hombre con relación al ejercicio, al desarrollo, al rendimiento y a la nutrición.

El origen de la moderna Cineantropometría data de mediados del siglo actual y los inicios formales de esta nueva disciplina se remontan al Congreso Científico Olímpico celebrado en Quebec (Canadá) en 1976 con motivo de los Juegos Olímpicos de Montreal y denominado International Congress of Physical Activity Sciences, aunque los primeros interesados en las medidas humanas se remontan a edades antiguas como los primeros egipcios, griegos, hindúes y romanos. Desde entonces se fueron sucediendo tanto científicos como métodos, hasta llegar a la actualidad con una vasta gama de profesionales dedicados al tema y con una cantidad inusitada de formas, instrumentos y ecuaciones para estimar los componentes del cuerpo humano.

De los pilares básicos que conforman la praxis de la Cineantropometría: el estudio de la Proporcionalidad (comparación con valores estándares), de la valoración del Somatotipo (cuantificación numérica que configura al individuo) y del Fraccionamiento Corporal, este último es posiblemente el más importante y emblemático en el ámbito de la actividad física y el deporte (por cuanto la capacidad del individuo de realizar cualquier tipo de esfuerzo está íntimamente relacionada con la mayor o menor presencia de sus tejidos corporales fundamentales) y en el área de la salud (dado que el exceso principalmente del tejido adiposo trae aparejado el aumento de padecer diversas patologías orgánicas).

Al contrario de lo que sucede con el análisis de la Proporcionalidad Humana, que esta fundamentada en métodos estadísticos, o en la valoración del Somatotipo, para el que se suele utilizar el método antropométrico - matemático de Heath - Carter (1963), la valoración del Fraccionamiento Corporal puede estar basada en muchos métodos que además, son conceptualmente muy diferentes entre sí.

El problema fundamental está en el hecho de que desde los métodos más funcionales como los antropométricos hasta los más sofisticados como pueden ser los químicos, densiométricos, eléctricos, ultrasónicos, radiológicos, etc. aportan innumerables ecuaciones y propuestas metodológicas que, a pesar de tener buena base teórica – científica, no son tan válidos como en principio se puede pensar.

Una clasificación basada en criterios metodológicos, nos permitirá un conocimiento más racional de la validez científica de los métodos más utilizados para la estimación de la composición corporal.

Así, podemos establecer la siguiente clasificación:

- **Métodos Directos:** Disección de cadáveres. El único absolutamente válido, pero con evidentes limitaciones.
- **Métodos Indirectos:** También denominados "in vivo". Se han de considerar así porque para calcular cualquier parámetro (la cantidad de grasa) lo hacen a partir de la medida de otro, como por ejemplo la densidad corporal total, presuponiendo una teórica y constante relación cuantitativa entre ambas variables.

- **Métodos Doblemente Indirectos:** Se han de clasificar de esta manera porque resultan de ecuaciones o nomogramas derivados a su vez de alguno de los métodos indirectos. La Antropometría constituye un buen ejemplo, pues a partir de la medida de algunos parámetros y de la densidad corporal de una población determinada se calcula una ecuación de regresión. Esta, en teoría, permitirá valorar el porcentaje de masa grasa de otros grupos de población, a partir solamente de la medida de sus pliegues cutáneos.

La Antropometría es uno de los métodos más utilizados en la Cineantropometría, que consta de medidas de perímetros musculares, de diámetros óseos, de pliegues cutáneos, de tallas, de peso y de diferentes partes del cuerpo.

## **ANTROPOMETRIA**

La antropometría ha sido definida como una interface cuantitativa entre la anatomía y fisiología o entre la estructura y función. Esta nueva especialidad evalúa a través de mediciones diversas, las características humanas de tamaño, forma, proporción, composición, maduración y estudia los problemas relacionados con el crecimiento y la nutrición.

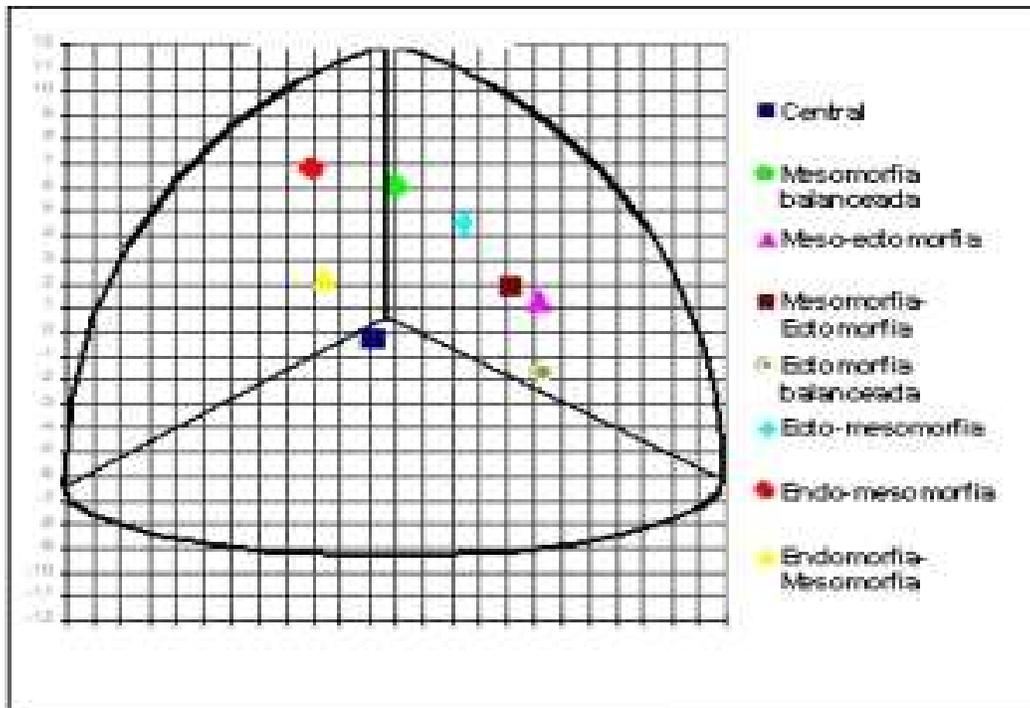
El uso de la Antropometría es primordial para los deportistas o todas aquellas personas que realizan actividad física (en particular) y para toda la población (en general) por diversos motivos que más adelante se detallarán.

- **Somatotipo y somatocarta**

El Somatotipo o biotipo es un método para valorar la morfología del cuerpo que permite distinguir fácilmente la figura exterior del individuo. El Somatotipo permite una clasificación de la forma en escalas que puedan ser expresadas con un simple valor numérico, al haber llegado el autor a la conclusión de que cada individuo posee los tres mismos componentes, pero en distintas proporciones: el endomorfo, el mesomorfo y el ectomorfo

- Endomorfo: Es el primer componente e indica la tendencia a la obesidad.
- Mesomorfo: Es el segundo componente e indica el predominio de la masa músculo-esquelética.
- Ectomorfo: Es el tercer componente e indica un predominio de formas lineales.

La Somatocarta también llamada Somatograma, es un triángulo utilizado para trabajar la representación gráfica bidimensional de los valores numéricos del somatotipo.



- **Proporcionalidad**

El uso de un modelo o ser humano de referencia no es nuevo. Los modelos normativos del cuerpo basados en proporciones "ideales" supuestas, han sido propuestos desde la Edad Antigua Clásica. Están incluidos en los estudios de Anatomía llevados a cabo en el Renacimiento, como se puede observar en el conocido Hombre de Vitruvio de Leonardo da Vinci. Se utilizó la congruencia con el ideal normativo para cuantificar la belleza humana. En este siglo, grandes estudios de población comenzaron a presentar modelos descriptos del ser humano típico. Quizás los más conocidos son el hombre de referencia y la mujer de referencia de Behnke.

- **Protocolo e instrumental**

De forma práctica se mostrarán las localizaciones de los lugares a ser medidos y todo el material necesario para efectuar una antropometría, como ser: calibre de pliegues cutáneos, calibre de diámetros óseos, cinta antropométrica, antropómetro, balanza y tallímetro.

- **Antropometría y deporte**

La masa grasa no proporciona de forma directa energía al individuo, pero sí contribuye al peso que, en la práctica deportiva, hay que movilizar, siendo por tanto un impedimento cuando sobrepasa los valores adecuados. En la mayoría de las especialidades deportivas, los practicantes que presentan una escasa proporción de grasa corporal se hallan en mejores condiciones para lograr el éxito.

Algunos deportes (judo, halterofilia, boxeo, etc.) realizan divisiones de categorías según el peso total, por ende si se excede en el porcentaje adiposo a expensas de la masa muscular se favorece al adversario.

El grado alcanzado de desarrollo muscular dentro de la población deportiva es el mejor determinante del rendimiento físico. La fuerza es una cualidad cada vez más importante en el gesto deportivo, existiendo una relación directa entre la fuerza máxima y la masa muscular (tejido propulsivo).

Aunque la función principal de los músculos es la locomoción, un buen tono muscular protege a los órganos de traumatismos externos y minimiza el riesgo de lesiones deportivas en las articulaciones.

El conocimiento de la grasa corporal es primordial para la planificación de la actividad física y para que el deportista llegue al momento más importante de la competición, con la cantidad idónea de dicho tejido para obtener la máxima performance.

Cualquier oscilación en la masa corporal de un deportista merece atención del entrenador. Con el entrenamiento de fuerza cabe esperar un aumento de la masa muscular debido a la hipertrofia de la musculatura, pero la masa corporal podría haber aumentado debido a un incremento de la masa adiposa, relacionada con un exceso en la ingesta calórica. Es posible que un programa de entrenamiento no produzca cambios en la masa corporal total, pero que sí modifique la composición corporal, aumentando la proporción del tejido muscular y disminuyendo la proporción de tejido adiposo.

La localización de la grasa en diferentes regiones corporales necesita un estudio particular. Primeramente la distribución difiere en la mujer (ginoide) del hombre (androide). También existe en algunas especialidades deportivas cierta tendencia a la concentración en distintos lugares del cuerpo (natación y ciclismo, en los miembros inferiores). El estudio de los cambios regionales de la composición corporal permite evaluar más específicamente las adaptaciones experimentadas en respuesta al entrenamiento (la masa muscular aumenta como consecuencia del entrenamiento de fuerza y, en menor medida, al de resistencia, en cambio un programa para descender el tejido adiposo se centra en actividades de preponderancia aeróbica). La distribución regional del exceso de tejido adiposo tiene grandes resultados metabólicos y puede ser un factor más importante que la masa adiposa total. Por ejemplo una persona con un exceso de grasa localizada principalmente en la región abdominal tiene un mayor riesgo de presentar hipertensión, diabetes y coronariopatía isquémica que otra persona con un exceso de grasa en la zona glútea. Así, pues, en el contexto del mantenimiento de la salud no sólo interesa cuantificar el exceso de masa adiposa sino que también es primordial determinar el patrón de distribución regional de la grasa corporal.

Múltiples estudios han demostrado que existe una relación directa entre la pérdida de masa ósea, ya sea debida al envejecimiento o a alguna enfermedad metabólica, y el riesgo de sufrir fracturas óseas. En actividades de preponderancia aeróbica, donde se producen muchos impactos contra en suelo, es indispensable la valoración de la masa ósea y su variación a lo largo de las sesiones o entrenamientos.  
Etc.

- **Antropometría y salud**

El exceso de tejido adiposo afecta a la salud. Es un hecho bien comprobado que la obesidad acorta la existencia y por ello las compañías aseguradoras sólo admiten el contrato de seguros de vida con obesos mediante sobreprima. La hipertensión arterial, las enfermedades cardiovasculares (ateriosclerosis, infarto de miocardio) y la diabetes se dan con mucha mayor frecuencia en obesos.

Los reumatismos degenerativos y deformantes de las articulaciones de las rodillas y de la cadera puede decirse que son regla en todos los grandes obesos de mediana edad. La insuficiencia respiratoria y la litiasis biliar son también muy frecuentes. Existe un mayor riesgo en las operaciones y, según las estadísticas, hasta los accidentes laborales y de tráfico son más comunes en las personas con sobrepeso.

Estados de delgadez intensos y desnutrición grave pueden ocasionar trastornos menstruales o acompañar a numerosas enfermedades, especialmente las infecciones severas y prolongadas, las afecciones digestivas y algunos procesos endocrinológicos (diarreas crónicas, diabetes juvenil, hipertiroidismo, etc.).

## **Bioquímica del ejercicio**

Fuentes de energía para la actividad muscular



Clasificación metabólica según las necesidades de oxígeno:

- No requieren oxígeno
  - Creatinfosfato
  - ATP
  - Carbohidratos
- Requieren oxígeno
  - Carbohidratos
  - Lípidos
  - Proteínas
- **Potencia de una vía metabólica:** evalúa la velocidad de transformación de energía en un proceso dado. Mide la cantidad de ATP utilizado por unidad de tiempo.
- **Capacidad de una vía metabólica:** refleja las reservas generales de las sustancias energéticas o la cantidad de ATP que puede suministrar para cubrir las necesidades de un trabajo físico continuado.

Vía de los componentes fosfomacroenergéticos:

- Constituidos por el creatinfosfato (CrP) y el ATP
- El almacén se encuentra en el tejido muscular y es muy limitado
- La potencia de la vía es elevada, pero de muy breve duración 6-8 seg
- La capacidad de la vía es muy baja, hasta 15-20 segundos
- La recuperación de los almacenes después del esfuerzo demora 0.5-3 minutos
- El desarrollo de la vía se mejora con el entrenamiento
- La supercompensación de la vía demora aproximadamente 10 minutos
- Es controversial el efecto de la dieta o suplementos farmacológicos (creatina, fosfatos, ATP) sobre la mejoría de la vía
- No requiere de la presencia de O<sub>2</sub> (anaerobia)
- No hay producción de lactato (alactácido)
- La vía recibe el nombre de “anaerobia alactácida”
- Caracteriza trabajos de fuerza rápida y velocidad

La vía anaerobia alactácida: se puede detectar mediante:

- Biopsia muscular: es un método costoso y cruento o invasivo, requiere la obtención de micromuestras de tejido muscular. No va a representar lo ocurrido en todas las fibras musculares y no es conveniente repetirla con frecuencia. Es preferible su uso en la selección de talentos
- Resonancia magnética nuclear con detectores de fosfato: es un método aún más costoso. No es invasivo. Dificultad con la utilización de equipos metabólicos por la actividad magnética. Solo por condiciones de laboratorio. Puede ser el futuro más promisorio de control de la vía.
- Creatina en sangre: es un método poco costoso; poco invasivo (requiere poco volumen de sangre). Por ser el resultado o producto final de la reacción de regeneración del ATP puede brindar información de la utilización de la vía.
- Creatinfosfoquinasa en sangre: es un método poco costoso e invasivo. Por ser la enzima que cataliza la reacción de regeneración ATP, podría brindar información de la utilización de la vía. En los últimos años es utilizado como indicador de lesión muscular en el deporte y de adaptación a las cargas físicas intensas.
- Ácido láctico en sangre: método poco invasivo, poco costoso. Su incremento indica insuficiencia en el aporte energético por parte de los compuestos fosfomacroenergéticos.

Desarrollo de la potencia aláctica:

- Intensidad: del 95 al 110 % del máximo.
- Características del entrenamiento: Utilización de cargas de breve duración.
- Recuperación: De 120 a 180 segundos (2 a 3 min) luego de cada repetición y de 6 a 8 minutos luego de cada serie. El 70 % de las reservas energéticas se recuperan en 1 minuto y el 100 % se alcanza a los 3 minutos
- Factores de los que depende: De la actividad enzimática. En el caso de fatiga se aumentará el tiempo de recuperación y como norma el tiempo real de trabajo debe oscilar entre 3 y 6 minutos.

Desarrollo de la capacidad aláctica:

- Características del entrenamiento: Utilización de cargas para resistencia del sistema de 5 a 20 segundos.
- Intensidad: del 95 al 100 % de acuerdo a la duración de la carga.
- Recuperación: De 60 a 180 segundos (1 a 3 min) entre repeticiones y de 6 a 8 minutos entre series.
- Factores de los que depende de las reservas de CrP

Vía anaerobia de los carbohidratos, sistema del ácido láctico:

- No requiere de oxígeno (anaerobia)
- El producto final es un metabolito intermedio de la glicolisis: el ácido láctico (lactácida).
- Sus almacenes se encuentran en el glucógeno muscular y hepático y en la glucosa circulante en sangre.
- a potencia de la vía es elevada: hasta 30 - 60 segundos, aunque inferior a la de los fosfógenos
- La capacidad de la vía es baja: hasta 3 minutos
- La remoción del lactato, cuando son valores muy altos, puede demorar aproximadamente 60 minutos
- El desarrollo de la vía se puede alcanzar con entrenamiento
- Caracteriza a trabajos de resistencia a la velocidad o resistencia de corta y media duración
- La vía recibe el nombre de "anaerobia lactácida"

Desarrollo de la potencia láctica:

- Características del trabajo: Utilización de cargas de breve duración, de 20 segundos a 1.5 minutos
- Intensidad del trabajo: Del 95 al 100 % de acuerdo con la duración de la carga.
- Recuperación: Amplia. Por carga de 20 segundos, de 2 a 5 minutos de recuperación, por cargas de 60 segundos, de 5 a 15 min.

Desarrollo de la capacidad láctica:

- Características del trabajo: Utilización de cargas de 1.5 a 3 min.
- Intensidad: Del 90 al 95 % de acuerdo con la duración del trabajo.
- Recuperación: Entre cada repetición 2 a 5 minutos y entre series de 8 a 15 min (recuperación cardio respiratoria). El volumen efectivo de trabajo de cada serie debe oscilar entre 2 a 4 min. El volumen efectivo de trabajo de la sesión debe oscilar entre 10 y 12 min.

Las vías aerobias de obtención de energía:

- Requieren la presencia de Oxígeno (aerobia).
- Los almacenes son:
  - Carbohidratos: Glucógeno y glucosa
  - Lípidos: Triglicérido en el adipocito y los Ácidos grasos libres circulantes en la sangre.
  - Proteínas: Proteínas plasmáticas y tisulares. Aminoácidos glucogénicos.
- La potencia de la vía es baja
- Capacidad de la vía, lípidos y proteínas: varias horas o días.
- La recuperación de los almacenes demora aproximadamente

- (con ingestión de CH) Carbohidratos: 12 - 48 horas
- Lípidos: 3 – 24 horas
- Proteínas: 24 - 72 horas
- No hay acumulación significativa
- de ácido láctico. El desarrollo de la vía mejora con
- el entrenamiento La vía recibe el nombre de
- "aerobia". Caracteriza trabajos de
- resistencia de media y larga duración.

### **Métodos bioquímicos de control de la vía aerobia**

Estos dependerán del sustrato de interés en el análisis para evaluar los carbohidratos, los más utilizados son:

- La glucosa en sangre: La disminución de sus niveles puede dar Información de agotamiento de esta reserva (glucógeno), de la demora en la utilización de los lípidos, o ambas.
- Ácido láctico en sangre: No debe haber incremento en sus valores si las vías aerobias han sido correctamente utilizados.
- Balance ácido – básico: No debe haber cambios significativos del pH o de la reserva alcalina (Bicarbonato, base - buffer).
- Triglicéridos en sangre: Su incremento en sangre demuestra que ha comenzado la lipólisis por salida del adipocito.
- Ácidos grasos libres (AGL) en sangre: Pueden estar incrementados o disminuidos en dependencia del momento de la toma de muestra. La disminución indica más oxidación de los AGL por el tejido muscular.
- Glicerol en sangre: Es el mejor indicador de la lipólisis, ya que de los sustratos del metabolismo es el que no es utilizado inmediatamente en el tejido muscular. Su incremento refleja la movilización de los lípidos durante la actividad física de forma más precisa que los anteriores.
- Debe realizarse control con las tres variables simultáneamente lo que debe dar un cuadro más exacto del catabolismo de los lípidos.

### **Desarrollo de la potencia aeróbica**

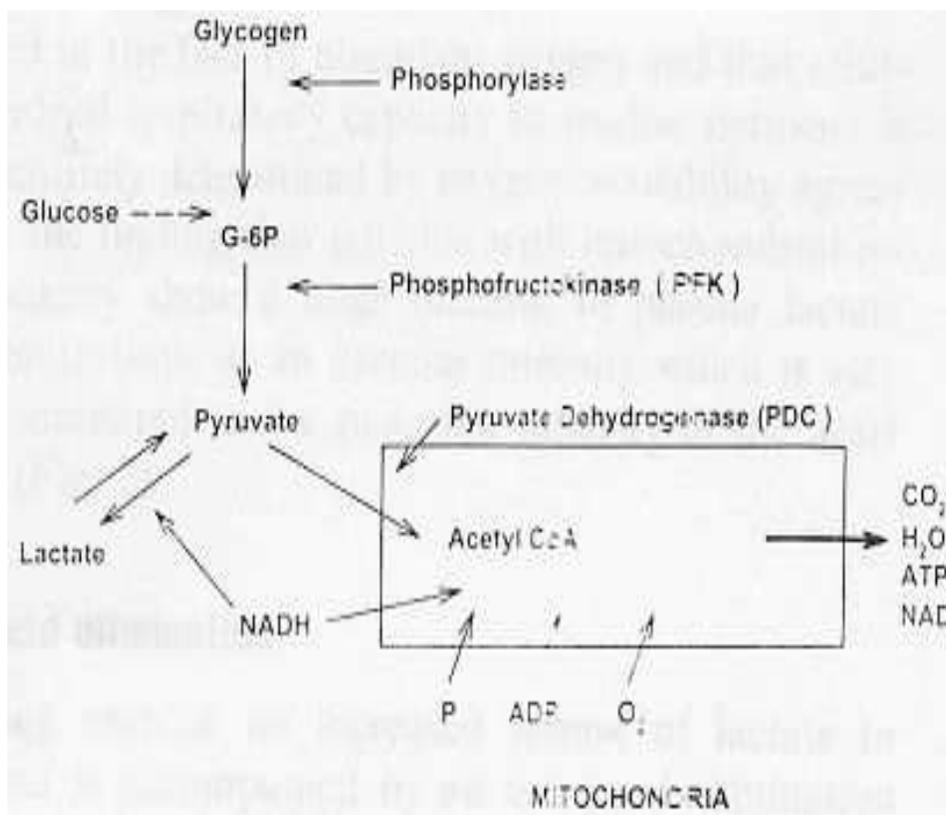
- Características de la carga: Cargas de 3 a 7 minutos de duración (hasta 15 min según otros autores).
- Intensidad del trabajo: Del 80 al 85 % (hasta el 95%) de la F. C. máxima.
- Recuperación: Activa. Para cargas de duración de 5 a 6 min., la recuperación será igual al 75 % de la carga. Para cargas de 10 minutos o más hasta un 50 % de la duración de la carga.

## Desarrollo de la capacidad aerobia

- Características del trabajo: Cargas de más de 15 minutos.
- Intensidad de la carga: Al 70 % de la intensidad máxima en función de la distancia.
- Recuperación: No necesita recuperación funcional.
- Factores de los que depende: Depende del aprovisionamiento de oxígeno que es prácticamente ilimitado y del sistema endocrino.

## Concentración de lactato en sangre

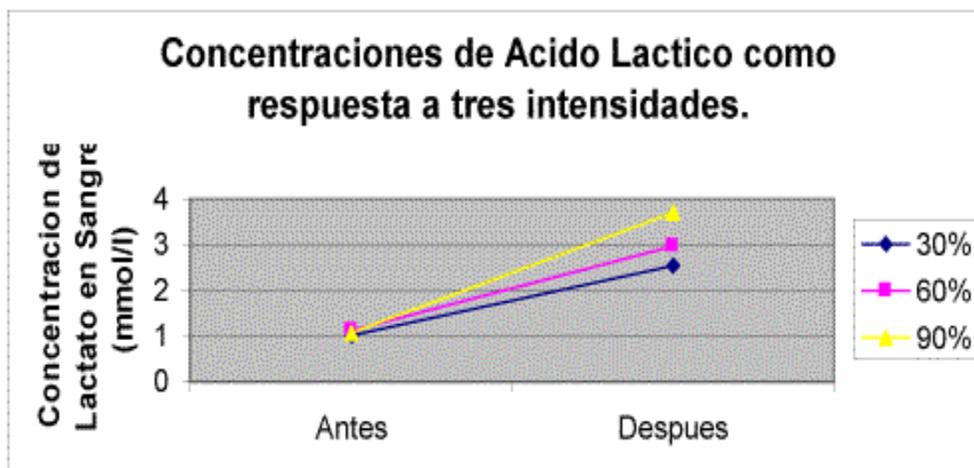
El lactato es sólo un intermediario en la oxidación de carbohidratos que se libera en el torrente sanguíneo desde las células musculares en una cantidad que depende de la tasa de producción y remoción del piruvato. El metabolismo de los carbohidratos en el músculo, en donde el piruvato en el sarcoplasma y la mitocondria es el determinante de la cantidad de lactato liberado a la sangre.



Esquema del metabolismo de los carbohidratos.

El nivel de lactato se puede medir fácilmente en una pequeña gota de sangre obtenida del lóbulo de la oreja o un dedo, se dice que debido a la habilidad del organismo de remover el ácido láctico está relacionada directamente con la concentración del mismo, el atleta debe experimentar altos niveles de lactato circulando (10mmol/l o más) de modo que se desarrolle el mecanismo de remoción del lactato. En otras palabras la concentración de lactato en la sangre es uno de los factores que desencadenan el proceso de remoción del mismo por lo que se deben alcanzar altos niveles del mismo antes de que se inicie la remoción o resíntesis del mismo.

La medición de la concentración de lactato en sangre ha ganado popularidad en los últimos 20 años y muchos procedimientos distintos se han utilizado para obtener el umbral de lactato, que es el punto donde la curva que se forma al relacionar la intensidad del ejercicio y la concentración de lactato en sangre, aumenta con mayor tasa o velocidad (el vértice o ángulo). No en todos estos procedimientos, se han encontrado resultados favorables en cuanto a la confiabilidad que se tenga de que este punto sea representativo del momento en que se sobrepasa la capacidad de resíntesis del lactato por la producción del mismo.



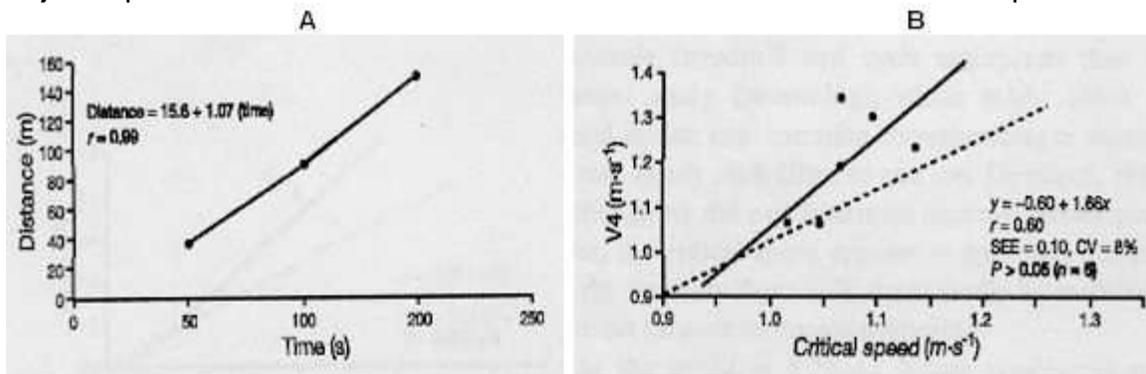
Concentraciones de Lactato en sangre antes y después de series de flexión de bíceps femoral a tres distintas intensidades.

El síndrome de fatiga crónica es una enfermedad debilitante de diversa sintomatología en la que el diagnóstico carece de una prueba de laboratorio por lo que se requiere de agrupar criterios clínicos. Se utilizaron pruebas de lactato y  $VO_2$ max para tratar de determinar si 34 pacientes de un mismo medico presentaban alguna deficiencia o diferencia a nivel fisiológico, encontrando que no hay una diferencia significativa en  $VO_2$ max ni en el metabolismo del lactato, apoyando la teoría de que la utilización del lactato como parámetro fisiológico de la intensidad del ejercicio es confiable aún ante patologías establecidas como el síndrome de fatiga crónica.

## Umbral de lactato

El término más común para describir la respuesta del lactato sanguíneo al ejercicio es el umbral anaeróbico que representa la mayor intensidad de trabajo a la que se da el balance entre la producción y remisión de lactato; o como se dijo antes, el punto al que la curva se dobla.

Ejemplo: En natación se establece que trabajar a una concentración de 4 mM/litro en sangre es un punto crítico con respecto a la velocidad crítica de nado, y que corresponde al umbral anaeróbico. Miden a un grupo de nadadores de entre 10 y 12 años de edad con, de los cuales 10 son principiantes (4 niños y 6 niñas) y 6 entrenados (3 niñas y 3 niños) y les calculan la velocidad crítica (velocidad a la que se puede terminar la prueba con un esfuerzo máximo sin agotarse) obteniendo la relación lineal entre tiempo y distancia (distancia entre tiempo) de tres pruebas máximas de 50m, 100m y 200m de libre frontal y lo relacionan con la velocidad obtenida al nadar a una concentración de 4 mM/litro de lactato en sangre, encontrando que no hay relación significativa entre la velocidad crítica calculada matemáticamente y la que se da a una concentración de lactato de 4 mM/litro, en la grafica se observan en el gráfico A la velocidad crítica en m/s para cada una de las pruebas máximas de 50m, 100m y 200m, y en el gráfico B se sobrepone a la anterior (punteada) la obtenida al nadar a una concentración de 4mmol/l de lactato en sangre (continua), mostrando una diferencia significativa, por lo que Denadai et al (2000) concluyen que establecer un dato tan generalizado como este (4mmol/l de lactato sanguíneo) no es lo suficientemente objetivo para nadadores de 10 a 12 años en distintos niveles de desempeño.

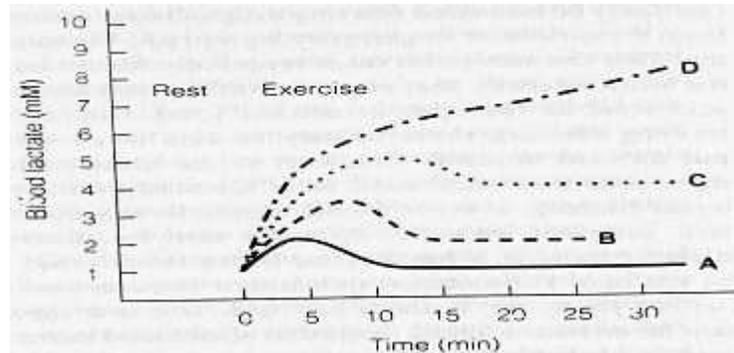


Velocidad Crítica calculada (A) y Velocidad Crítica calculada en relación a la Velocidad a 4 mmol/l de lactato (B).

## Protocolos de prueba de esfuerzo

A la hora de hacer mediciones de concentración de lactato se necesita que el participante realice una prueba de esfuerzo máxima o sub-máxima de tipo escalonado

o constante, para que se puedan observar los cambios respectivos en la concentración de lactato en las muestras de sangre, para esto existen diferentes pruebas con distintos protocolos.



En la se muestran 4 protocolos en los que la elevación inicial del lactato en sangre fue leve y se recupera rápido (a), una elevación moderada en la que no se recupera completamente (b), una elevación alta en que la disminución posterior es leve (c) y una elevación máxima en la que la concentración de lactato aumenta continuamente y no se recupera ni disminuye (d).

### Características electrocardiográficas del individuo entrenado

- o Electrocardiograma: es el registro indirecto de los potenciales eléctricos producidos por el corazón durante su actividad. Consta de doce derivaciones, que son el resultado de la exploración indirecta del órgano desde distintos planos.
- o Los síndromes eléctricos observados en los deportistas tienen una etiología común: El esfuerzo físico, con la característica de que el deportista esta asintomático, las alteraciones desaparecen durante un esfuerzo físico y al retirarse de la vida activa y las de ser un hallazgo electrocardiográfico detectado durante un examen de rutina.
- o El electrocardiograma de los deportistas se caracteriza por presentar
  - o **Arritmia sinusal:** Cambios del tono vagal a nivel central provocados por la influencia de los movimientos respiratorios
  - o **Bradicardia sinusal:** Se plantea que es producida por aumento del tono vagal, disminución del tono simpático o por ambos
  - o **Extrasístoles aislados**
  - o **Taquicardia sinusal.**
  - o **Ondas R** elevadas en precordiales izquierdas, principalmente en V4.
  - o **Ondas S** profundas en precordiales derechas (V1-2)
  - o **Ondas T:** Elevadas y asimétricas de V2 a V5, con predominio en V2-4.

- Su origen se atribuye a un aumento de volumen de llene diastólico del ventrículo izquierdo o como resultado de la vagotonía presentada por los atletas.
  - Índice de Sokolov elevados
  - Bloqueo incompleto de la rama derecha del haz de His
  - Bloqueos aurículo-ventriculares
  - Trastornos de la repolarización ventricular
  - Síndrome de preexcitación
- Trastornos de la repolarización ventricular
  - Trastornos menores de la repolarización
    - ondas T aplanadas en DII
    - invertidas en DIII
    - ligero desnivel del segmento ST en aVF con T bifásica o ligeramente invertida
    - T isoeletrica o invertida en V5-6.
    - En ocasiones existe aplanamiento de la onda T en todas las derivaciones
  - Trastornos mayores de la repolarización
    - Inversión de la parte final de la onda T o inversión completa de la misma, acompañado o no de desplazamientos del segmento ST. "PSEUDOISQUEMIA DEL DEPORTISTA".
    - Teorías señaladas como causas más frecuentes de los trastornos mayores de la repolarización ventricular
      - Procesos infecciosos agudos o crónicos
      - Las alteraciones metabólicas (principalmente potasio)
      - Los estados de tensión (stress) emocionales
      - Las cargas de entrenamiento que sobrepasan las posibilidades funcionales del sistema cardiovascular.
      - Cargas de entrenamiento que sobrepasen las posibilidades del deportista por él no encontrarse suficientemente preparado para su asimilación
- Deportes aeróbicos
  - Ondas R elevadas en V5-6.
  - Ondas S normales en V1-2.
  - Eje de QRS en  $90^{\circ}$ .
  - Índice de Sokolov en más de 45 cm
- Deportes anaeróbicos

- Ondas S profundas en V1-2.
  - Ondas R normales o de bajo voltaje en V5-6.
  - Índice de Sokolov dentro de límites normales
- 
- Deportes mixtos
    - Presentan mezcla de los signos observados en los dos grupos anteriores.

## **Ultrasonido**

### *Historia*

En el año 1883, Galton investigó los límites de la audición humana, fijando la frecuencia máxima a la que podía oír una persona. Llegó a la conclusión de que los sonidos con frecuencias inaudibles por el ser humano, presentaban fenómenos de propagación similares al resto de las ondas sonoras, aunque con una absorción mucho mayor por parte del aire.

A partir de entonces, se empezó a investigar en temas relacionados con la generación de ultrasonidos: Los hermanos Curie descubrieron la piezoelectricidad en 1880. Fueron Lippmann y Voigt en la década de los 80 del siglo XIX quienes experimentaron con el llamado efecto piezoeléctrico inverso, aplicable realmente a la generación de ultrasonidos, como veremos.

En 1883, Galton conocía la existencia de ultrasonidos a partir de los estudios realizados para la obtención del espectro audible por el ser humano; así se desarrolló el primer generador mecánico de ultrasonidos, que no tuvo ninguna aplicación salvo un silbato para perros.

A lo largo del siglo XX, se han producido grandes avances en el estudio de los ultrasonidos, especialmente en lo relacionado con aplicaciones: acústica subacuática, medicina, industria, etc. Concretamente, Langevin lo empleó durante la primera guerra mundial para sondeos subacuáticos, realizando un sencillo procesado de las ondas y sus ecos. Richardson y Fessenden, en la década de los años 10 idearon un método para localizar icebergs, con un procedimiento similar al utilizado hoy en día (método de impulsos, lo veremos). Mulhauser y Firestone, entre 1933 y 1942 aplicaron los ultrasonidos a la industria y a la inspección de materiales.

En el campo de la medicina la ultrasonografía apenas lleva 40 años de investigación y uso, en los cuales los avances son espectaculares. Durante la Segunda Guerra Mundial y a causa de necesidades bélicas se producen avances en el estudio de este campo y nuevas aplicaciones gracias a Bergmann. Así en este periodo y siguientes se obtienen nuevos medios de radar mediante la modulación de impulsos con ultrasonidos. Además

se desarrollan métodos no destructivos para controlar la homogeneidad de diversos materiales. Esto sirve para que tras desarrollar un aparato capaz de detectar fallos de homogeneidad, Dussik en 1942 consiga diagnosticar masas tumorales en el cerebro.

En los sesenta se llegan a los 100 Ghz ,se descubren nuevos materiales piezoeléctricos como el PVDF (difloruro de Polivinilidano) y aparece el método B de exploración bidimensional; es por entonces cuando se incorporan de manera continua los equipos ultrasónicos (sobre todo los ecógrafos) como medios médicos de interpretación de información (imágenes y datos).En los 80 aparecen los primeros transductores y sistemas de ecocardiografía en tres dimensiones. En estos últimos años se esta desarrollando la ecografía en 4d cuya visualización es a tiempo real y a color. El ultrasonido es una onda acústica que se transmite a través de un medio físico cuya frecuencia está por encima del límite perceptible por el oído humano (aproximadamente 20KHz). Las frecuencias utilizadas en la práctica pueden llegar, incluso, a los gigahertzios.En cuanto a las longitudes de onda, éstas son del orden de centímetros para frecuencias bajas y del orden de micras para altas frecuencias.

Estas ondas sonoras son vibraciones mecánicas de la materia que se transmiten en forma de ondas de presión. Los ultrasonidos se propagan en forma de ondas longitudinales cuya dirección de propagación coincide con la de vibración

Este tipo de ondas sonoras son inaudibles por los seres humanos pero no por otras especies animales. De hecho, especies como los murciélagos pueden emitir ultrasonidos que usan a modo de radar para orientarse exactamente lo mismo ocurre con los delfines y otros cetáceos. El uso de los ultrasonidos es enorme y su campo de utilización amplísimo, tanto en el ámbito industrial (medición de distancias, caracterización interna de materiales, guiado, sondeo, tratamiento de productos alimenticios, esterilización de instrumentos...), como en medicina (diagnostico y tratamiento).

## **Principios Físicos**

**Sonido:** Vibración mecánica que oscila en la franja audible entre 16 y 20.000 ciclos por segundo. El sonido posee propiedades ondulatorias, a semejanza de las ondas electromagnéticas como la luz, y presenta efectos diversos de interacción con el medio, tales como refracción, reflexión, atenuación, difracción, interferencia y emisión. Las características del fenómeno sonoro están relacionadas con su fuente de producción y su medio de propagación.

## **Ultrasonido**

- Se utiliza para describir los sonidos que tienen una frecuencia por encima del nivel del sonido audible para el humano. Al igual que el sonido, los ultrasonidos viajan a través de un medio con una velocidad definida y en forma de una onda.

- El diagnóstico del ultrasonido depende del medio físico en el que el sonido se propaga y de cómo las ondas ultrasónicas interactúan con los distintos tejidos del cuerpo humano que atraviesan.
- El rango normal de audición humana está aproximadamente entre 20 Hz a 20.000 Hz. El ultrasonido es cualquier sonido con la frecuencia más alta (por lo que no es audible para el oído humano).
- El tiempo necesario para que el ultrasonido recorra la distancia hasta el objeto reflector y vuelva al receptor es directamente proporcional a la distancia entre ambos. En consecuencia el sonar permite detectar la dirección y la distancia.
- La transmisión del sonido exige de materia para transmitirse, no lo pueden hacer en el vacío como las ondas electromagnéticas. Los rayos X pueden viajar en el vacío. La transmisión del sonido exige la presencia de materia.
- En ecografía la fuente productora del sonido es un cristal piezoeléctrico.
- Las ondas sonoras se representan como ondas sinusoidales que representan las compresiones y descompresiones en un instante de tiempo.

### *Frecuencia*

- Número de ciclos u oscilaciones completos en la unidad de tiempo (s). La unidad de medición es el hertzio (Hz), un Hz es igual a 1 ciclo por segundo.

### *Longitud de onda*

- La distancia desde una cresta a la siguiente, desde un valle al siguiente, o desde cualquier punto de la onda sinusoidal al mismo punto de la onda siguiente. Cuando se modifica la frecuencia también se modifica la longitud de onda. La longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales para una misma velocidad.

### *Amplitud*

- Una onda sónica se acompaña de fluctuaciones de presión cuando viaja a través de un medio. A la magnitud de la presión que ejerce la onda sónica denominamos amplitud. Podemos decir entonces que la amplitud representa la intensidad de la onda sonora correspondiente a la deflexión máxima de las partículas del medio de transmisión.

### *Terminología*

- **Ecogénico:** se refiere a un órgano sólido o lesión sólida, se ve de un gris intenso a menos intenso en US. Ej: Hígado, bazo, páncreas, etc.
- **Ecolúcido:** se refiere a una estructura o lesión líquida, se ve negra en US. Ej: vesícula, vasos abdom.
- **Hiperecogénico:** se refiere a una estructura o lesión sólida, se ve blanco en US. Ej: seno renal, litiasis, etc.
- **Hipoecogénico:** se refiere a una estructura o lesión sólida, se ve gris menos intenso. Ej: parénquima renal.

- **Imagen compleja:** lesión que contiene elementos ecogénicos (sólidos) y ecolúcidos (líquidos) en su interior. Ej Abscesos, lesiones necrosadas.
- **Imagen en Seudoriñón:** se describe en los tumores del aparato digestivo por su similitud a la imagen del riñón.
- **Hipoecoico:** cuando se ve más oscura.
- **Anecoico:** cuando es totalmente negra. El líquido por ejemplo.
- **Refuerzo acústico:** significa que los tejidos profundos a una lesión se ven resaltados (hiperecoicos). Esto se da cuando el haz de sonido tiene un cambio brusco de velocidad y nos indica que la lesión tiene contenido líquido.
- **Sombra acústica:** el sonido es totalmente absorbido y reflejado en una lesión, por lo que no llega a los tejidos distales, dando una imagen negra en la pantalla. Los cálculos



### Aplicación de los ultrasonidos en medicina

Si bien se conocía la existencia de este fenómeno desde finales del siglo XIX, no fue hasta aproximadamente unos 60 años cuando se empezó a investigar y utilizar con fines biomédicos. El uso de los ultrasonidos en medicina es muy amplio y satisfactorio y se divide en dos áreas: la terapia y el diagnóstico.

La técnica más conocida, sin ninguna duda, es la ecografía, pero existen otras muchas como la litotricia, desinfección de herramientas, técnicas fisioterapéuticas etc..

Algunas de sus ventajas son:

- Mínimamente invasivo
- Fácil y rápida adquisición
- Repetitividad y Reproductibilidad
- No tiene efectos secundarios relevantes
- Bajo coste
- Alta innovación tecnológica

- Muy accesible
- Prototipos portátiles
- Imágenes estáticas, e imágenes dinámicas con movimiento
- Multitud de tipos de estudios en cada área de aplicación

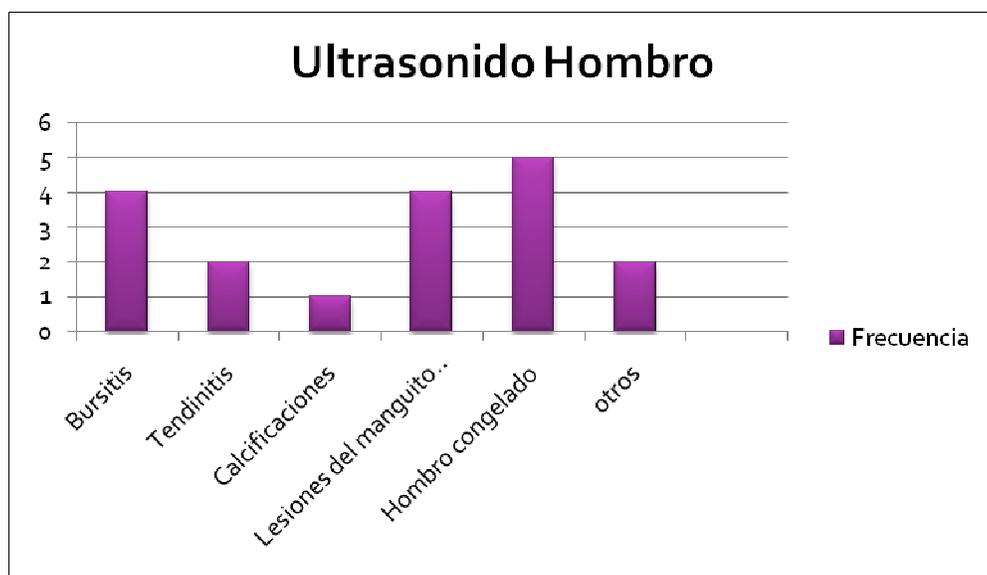
Tratamientos con ultrasonidos están contraindicados en:

- Zonas isquémicas.
- Trastornos de la sensibilidad.
- Inflamaciones agudas.
- Tumores.
- Abdomen en embarazo.
- Globos oculares, cerca de los oídos y cerebro

Tabla No. 1  
Ultrasonido Hombro  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

Lesión	Frecuencia
Bursitis	4
Tendinitis	2
Calcificaciones	1
Lesiones del manguito rotador	4
Hombro congelado	5
Otros	2
<b>Total</b>	<b>18</b>

Grafica No. 1  
Ultrasonido Hombro  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

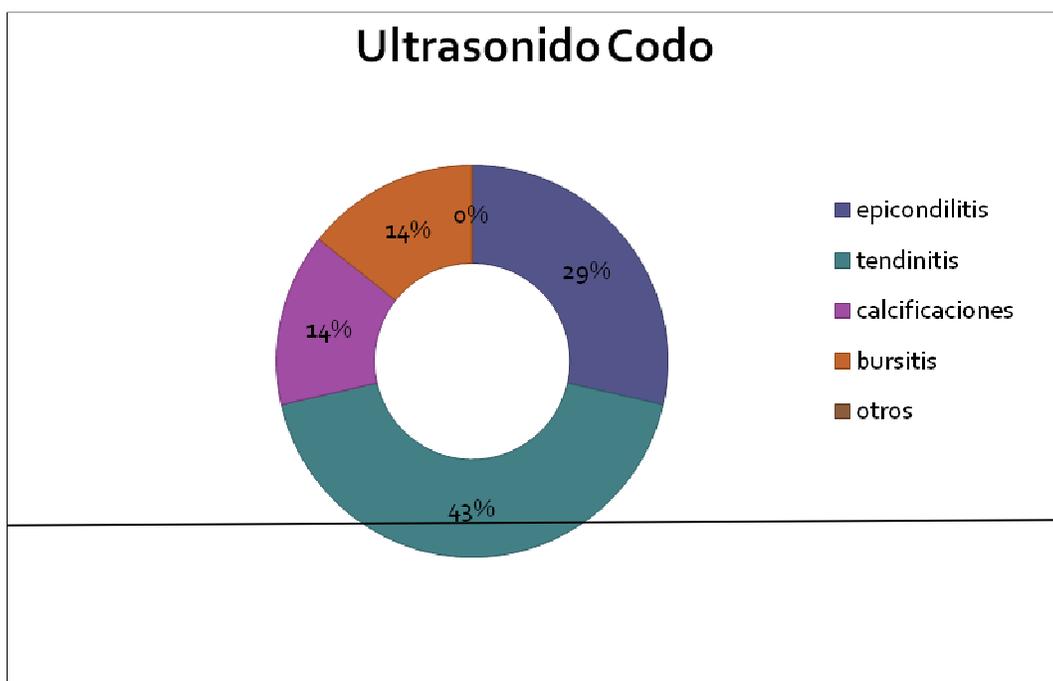


**Análisis:** en los ultrasonidos de hombro realizados tanto en el Instituto de Medicina del Deporte y en el Hospital Frank País, obteniendo una mayor incidencia de pacientes con cuadro de hombro congelado, esto se debe a una falta de movimiento en dicha articulación, en la bursitis se encuentra líquido articular en la bursa subdeltoidea, principalmente.

Tabla No. 2  
Ultrasonido Codo  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

Lesión	Frecuencia
Epicondilitis	2
Tendinitis	3
Calcificaciones	1
Bursitis	1
Otros	0
<b>Total</b>	<b>7</b>

Gráfica No. 2  
Ultrasonido Codo  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012



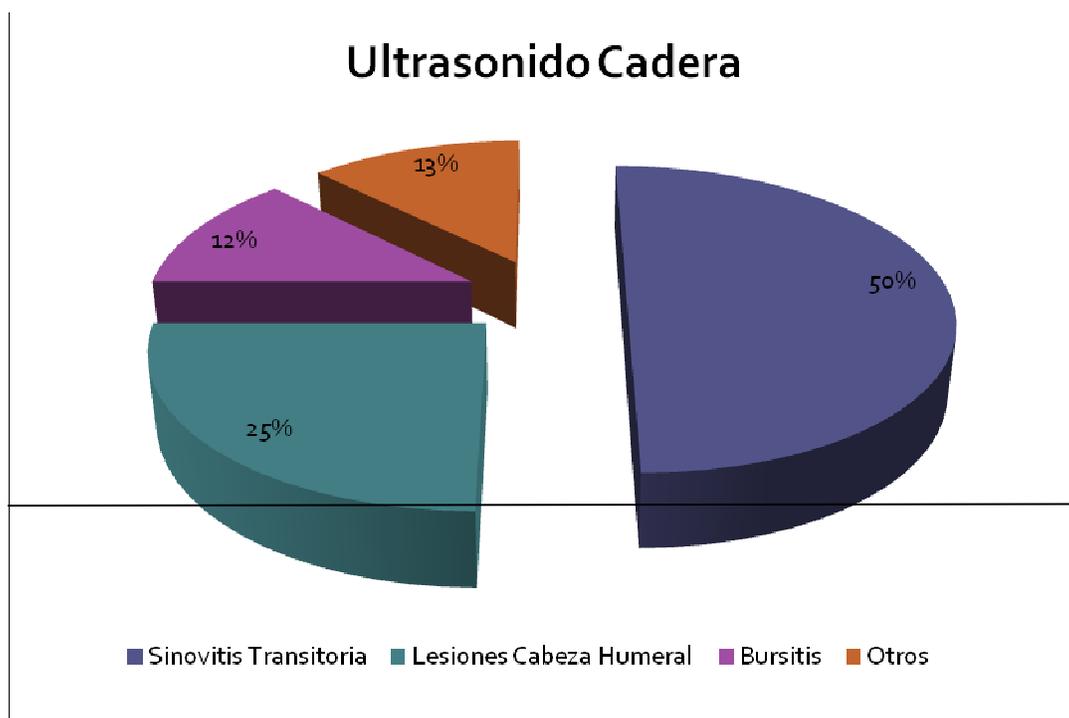
**Análisis:** Se encontró que en un 43% la tendinitis fue la patología más frecuente en los ultrasonidos realizados en el Instituto de Medicina del Deporte y el hospital Frank País,

seguida de las epicondilitis en un 29%, en un menor porcentaje se encontraron las calcificaciones y las bursitis.

Tabla No. 3  
Ultrasonido Cadera  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

Lesión	Frecuencia
Sinovitis transitoria	4
Lesiones cabeza humeral	2
Bursitis	1
Otros	1
<b>Total</b>	<b>8</b>

Gráfica No. 3  
Ultrasonido Cadera  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012



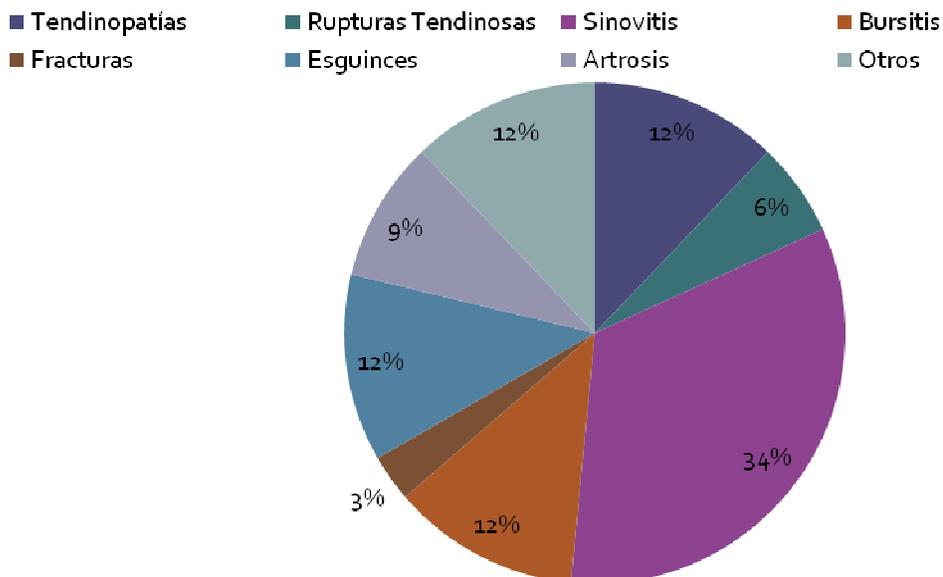
**Análisis:** La patología más frecuente encontrada en los ultrasonidos de cadera fue la sinovitis transitoria en un 50%, la mayoría de estos pacientes eran niños varones. En un 25% se encontraron lesiones de la cabeza humeral, las bursitis se encontraron en un 12 % y otras patologías como la artritis séptica y osteomielitis se encontraron en menor porcentaje.

Tabla No. 4  
Ultrasonido Rodilla  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

<b>Lesión</b>	<b>Frecuencia</b>
Tendinopatías	4
Rupturas tendinosas	2
Sinovitis	11
Bursitis	4
Fracturas	1
Esguinces	4
Artrosis	3
Otros	4
<b>Total</b>	<b>33</b>

Gráfica No. 4  
Ultrasonido Rodilla  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

## Ultrasonido Rodilla

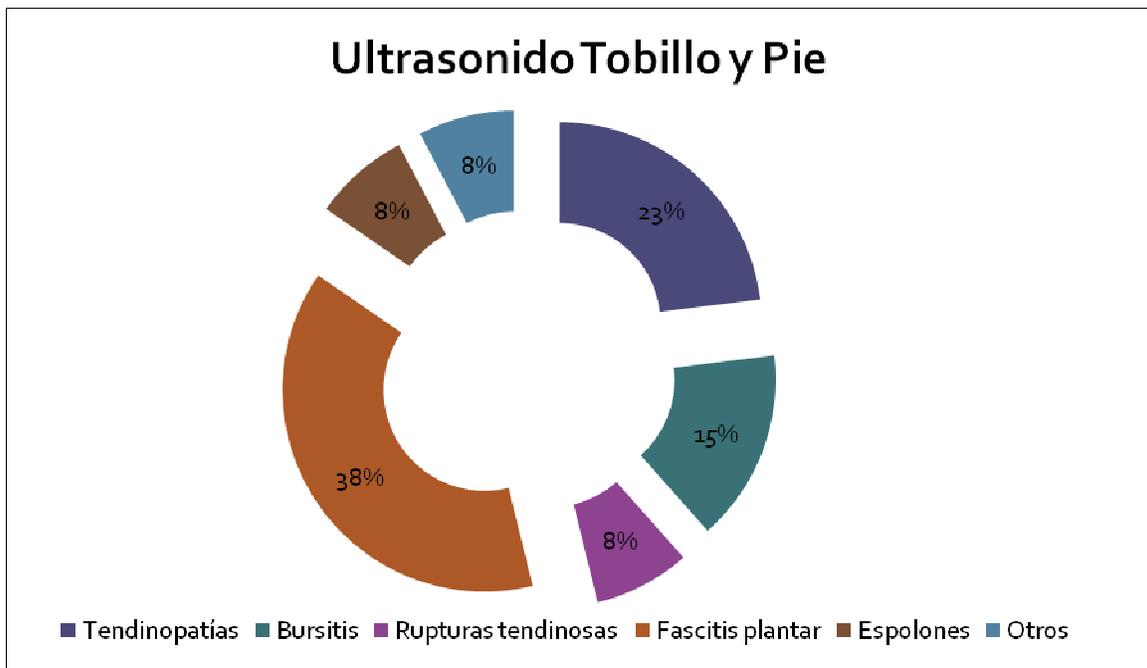


**Análisis:** de las patologías más frecuentes encontradas en los ultrasonidos de rodilla, la sinovitis fue la que obtuvo un mayor porcentaje (34%), seguida de las bursitis, tendinopatías, artrosis y esguinces, todos con un porcentaje de 12%, las fracturas fueron poco frecuentes (3%) al igual que las rupturas tendinosas (6%).

Tabla No. 5  
Ultrasonido Tobillo y Pie  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

Lesión	Frecuencia
Tendinopatías	3
Bursitis	2
Rupturas tendinosas	1
Fascitis plantar	5
Espolones	1
Otros	1
<b>Total</b>	<b>12</b>

Gráfica No. 5  
Ultrasonido Tobillo y Pie  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

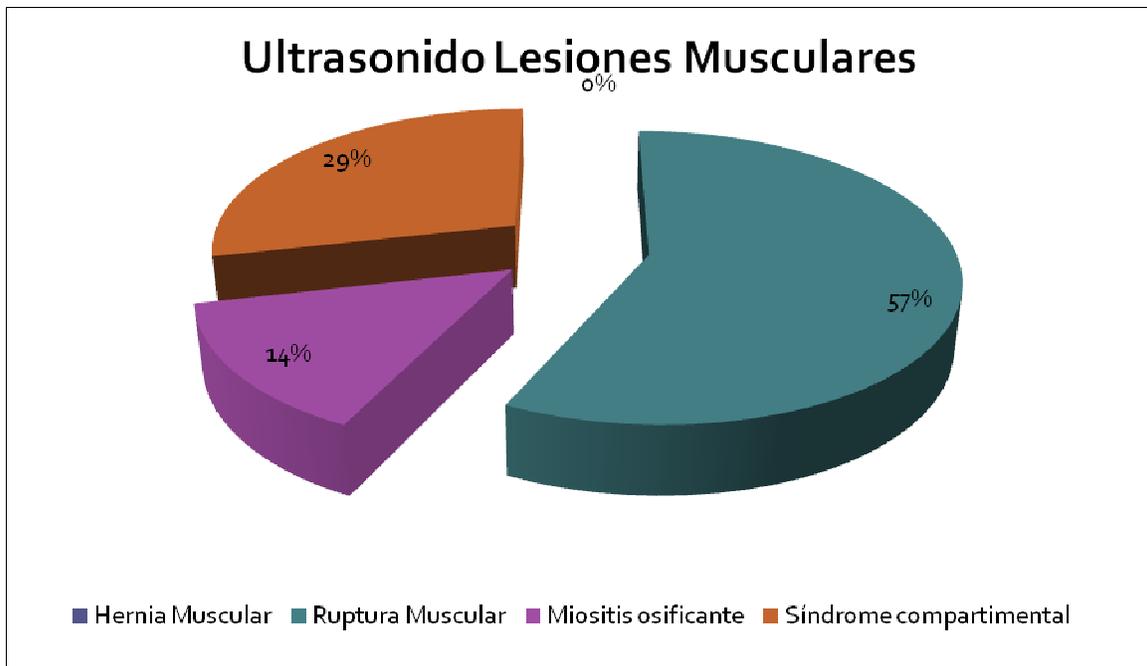


**Análisis:** la Fascitis plantar fue la patología que más incidencia tuvo en los ultrasonidos realizados de tobillo y pie, con un porcentaje del 38%, seguida de las tendinopatías con un 23%, las bursitis también tienen un moderado porcentaje, 15%, las demás patologías como las rupturas tendinosas, los espolones tuvieron una incidencia de un 8%.

Tabla No. 6  
Ultrasonido Lesiones Musculares  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

Lesión	Frecuencia
Hernia muscular	0
Ruptura muscular	4
Miositis osificante	1
Síndrome compartimental	2
<b>Total</b>	<b>7</b>

Grafica No. 6  
Ultrasonido Lesiones Musculares  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

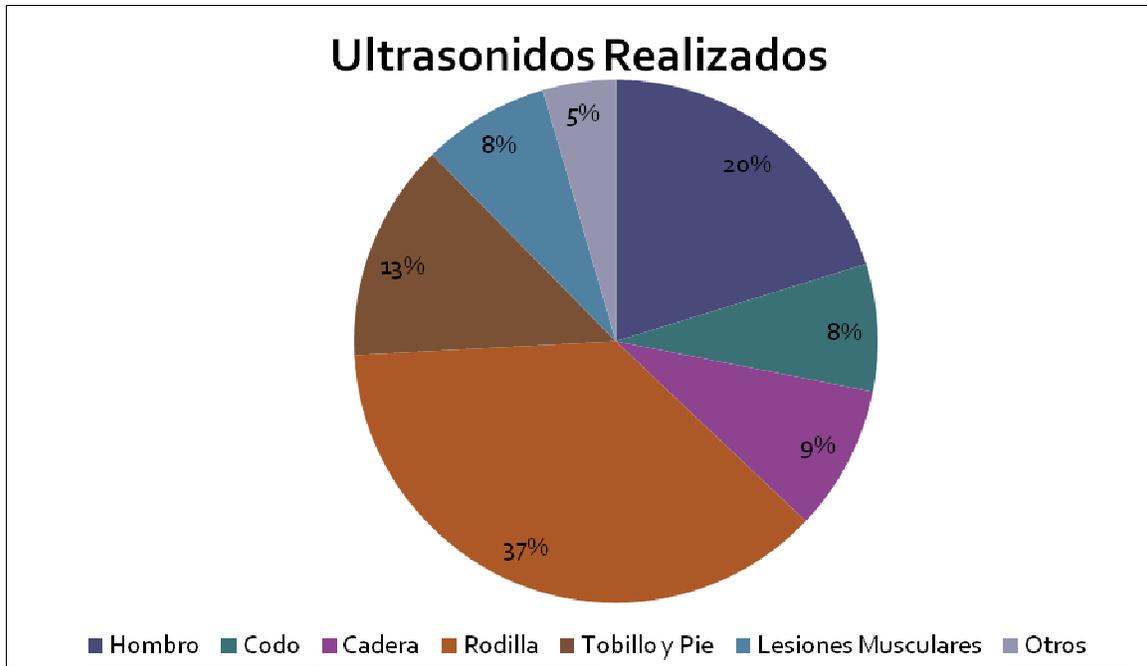


**Análisis:** Entre las lesiones musculares que pude observar por ultrasonido, un 57% correspondían a rupturas musculares de diferentes grados, un 29 % al síndrome compartimental que en la mayoría de casos la causa fueron rupturas musculares.

Tabla No. 7  
Ultrasonidos Realizados  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012

Región	Frecuencia
Hombro	18
Codo	7
Cadera	8
Rodilla	33
Tobillo y Pie	12
Lesiones musculares	7
Otros	4
<b>Total</b>	<b>89</b>

Grafica No. 7  
Ultrasonidos Realizados  
INDER/H. Frank País  
Junio/Julio 2012



**Análisis:** de todos los ultrasonidos realizados, el 37% (33 casos), corresponden a lesiones del rodilla, esto indica que de las lesiones más frecuentes, la más frecuente es la de la rodilla, seguido de las lesiones del hombro 20% (18 casos), con un porcentaje similar se encuentran las lesiones de cadera, codo, y las lesiones musculares, y un 5% se realizaron ultrasonidos con fines didácticos como tiroides, obstétricos y abdominales.

## CONCLUSIONES

- El presente curso, realizado en el Instituto de Medicina del Deporte ubicado en Ciudad de La Habana, Cuba, fue una experiencia muy interesante, la medicina del deporte es una especialidad multi e interdisciplinaria que estudia de manera científica el desempeño del ser humano durante las actividades de la vida diaria del deportista con el fin de lograr un estado de óptima salud y alcanzar el máximo rendimiento deportivo.
- La medicina del deporte consiste en una de las áreas de mayor acción dentro de la medicina del deporte, pues a través de ella se buscan nuevas y mejores formas de aumentar y optimizar el rendimiento de los atletas, así como en la implementación de rutinas para la prevención de las enfermedades degenerativas a través de la implementación de rutinas de ejercicio físico dosificado, siempre respetando los principios de la ética médica.

- La Medicina del deporte está reconocida como un rama de la medicina y obtuve experiencias en clases magistrales y de campo en donde amplié conocimientos principalmente en fisiología del deporte, en la bioquímica enfocada a las vías metabólicas utilizadas durante el ejercicio, los cambios en el electrocardiograma que se pueden encontrar en un atleta, así como en ultrasonido.
- En resumen del estudio, la Medicina del Deporte trabaja en conjunto con la cardiología, la ortopedia, la traumatología, la neumología, la fisiología, la psicología, la nutrición, la medicina física y la rehabilitación, los principales objetivos la prevención, la orientación y la Misión curativa.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que un especialista en la rama de la medicina deportiva sea capaz de desempeñarse como médico, apoyando a entrenadores y pueda dar asistencia al deportista en un encuentro deportivo o competencias, o en su área de trabajo ya sea en hospitales públicos o privados o en clínicas, en donde se pueda desempeñar como traumatólogo y también pueda asesorar a Instituciones públicas o privadas del Sector Salud, Educativo o Deportivo en Materia de Medicina del Deporte.
- Asimismo, que esté capacitado para implementar formas y tipos de evaluación de la capacidad física en los diferentes tipos de modalidades o disciplinas deportivas, así como la aplicación de estas evaluaciones a personas que desean mantener su salud o recuperarla mediante programas de rehabilitación con ejercicio físico.
- Pueda elaborar programas complementarios (nutrición, rutina de ejercicios, etcétera).
- Sea capaz de determinar y atender las lesiones que se puedan presentar en lo deportistas y un especialista preparado para hacer labor educativa dentro de la

población en general acerca de los beneficios que conlleva la práctica de alguna actividad física.

- Recomiendo que en Guatemala se implemente y se ponga en práctica esta rama de la medicina ya que en la actualidad nuestro país está deficiente en este sentido, por su importancia tanto para la población como para las instituciones públicas y privadas, capacitando a los médicos de esta especialidad para implementar programas pro salud para la población en general.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Valls O, Hernández JL, Anillo R.: Ecografía del Aparato Locomotor, Editorial de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba. 2004.
- Anillo R.: Ecodiagnóstico preventivo de la rodilla en deportistas cubanos del alto rendimiento; Trabajo para optar por el título de Doctor en Ciencias Médicas, Instituto de Medicina del Deporte. La Habana, Cuba. 2007.
- Muñoz JC.: Alcance del Ultrasonido Diagnóstico de Alta Resolución en las lesiones de los ligamentos articulares. Trabajo para optar por el título de Especialista Radiología. Hospital Hermanos Ameijeiras. La Habana, Cuba. 2001
- Lefebvre E, Pourcelot L. Ecografía Musculotendinosa. Masson, S.A. París. 1996.
- Dondelinger R.: Atlas de Ecografía Músculo-tendinosa. Ed. Thieme Medical Publishers, Inc. NY. 1999.
- Kulund D K. Lesiones del Deportista. Ed. Salvat Editores S.A, University of Virginia. 1990.
- Deaton CM y Marlin DJ. Exercise-associated oxidative stress. Clin Tech in Equine Pract 2003; 2:278-91.
- Mastaloudis A, Yu P, Frei B, Dashwood R, Traber MG. Endurance exercise results in DNA damage as detected by the comet assay. Free Rad Biol Med 2004; 36:966-75.

- Tessier F y Marconnet P. Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice. *Science & Sports* 1995; 10:1-13.
- Ames BN. Micronutrients prevent cancer and delay aging. *Toxicol Lett* 1998; 102-103:5-18.