

**FISIOLOGIA DEL TRABAJO FISICO**

**BERNARDO LEON BOLAÑOS REALPE**

**UNIVERSIDAD CES**

**MEDICINA DEL TRABAJO Y LABORAL**

**MEDELLIN, JUNIO 2010**

**FISIOLOGIA DEL TRABAJO FISICO**

**BERNARDO LEON BOLAÑOS REALPE**

**CAPÍTULO DE LIBRO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DEL TRABAJO Y LABORAL**

**ASESOR**

**Dr. FABIO LEÓN PINEDA  
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEPORTIVA  
DOCENTE FISIOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSIDAD CES**

**UNIVERSIDAD CES  
FACULTAD DE MEDICINA  
MEDICINA DEL TRABAJO Y LABORAL**

**MEDELLIN 2010**

## **INTRODUCCION**

En la vida diaria y en todas las labores existentes se necesita la participación holística del cuerpo, es por esto que cuerpo y mente coordinados en un solo sentido nos llevan a realizar “El trabajo” motivo de vivir del ser humano y la sociedad.

Gracias a La Fisiología se puede comprender el funcionamiento de los distintos sistemas del organismo, siendo esto la base para el entendimiento de las patologías de origen laboral.

Es imperiosa la necesidad de conocer el funcionamiento del organismo en la realización eficiente de todas las labores, cualquier órgano, tejido o parte del cuerpo que esté fallando tiene efecto en todo el sistema como si fallara un eslabón de una cadena.

En este capítulo se aborda, en forma breve, el funcionamiento de los sistemas orgánicos frente a las actividades laborales y las modificaciones fisiológicas.

«He observado que algunos gestos antinaturales y posturas prolongadas dañan la máquina humana, enfermando más los sastres que los mensajeros»  
Bernardino Ramazzini (1700): De Morbis Artificum Diatriba (Tratado de las enfermedades de los artesanos)

## **FISIOLOGIA DEL TRABAJO FISICO**

Esta rama de la fisiología está enfocada en estudiar los cambios en las funciones de órganos y sistemas corporales antes, durante y después de un trabajo que implique esfuerzo físico, teniendo en cuenta factores espacio-temporales, ambientales, laborales, psicológicos, incluso socio-económicos que pueden afectar la homeostasis del trabajador.

La fisiología del trabajo, estudia el funcionamiento de los sistemas orgánicos antes, durante y después de las actividades laborales, en asocio con el medio ambiente. Se aborda la forma como cada sistema mantiene la homeostasis y adapta sus funciones durante las jornadas de trabajo, acomodándose a las alteraciones propias de la actividad y del medio como en situaciones de hipoxia, deshidratación, fatiga, vibración, ruido, estrés entre otras. El origen de las patologías laborales y accidentes de trabajo es multifactorial pero muchas de ellas se generan de trastornos fisiológicos, por otro lado para que el equilibrio orgánico y psíquico del cuerpo humano se conserve se deben integrar todos los factores de normalidad que intervienen en la conservación de la salud, como la alimentación, la armonía laboral, las competencias laborales, y la seguridad en el medio laboral.

El entendimiento de la fisiología del trabajo permite implementar acciones para disminuir la fatiga, encontrar mayor eficiencia en el trabajo, ayudar a la recuperación entre y después de las sesiones laborales, maximizar la utilización de la capacidades laborales, conservar la salud del trabajador, prevenir accidentes laborales, prevenir enfermedades profesionales y mejorar la productividad empresarial entre otras.

El trabajo físico implica la acción coordinada de los sistemas de control, nervioso y endocrino, generalmente en respuesta a estímulos externos, emitiendo órdenes a los órganos efectores los que, con su acción, pueden producir cambios en el medio interno (temperatura, ph, oxígeno, CO<sub>2</sub>, concentración de electrolitos, concentración de sustancias orgánicas etc.), sus resultados metabólicos y motrices llevan a procesos de retroalimentación negativa en fenómenos de autorregulación y de adaptación orgánica. Los fenómenos de retroalimentación positiva se presentan en los casos donde no se generan los mecanismos de adaptación haciendo que se disminuya la eficiencia orgánica o incluso que se suspendan las respuestas de los órganos efectores llegando al cansancio, la deshidratación, el estrés, "burt out", etc.

Entre las adaptaciones homeostáticas se encuentran modificaciones crónicas, por ejemplo en el sistema cardiovascular la frecuencia cardiaca, la presión arterial, la contractilidad miocárdica, el gasto cardiaco. Y modificaciones agudas como vasoconstricción esplénica, vasodilatación en músculos esqueléticos activos, venoconstricción periférica, entre otras. En los otros

sistemas también hay modificaciones como ejemplo el sistema respiratorio en la frecuencia ventilatoria, los volúmenes pulmonares.

## **CONDICIONES LABORALES QUE AFECTAN LA HOMEOSTASIS ORGÁNICA**

Factores ambientales: exposición a temperaturas extremas, humedad, contaminación, estrés, grandes alturas, ruido.

Factores laborales: largas jornadas, ausencia de pausas activas, grado de conocimiento de las tareas, el grado de adaptación al trabajo, el ambiente laboral.

Factores psicosociales: familiares, sociales, culturales, políticos...

Factores económicos: salarios, compensaciones, recargos...

Factores alimentarios, condiciones de ayuno, sobrealimentación...

## **SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO**

### **FUNCIONES**

**MOVIMIENTO** Gracias a las contracciones de los músculos esqueléticos se produce la locomoción y toda la gama de movimientos del cuerpo y sus partes que le permiten al trabajador el manejo de herramientas y ejecuciones propias de su actividad.

**CONSERVACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL.** La actividad muscular constituye una de los aportes más importantes para conservar la homeostasis de la temperatura corporal, tanto en ambiente frío como en ambiente de calor, lo que cobra importancia al realizar labores en temperaturas extremas.

**MANTENIMIENTO DE LA POSTURA.** La co-contracción parcial continua de músculos agonistas y antagonistas hace posible mantener posiciones corporales como la sedestación, la bipedestación y todas las posiciones propias y diversas de las actividades laborales. La coordinación intermuscular permite cambiar de posición y generar movimientos como levantarse, sentarse, manejo repetitivo de una herramienta etc.

**PROTECCIÓN DE ÓRGANOS** la masa muscular sirve de revestimiento y protección de diferentes órganos y estructuras corporales como el sistema nervioso, las vísceras abdominales, algunas articulaciones y segmentos óseos.

**METABÓLICA** Gracias al trabajo muscular se mantiene la homeóstasis del medio interno por el catabolismo y el anabolismo proteínico, reserva de nutrientes y sustratos energéticos, producción de metabolitos. (1,2).

**ESTÉTICA** En la actualidad este aspecto es perseguido por ambos géneros al darle al desarrollo y la estructuración muscular connotaciones estéticas y a la vez es motivo laboral en muchos campos como el modelaje, la farándula, empresas de seguridad, etc.

## **FISIOLOGÍA MUSCULAR EN EL TRABAJO FÍSICO**

Hay tres tipos de tejido muscular, el músculo esquelético, cardíaco y liso. En este apartado se hará referencia al músculo esquelético está formado por fascículos de fibras estriadas por su visión al microscopio, también es catalogado como voluntario; a diferencia de los otros dos tipos de músculos este solo se contrae por acción del potencial de acción.

En el trabajo físico las contracciones de los músculos estriados, ocurren como resultado de movimientos conscientes originados por impulsos provenientes del Sistema Nervioso Central SNC. Las señales del cerebro viajan en forma de potenciales de acción por las neuronas, haciendo sinapsis en la médula espinal, entre otras, con la neurona motora que llega hasta la fibra muscular. Es posible que también se generen movimientos reflejos no controlados originados desde el la médula espinal y el encéfalo.

Dentro de las teorías de la contracción muscular una que explica bien este fenómeno es la teoría de deslizamiento, dice que la unidad estructural del musculo, el sarcómero, está constituido, entre varias estructuras, por miofilamentos proteínicos los que se unen y desplazan acortando el sarcómero por efectos de los potenciales de acción que llegan hasta la fibra muscular. La contracción muscular está regulada por el calcio, Potasio, ATP y el Magnesio.

En todo este proceso se necesita energía, proveniente de la molécula adenosintrifosfato (ATP), que se desdobla originando adenosindifosfato (ADP) para proporcionar la energía requerida (2,3).

La participación de los músculos en el trabajo físico se ve afectada, entre otros factores, por, la preparación física, la capacidad de estiramiento de los componentes contráctiles y no contráctiles de la fibra muscular, la magnitud de la carga aplicada, el tiempo de aplicación de la carga, el tipo de carga (dinámica o estática), las pausas, las condiciones ambientales, la temperatura tisular, la postura corporal, el puesto de trabajo, la exigencia mental y las aptitudes del trabajador.

## CONTRACCIÓN MUSCULAR ISOMÉTRICA E “ISOTÓNICA”

Se dice que una contracción muscular es isométrica cuando la longitud del músculo no cambia durante la contracción. Es “*isotónica*” cuando el músculo se acorta o se alarga pero la tensión del mismo permanece constante. El término isotónico es discutido porque la tensión del músculo varía a medida que se cambian los ángulos de movimiento, así no se cambie la carga. Se sigue utilizando por lo antiguo del término. Almudena Fernández y José López Chicharro propone el término anisométrico (4).

La contracción isométrica no requiere deslizamiento de miofibrillas unas a lo largo de las otras, aunque hay transformación de energía no hay trabajo. Las contracciones “*isotónicas*” desplazan objetos o el propio cuerpo, realizando la ejecución de un trabajo externo (5).

Cuando una persona realiza una actividad laboral de pie, mientras no cambie de posición gran parte de la musculatura de los miembros inferiores y del tronco se mantiene en contracción isométrica. También se presenta cuando un músculo antagonista detiene un movimiento ejecutado por otro agonista, al tratar de vencer una gran resistencia que no se puede mover, en muchas de las acciones de agonistas para evitar movimientos indeseados, al sostener segmentos corporales contra la gravedad con o sin objetos.

La contracción “*isotónica*” se divide en **contracción concéntrica** y **contracción excéntrica**. En la primera mientras hay tensión en la fibra muscular sus extremos se dirigen hacia el centro, se acorta. Se presenta cuando se vencen fuerzas externas como al levantar los segmentos corporales con o sin objetos, cuando se ejecutan movimientos balísticos con o sin objetos como al realizar lanzamientos, empujar, tirar etc. La segunda mientras hay tensión los extremos de la fibra muscular se alejan del centro, se alarga. Se presenta cuando se desea regular una fuerza externa, ejemplo descargar un objeto o al disminuirle velocidad a un objeto (5).

Ejemplos de contracción isométrica, detener movimientos (el cargador de tierra de una volqueta mientras sostiene el recipiente y lo transporta, en el momento de frenar la pala) , sostener objetos como el caso del coter, intentar vencer resistencias superiores como el mecánico empujando una cruceta que ya no se mueve , cuando se realizan tensiones voluntarias de todos los músculos de un segmento como tensionar todos los músculos del antebrazo, cuando músculos ayudadores del agonista actúan evitando movimientos indeseados por ejemplo en el martillar si solo se quiere realizar la flexo-extensión del codo sin que participe el hombro los músculos fijadores del hombro evitan que esta articulación intervenga mientras no se desee que esto pase.

Fenómenos de co-contracción se utiliza para mantener una determinada posición mediante la contracción simultánea de músculos agonistas y antagonistas que rodean una articulación. La co-contracción protectora sucede cuando el SNC aumenta la tensión del músculo antagonista, durante la contracción del agonista en posibles rangos dolorosos o para evitar una sobrecarga muscular, para mantener el tono sin que haya fatiga (3).

**Músculos agonistas.** Son aquellos responsables de la acción de movimiento principal, ejemplo el tríceps braquial es un agonista de la extensión del codo (3)

**Músculos antagonistas,** por lo general son contralaterales al agonista, el modo de intervención es relajarse para que el agonista pueda cumplir su acción, estos producen una acción completamente opuesta al agonista cuando le corresponde contraerse, ejemplo en la extensión del codo el agonista es el tríceps y entre los antagonistas está el bíceps braquial (3).

**Músculos accesorios o Auxiliares.** Ayudan al agonista a ejecutar un movimiento, por lo general son biarticulares y su acción principal la ejercen en una articulación vecina (3).

**Músculos Neutralizadores** se contraen para prevenir, contrarrestar o neutralizar una acción no deseada pero que el agonista al contraerse la puede ejecutar. Ejemplo si un músculo flexiona y hace rotación interna de hombro – Deltoides anterior - pero solo la flexión es el movimiento deseado, entonces un músculo rotador externo “Neutralizador”, se contrae isométricamente para evitar la rotación interna (3).

**Músculos fijadores, estabilizadores o retenedores** son los encargados de fijar, sostener o estabilizar una parte del cuerpo, generalmente una articulación, contra la gravedad o contra la tracción de los músculos que se contraen. Actúan cuando el agonista pasa por más de una articulación, ejemplo: al flexionar los dedos con muñeca en posición neutra, el movimiento no deseado es la flexión de la muñeca entonces para que esto se cumpla se contraen los extensores de muñeca, fijadores, fijando la articulación de la muñeca.

Esta clasificación tiene importancia en el momento de analizar los puestos de trabajo, actividades principales y secundarias de un trabajador, además para determinar una lesión muscular cuyo movimiento puede no ser el primario, como cuando se lesionan los antagonistas en una tarea del agonista, ejemplo bíceps y tríceps braquial. Posible lesión del tríceps en el momento de hacer un freno en la flexión del codo o la epicondilitis lateral en los movimientos repetitivos en flexo-extensión y de muñecas y dedos (3).

## SISTEMA MUSCULAR Y POSTURA



La evaluación postural se define como el análisis de la posición relativa de las partes del cuerpo entre si y su orientación en el espacio, conservando el equilibrio entre los distintos segmentos corporales (6).

En la medicina del trabajo es importante tener en cuenta las posiciones de los segmentos corporales durante la actividad laboral. La evaluación y manejo de las posturas exige el conocimiento de una serie de principios generales relacionados con la alineación corporal de manera anatómica, funcional y simétrica. El alineamiento incorrecto origina tensión muscular innecesaria que afecta el rendimiento y puede llevar a trastornos patológicos en los huesos, articulaciones, ligamentos y músculos (7,8).

En la valoración de las posiciones corporales es posible encontrar músculos elongados y otros acortados. El estiramiento prolongado de un músculo o de un grupo muscular puede llevar a debilidad y el acortamiento muscular crónico limita los grados de libertad articular (6, 9).

## HIGIENE POSTURAL

Se define como: Conjunto de posiciones corporales para realizar las actividades laborales con el fin de evitar posturas forzadas y minimizar lesiones osteomusculares (6) .

### **Posturas forzadas**

Son aquellas en que uno o varios segmentos del cuerpo están fuera de los rangos de comodidad, se encuentran en el límite o sobrepasan el arco articular normal llevando a situaciones de hiperextensión, hiperflexión, hiperrotación... o también cuando se permanece en una posición, sin cambios por largos periodos de tiempo.

Entre las posturas forzadas más comunes se encuentran:

- Cuello o espalda con inclinación igual y mayor a 30° o más de 2 horas al día.
- Manos por encima de la cabeza
- Codos por encima de los hombros
- Posición de cuclillas
- Posición de rodillas
- Fuerza manual importante por más de 2 horas al día
- Manejo de cargas con rotación de tronco
- Flexo-extensión repetida de la articulación de la muñeca
- Planos de trabajo muy alto o muy bajo
- Carga voluminosa y asimétrica
- Dificultad de prensión de la carga y mala técnica en el manejo, (6).

## **RECOMENDACIONES**

En toda actividad física, y muy importante en la actividad laboral, se debe entrenar la fuerza y la flexibilidad, esto mejora la eficiencia en la tarea que se esté realizando, retarda la aparición de la fatiga y conserva los arcos de movimiento de las articulaciones en rangos de normalidad, de esta forma además de mejorar la eficacia se evitan lesiones osteomusculares y accidentes de trabajo. El acondicionamiento muscular retarda la aparición de lesiones por sobre uso principalmente las causadas por acción repetitiva.

Sugerencias para evitar lesiones por esfuerzos repetitivos:

- Acondicionar adecuada y específicamente los grupos musculares involucrados en la tarea que exige movimientos repetitivos, realizando ejercicio de estiramiento y fortalecimiento muscular.
- Suprimir los factores de riesgo de las tareas laborales.
- Regular el ritmo de trabajo.
- Alternar tareas repetitivas con las no repetitivas a intervalos periódicos.
- Aumentar el número de pausas en una tarea repetitiva.
- Asegurar que los trabajadores tengan la capacitación previa y adecuada para la tarea que realizan.
- Uso adecuado de elementos de protección personal.
- Percatar las condiciones mínimas de higiene y seguridad para el trabajador. El supervisor del área y auxiliares están obligados a vigilar la ejecución de las prácticas de seguridad de los Trabajadores
- Establecer un programa de vigilancia epidemiológica y sanitaria dentro del programa de promoción y prevención en salud para enfermedades Músculo-Esqueléticas.
- Implementar un Programa de capacitación y de pausas activas en el trabajo (6).

## **COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA ÓSEA**

El hueso es una clase de tejido conectivo que tiene características especiales de resistencia, dureza, rigidez, flexibilidad y resiliencia. Es un tejido dinámico durante toda la vida de la persona.

Su composición está dada por materiales inorgánicos (sales minerales como fosfato de calcio, fosfato de magnesio y otras), agua aproximadamente en un 25 % del peso total y matriz orgánica (fibras de colágeno) en un 25 a 30 % (5).

Funcionalmente el hueso puede ser dividido en un componente cortical (compacto) y un componente trabecular (esponjoso) (1).

## **FUNCIONES DEL TEJIDO ÓSEO**

Entre las principales funciones de los huesos, aplicables a la vida laboral están:

- Soporte, sostén y protección de órganos vitales (sistema nervioso central, médula espinal, médula ósea)
- Apoyo a los músculos esqueléticos, sirven de inserción a los tendones de los músculos
- Sistema de palancas, los huesos sirven de elementos rígidos para ser movidos por los músculos y en el cuerpo humano se encuentran los 3 tipos de palancas simples.
- Depósito de minerales como calcio, fósforo y otros iones (1).

## **PROPIEDADES MECÁNICAS DEL TEJIDO ÓSEO**

Las Propiedades Mecánicas están dadas por la presencia y la composición de minerales y por la estructura de la matriz orgánica y están en función del tipo de carga, peso de la carga, la frecuencia de la carga y el tipo de hueso.

## **ESFUERZOS A LOS QUE SE SOMETEN LOS HUESOS EN EL MUNDO LABORAL.**

### **TENSIÓN**

Capacidad de hueso para alargarse y adelgazarse cuando está sometido a cargas constantes y prolongadas (10).

### **COMPRESIÓN**

Deformación sufrida por el hueso cuando se acorta y engrosa, sucede con frecuencia en las vértebras(10).

### **CIZALLAMIENTO**

Se da cuando se aplican fuerzas paralelas y en sentido contrario produciendo desgaste o fracturas, sucede en los platillos tibiales y en los cóndilos femorales, igualmente se puede producir en trabajadores que levantan cargas(10).

### **PANDEO**

Es la combinación entre Tensión y Compresión(10).

### **TORCIÓN**

Cuando los ejes de las fuerzas se hace en sentido circular, sobre el eje longitudinal del hueso (10).

Las lesiones óseas en trabajos repetitivos están dadas por la frecuencia de las repeticiones, el número de repeticiones y la magnitud de la carga.

## FISIOLOGÍA ARTICULAR EN EL TRABAJO FÍSICO

Las articulaciones son puntos de unión del esqueleto entre 2 o más huesos próximos, de acuerdo a su tejido y estructura se presenta o no capacidad de movimiento entre los segmentos que la conforman. Las que más interesan, para efectos del trabajo físico, son las que tienen movimientos angulares o tipo diartrosis.

Entre los elementos que conforman una articulación, se tiene, la cápsula articular, el cartílago de recubrimiento, los ligamentos y estructuras intracapsulares como meniscos, discos, líquido sinovial, también es importante la irrigación y la inervación (1).

El movimiento de las articulaciones depende:

- De la forma de la articulación.
- De la presencia, ubicación, dirección y grado de rigidez de los ligamentos.
- De la capacidad de elongación de los músculos y tendones circundantes.
- Del tipo de actividad física y modalidad deportiva.
- Del tipo de ocupación y el grado de movilidad en el puesto de trabajo.
- De la edad del trabajador.
- Del estilo de vida de la persona.
- Del clima y temperatura del ambiente del puesto de trabajo.
- De la Influencia genética del trabajador .

Unas articulaciones son más estables que otras gracias a su forma y tejidos circundantes, otras tienen mayor capacidad de movilidad y pueden tener uno, dos o varios ejes de movimiento. El envejecimiento provoca reducción de la producción de líquido sinovial, adelgazamiento del cartílago articular, acortamiento de ligamentos y pérdida de flexibilidad. En el sedentarismo hay menor movilidad articular. En los ambientes fríos hay menos movilidad articular (11).

### Componentes articulares

**Cápsula articular:** es una estructura de tejido fibroso que a manera de manguito envuelve las superficies articulares, define los límites del movimiento articular y está reforzada por ligamentos. En situaciones de sobre uso y traumas directos o indirectos se inflama, fenómeno conocido como capsulitis (1).

**Membrana Sinovial:** rodea internamente la cápsula articular, cubre estructuras intracapsulares, forma el líquido sinovial, es muy vascularizada, facilita la flexibilidad articular y regula la entrada de nutrientes. Cuando se sobrecarga la

articulación, por trabajos forzados o repetitivos, se irrita la membrana sinovial y produce mayor secreción de líquido, dando origen al derrame articular. (11)

**Ligamentos:** son las estructuras que van de un hueso a otro fijando la articulación evitando que estas se luxen, guían y alinean las articulaciones durante las actividades laborales, esta función es potencializada por los tendones y los músculos.

**Cartílago articular:** Recubre la porción ósea intra-articular y disminuye la fricción con ayuda del líquido sinovial. Es firme y elástico, es encargado de absorción hidráulica de fuerzas de choque (propiedades visco-elásticas). Actúa como una esponja, al recibir esfuerzo compresivo expulsa líquido sinovial de su interior, y al quitar la compresión absorbe líquido, de esta forma se nutre. Se afecta en trabajos que manejan cargas axiales como en el coterero o en algunos trabajadores de la construcción en donde el cartílago sufre esfuerzos de compresión (9).

**El líquido sinovial:** Desempeña un papel muy importante en todas las actividades laborales, es el encargado de la lubricación hidrodinámica disminuyendo la fricción y haciendo de las articulaciones cojinetes mecánicos, durante los movimientos y saltos. Tiene una renovación constante y es el encargado de nutrir gran parte del cartílago sinovial intra-articular(9,11).

**Los Meniscos y discos articulares:** están en algunas articulaciones, actúan como almohadillas fibrocartilaginosas entre las superficies articulares, contribuyen a la distribución de fuerzas en las superficies articulares e intervienen en la disminución de la fuerza de rozamiento (9).

Entre las lesiones articulares más comunes, en las actividades laborales, se presentan lesiones de hombro, por tratarse de la articulación más móvil del cuerpo humano y la más expuesta a riesgos laborales. Se debe insistir a los trabajadores el uso del equipo adecuado, el cumplimiento de las normas en los procesos productivos, controles médicos periódicos y llevar una correcta alimentación e hidratación y realizar ejercicios de estiramiento previos al inicio de sus actividades.

## **MODIFICACIONES ORGÁNICAS EN EL TRABAJO FISICO**

Son adaptaciones de los órganos en su función o en su estructura, temporales o duraderos, como respuesta a la intensidad, magnitud y volumen de la carga laboral diaria, posibilitando al organismo a responder en forma adecuada ante las tareas propias de la actividad. El trabajo físico se clasifica en leve, moderado, pesado, muy pesado y agotador, según las características de la tarea y las aptitudes del trabajador (8).

### **Modificaciones Metabólicas en el trabajo físico**

Durante el trabajo físico prolongado el gasto energético se realiza gracias a la disponibilidad de glucemia basal, glucógeno muscular y los ácidos grasos libres.

En el trabajo físico de corta duración, de moderada intensidad, la glucemia prácticamente no se modifica, si el trabajo es intenso puede haber una elevación leve de la glucemia por acción nerviosa simpática y hormonal, como ejemplo por acción del cortisol, la adrenalina, la hormona de crecimiento. En el trabajo físico prolongado la glucemia puede descender por una alteración en la balanza ingesta-consumo, al reducirse las reservas y la concentración sanguínea de glucosa, lo que lleva a uno de los tipos de fatiga (8).

El hígado por medio de la glucogenólisis y la gluconeogénesis provee al SNC, músculo y demás tejidos corporales de glucosa para el consumo energético diario y durante las actividades laborales(2).

En el trabajo físico de corta duración la utilización de glucosa se hace a expensas de la glucogenólisis. A medida que la actividad física se alarga se utiliza el mecanismo gluconeogénico para mantener la concentración de glucosa.

Cuando el trabajo es de larga duración predomina el metabolismo de las grasas. En casos extremos, de baja concentración sanguínea de carbohidratos, el organismo sacrifica su componente estructural transformando energía a partir de las proteínas mediante el ciclo de la alanina (12).

### **Modificaciones endocrinas en el trabajo físico**

El sistema endocrino es uno de los sistemas de control orgánico, está compuesto por glándulas que secretan sustancias, llamadas hormonas, a la sangre, las hormonas llevan mensajes químicos a órganos diana incidiendo en su función o haciendo que se generen nuevos mensajeros químicos (8).

El Trabajo Físico produce algunos efectos en las secreciones hormonales, que se detallan a continuación (5):

<b>GLÁNDULA PRODUCTORA</b>	<b>HORMONA</b>	<b>PRINCIPAL EFECTO HORMONAL</b>	<b>EFECTO DEL TRABAJO FÍSICO SOBRE LAS SECRECIONES HORMONALES</b>
Hipófisis anterior	Hormona de crecimiento TSH	Estimula el crecimiento tisular Estimula la producción de tiroxina	Se aumenta con el trabajo físico Se aumenta con el trabajo físico

Hipófisis Posterior Corteza Suprarrenal	Prolactina	Moviliza los ácidos grasos. Inhibe la Testosterona	Se disminuye con el trabajo físico
	Endorfinas	Bloquean el dolor, promueven la euforia, afectan la alimentación y el ciclo menstrual.	Se aumenta con el trabajo físico de larga duración
	Vasopresina	Controla la eliminación renal.	Aumenta con el trabajo físico
	Cortisol Corticosterona	Promueve el catabolismo de ácidos grasos y proteínas, conservan la glicemia. Antagonista de la insulina. Efectos antiinflamatorios	Se aumenta con el ejercicio intenso
	Aldosterona	Promueve la retención de sodio, potasio y agua	Se aumenta con el trabajo físico
Medula suprarrenal	Adrenalina y noradrenalina	Facilita la actividad simpática, aumenta el gasto cardíaco.	Aumentan con el trabajo físico intenso
Tiroides	T3 y T4	Estimulan la tasa metabólica, regula el crecimiento y la actividad celular	Aumentan con el trabajo físico
Páncreas	Insulina	Disminuye la glicemia, aumenta el catabolismo de los CHO. Promueve el transporte de CHO dentro de la célula. Promueve el transporte de ácidos grasos y aminoácidos al interior de la célula.	Disminuye con el trabajo físico
	Glucagón	Promueve la liberación de glucosa por el hígado hacia el torrente sanguíneo, aumenta el catabolismo de las grasas, reduce la concentración de aminoácidos	Aumentan con el trabajo físico
Paratiroides	Parathormona	Aumenta el calcio	Aumentan con el

Testículos	Testosterona	sanguíneo , disminuye el fósforo sanguíneo Controla el tamaño muscular. Disminuye la grasa corporal. Promueve las características sexuales masculinas	trabajo físico Aumenta con el trabajo físico
Ovarios	Estrógenos y progesterona	Control del ciclo menstrual. Promueven las características femeninas. Aumentan los depósitos de grasas.	Aumentan con el trabajo físico

### Modificaciones Circulatorias.

Durante el Trabajo Físico los músculos requieren mayor consumo de oxígeno, que se satisface con el aumento del flujo sanguíneo, esto es posible porque el corazón bombea más sangre por minuto y porque ocurren modificaciones vasculares que desvían gran parte del flujo sanguíneo hacia los músculos. El riego sanguíneo a través de los pulmones debe aumentar proporcionalmente al aumento del flujo sistémico, para garantizar un eficiente intercambio gaseoso.

Una de las más importantes modificaciones, durante el trabajo físico, es la adecuación de la presión arterial, que permite incrementar el flujo sanguíneo en los músculos sin descuidar los órganos vitales. (5).

La presión arterial es afectada por la postura corporal por ejemplo al pasar del decúbito a la bipedestación se produce una caída momentánea de la presión arterial por la disminución del retorno venoso. En los cambios de postura se establecen fenómenos de regulación, siguiendo con el ejemplo, se activa el baro-reflejo del seno carotídeo, el cual origina una pronta vasoconstricción de los vasos esplácnicos y aumento de la frecuencia cardiaca(5), con elevación consecutiva de la presión arterial que asegura el flujo sanguíneo al cerebro. Operarios que tienen que trabajar en cuclillas y cambian súbitamente a la bipedestación alcanzan a sentir un corto mareo, por lo ya explicado, que puede acompañarse de elevación mínima de la frecuencia cardiaca y aumento moderado en la presión arterial cambios que son interpretados como signos normales de ajuste circulatorio (12,13)

Existen diferencias entre actividades dinámicas (transportar cargas, palear, picar, etc.) y actividades estáticas (empujar, halar, levantar cargas que tienden a estar fijas), en el ejercicio dinámico existe un gran aumento del volumen



minuto y la frecuencia cardiaca, con elevación moderada de la presión arterial y reducción neta de la resistencia vascular periférica (debido al aumento del consumo de oxígeno muscular), por el contrario, en el trabajo estático hay un aumento de la resistencia vascular periférica y como consecuencia aumento de la presión arterial, el incremento del volumen minuto es solo moderado y se debe casi por completo a la taquicardia temporal por la deuda de oxígeno. De aquí se desprende la importancia de evitar las actividades que impliquen contracciones isométricas por largos periodos en trabajadores que sufran hipertensión arterial no controlada (8,13).

El retorno venoso se da gracias a la vasoconstricción refleja de las venas de las piernas y a la contracción de los músculos esqueléticos que comprimen las venas haciendo que la sangre ascienda ayudado por las válvulas venosas que impide el retroceso del flujo sanguíneo. Cuando los músculos se relajan la vena se llena nuevamente. De esta manera actúan los músculos como una "bomba impelente" que asegura el retorno venoso. Esto ocurre en trabajadores que por su actividad laboral permanecen en movimiento continuo (operarios de la construcción, mensajeros, etc.) y fortalece la recomendación a quienes realizan actividades en posición de pie, moverse y realizar contracciones voluntarias de los músculos de los miembros inferiores (operarios de la cocina, algunos vigilantes, maestros, etc.). Los Movimientos respiratorios también ayudan al retorno venoso, durante la inspiración disminuye la presión en la cavidad torácica y aumenta la presión en el abdomen; estas presiones también se ejercen sobre las paredes de las venas, por lo que hay aspiración de sangre, haciendo que fluya hacia el corazón. Durante la espiración los efectos de la presión se invierten, se vacían las venas torácicas en el corazón derecho y permite el llenado de las venas abdominales. Este mecanismo no se presenta en las actividades de "esfuerzo sostenido" (levantamiento de cargas) donde aumenta tanto la presión torácica como la abdominal. Maniobra de valsalva (5,13,14).

### **Modificaciones Cardíacas en el trabajo físico**

Durante la actividad física existe un aumento evidente de la frecuencia cardiaca, esto depende del tipo y duración del trabajo, el contenido emocional, la temperatura ambiente, la humedad, el grado y tipo de estrés, la experiencia y preparación para la tarea, las patologías coexistentes, los hábitos como el tabaquismo y la aptitud física del trabajador, entre otros. El tiempo requerido para que la frecuencia cardiaca se normalice después del trabajo físico depende de la intensidad del trabajo, de los factores ambientales, de la duración de la actividad, de la condición física del trabajador y de factores coexistentes como patologías, tabaquismo, deshidratación, obesidad, entre otros (5).

En los ejercicios dinámicos aumenta la precarga y por lo tanto aumenta el volumen minuto cardíaco lo que puede ocasionar con el tiempo que el corazón se hipertrofie como fenómeno de adaptación. En el ejercicio estático el corazón no bombea gran cantidad de sangre pero debe luchar contra la resistencia vascular periférica aumentada. (5,8).

Entre los principales cambios fisiológicos, considerados como normales, en los trabajadores que realizan actividad física de mediana intensidad, están (4,5,8):

- Reducción en la frecuencia cardíaca en reposo. Explicado por la reducción en la actividad simpática y la correspondiente disminución en los niveles de epinefrina. Esto conduce al aumento en el tono parasimpático .
- Aumento en el volumen de eyección sistólica.
- Puede ocurrir un leve aumento del volumen plasmático.
- Reducción en la presión sanguínea, mas visible en hipertensos. Esto ocurre por disminución en la resistencia vascular periférica y aumento en la densidad capilar (12,14).
- En los operarios con trabajo anaeróbico se encuentra hipertrofia cardíaca, hipertrofia muscular, pocos cambios respiratorios y hematológicos.

Es importante detallar algunos signos y síntomas anormales que son motivo de alarma en trabajadores expuestos a alta actividad física, Mareo, confusión mental, Angina de pecho, claudicación, náuseas, vómito, disnea, cianosis o palidez, fatiga, alteraciones en la frecuencia cardíaca o información verbal de malestar, expresiones faciales de incomodidad o de otro síntoma.(15).

### **Modificaciones Respiratorias en el trabajo físico.**

En la actividad física moderada la PO<sub>2</sub> como la PCO<sub>2</sub> se mantienen en rangos normales, lo que indica la gran eficiencia del sistema respiratorio para suministrar oxígeno y la reserva para la actividad física máxima(13).

Al inicio de la actividad la ventilación se incrementa principalmente por mecanismos neurógenos y por señales originadas en las articulaciones y segmentos en movimiento, a esto se le llama la respuesta anticipatoria. Con el aumento de la intensidad física se incrementa la ventilación pulmonar por estímulo directo del centro respiratorio y efectos bioquímicos (13).

El consumo de O<sub>2</sub> y ventilación pulmonar total aumentan proporcionalmente a la intensidad del trabajo desde el estado de reposo al de actividad máxima (13,14).

Los volúmenes de reserva inspiratoria y espiratoria brindan un factor de seguridad para los trabajadores dándoles ventilación adicional en caso de trabajos a grandes alturas, ambientes muy cálidos o incluso en algunas disfunciones en el sistema respiratorio(5).

En el estado de reposo algunas regiones pulmonares están poco profundidas, en actividades laborales de mediana y alta intensidad se aumenta la capacidad de difusión de los gases respiratorios esto se debe al incremento del flujo sanguíneo en los pulmones por vasodilatación capilar generalizada ampliando la superficie de difusión. (2,13,14).

### **Modificaciones en el equilibrio hidro-electrolítico**

El proporción de agua corporal está determinada por los ingresos (alimentos sólidos y líquidos), el producto de algunos procesos metabólicos y por los egresos (transpiración, perspiración, orina, heces). El equilibrio hídrico se establece por ajustes continuos entre estos mecanismos de regulación por ej., si se pierde excesiva cantidad de agua con la sudoración, se aumenta la ingesta por el mecanismo inducido por la sensación de la sed y disminuye la excreción urinaria, si ingresa agua en exceso se produce lo contrario. (2).

Durante el trabajo físico prolongado se produce hemoconcentración, por el paso de líquido desde la sangre hacia la piel presentándose el fenómeno fisiológico de la transpiración o sudoración, principalmente en trabajadores que están expuestos a trabajos intensos, irradiación solar o ambientes cálidos cerrados. Esta pérdida de líquido puede llevar a deshidratación la que, de acuerdo al grado de severidad, puede llevar a: disminución de la capacidad laboral, hipertermia, cambios hemodinámicos, sensación de malestar general, irritabilidad, incomodidad, bajo rendimiento y cansancio. Es muy importante tener en cuenta el estado de deshidratación porque suele pasar inadvertido convirtiéndose en un factor de riesgo que suma al agotamiento físico y puede ser el causante de muchos accidentes laborales al afectar todo el organismo principalmente al sistema nervioso, como es el caso del Golpe de Calor (8,14).

La irrigación renal suele estar disminuida por la redistribución del flujo sanguíneo, esto es proporcional a la intensidad del trabajo, a la duración de la jornada laboral y al aumento de la temperatura ambiental. Los riñones tienen un papel primordial en la eliminación de metabolitos producidos durante el trabajo físico prolongado, son responsables de la homeóstasis de los electrolitos orgánicos al permitir la excreción, secreción y absorción de los mismos (16).

## **NUTRICIÓN EN EL TRABAJO FÍSICO**

Cuando se realizan labores pesadas, el trabajador debe estar capacitado para gastar aproximadamente 5 cal/min durante toda la jornada de trabajo.

El trabajo sedentario de oficina requiere 1.8 Kcal por minuto; estar sentado requiere 1.39 Kcal. por minuto; las labores de granja, minería, forestales y de construcción pueden requerir de 5 a 10 Kcal. por minuto trabajado (16).

En caso que el trabajador no consuma los alimentos necesarios para el régimen de trabajo, necesitará tomar periodos de descanso más frecuentes y su productividad total será influenciada por esta deficiencia de nutrientes que incluso puede ser crónica (16).

La buena nutrición de los trabajadores y un adecuado descanso son pilares esenciales en la conservación de la salud, el mejoramiento de la calidad de vida, prevención de enfermedades, de accidentes de trabajo y en el aumento de la productividad laboral. Los trastornos alimentarios agudos pueden originar accidentes laborales, fatiga, disminución de las habilidades y concentración en la tarea ocasionando bajo rendimiento. Los trastornos alimentarios crónicos restrictivos conducen a trastornos orgánicos como la anemia ferropénica, avitaminosis, sarcopenia, osteopenia entre otras y la sobrealimentación conlleva a la obesidad, dislipidemia y alteraciones metabólicas. Todo lo anterior se refleja en fatiga y ausentismo laboral.

La Organización Internacional del Trabajo OIT tiene adoptada la recomendación de la implementación de cafeterías, salas de refrigerio y lugares para servicios de comedor, además de la posibilidad que las empresas aporten parte de los alimentos y permitan a los trabajadores traer sus propias comidas. El hecho de comer con los compañeros de trabajo ayuda a mejorar el ambiente laboral, el compañerismo, la amistad, se incrementa el bienestar y reduce el estrés.

Es clara la importancia de una alimentación balanceada, que contenga proporciones adecuadas de proteínas, carbohidratos lípidos, vitaminas y minerales, de acuerdo al gasto energético de cada trabajador.

### **PROTEINAS**

La ingesta diaria recomendada de proteína para los adultos es de 0.8 a 0.9 gramos por kilogramo de peso corporal. Del consumo total de macronutrientes entre el 8 y el 15 % debe provenir de las proteínas. La deficiencia de proteínas conduce a la pérdida de masa muscular en los trabajadores y otros trastornos como hipoalbuminemia (5).

Se requieren proteínas para el crecimiento y mantenimiento del músculo, hueso, piel y órganos, así como para la síntesis de enzimas, hormonas y anticuerpos.

Las proteínas de origen animal contienen todos los aminoácidos esenciales, mientras que las proteínas de los vegetales carecen de uno o más aminoácidos esenciales. Una dieta vegetariana puede aportar todos los aminoácidos esenciales siempre y cuando se combinen proteínas complementarias entre los vegetales.

## **GRASAS**

Las grasas contienen, 9 Kcal por gramo. Los adultos activos no obesos pueden obtener hasta el 35 por ciento de su energía de las grasas y los adultos sedentarios pueden consumir hasta el 30 por ciento, siempre y cuando no más del 10 por ciento de la ingesta de energía sea de grasas saturadas, (1).

Las grasas sirven como reservas de energía almacenadas en el tejido adiposo y ayudan en el amortiguamiento y aislamiento del cuerpo. Durante el ejercicio físico, el cuerpo utiliza primero los carbohidratos.(8)

Las grasas insaturadas, son las consideradas más sanas, ayudan a regular la presión arterial y son necesarias para el transporte de las vitaminas A, D, E, K que son solubles en lípidos. Las Polinsaturadas como el omega 3 tienen otros beneficios en la salud como regular la concentración de colesterol y triglicéridos entre otros(12).

Grasas saturadas se acumulan en el organismo como colesterol y triglicéridos, se deben consumir con moderación, se encuentran en la mayoría de los productos de origen animal (12).

Las grasas trans en lo posible se deben evitar. Aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y todas las enfermedades asociadas con la obesidad. (2).

## **CARBOHIDRATOS**

Los carbohidratos disponibles en forma de glucosa y almacenados como glucógeno, son la principal fuente de energía para el trabajo físico. Son la primera fuente de energía en el trabajo físico. Su función principal es aportar energía, especialmente al cerebro, sistema nervioso y músculos.

Cantidades excesivas de carbohidratos simples aumentan el riesgo de aumento de peso y conducen a la obesidad, enfermedad que se relaciona con síndrome metabólico, diabetes, y trastornos cardiovasculares, mientras que los

carbohidratos complejos y la fibra reducen estos riesgos y pueden evitar determinados tipos de cánceres.

En resumen, los trabajadores sanos deben tener una ingesta calórica de 50 a 70 por ciento de carbohidratos (principalmente carbohidratos complejos), 15 a 30 por ciento de grasa (principalmente grasas insaturadas) y 8 a 15 por ciento de proteína (incluyendo proteína de origen animal) (8,12).

## **MICRONUTRIENTES**

Entre estos están las vitaminas, los minerales y los fitonutrientes de gran importancia para la salud del trabajador.

Las vitaminas son elementos químicos orgánicos que se encuentran en plantas y animales. De mucha importancia para los trabajadores, algunos ejemplos: la vitamina C ayuda a la absorción del hierro, la vitamina E ayuda en la prevención de enfermedades cardíacas y algunos tipos de cáncer y la vitamina B12, importante para mantener un sistema nervioso sano, cabe anotar que esta no está presente en las dietas vegetarianas.

Los principales minerales y los oligoelementos son el calcio, flúor, yodo, hierro, selenio, sodio y zinc. El zinc, que a menudo no está presente en las dietas vegetarianas, y el hierro son de especial interés para el correcto funcionamiento orgánico de los trabajadores (5,8).

Una baja ingesta de hierro puede también aumentar la absorción de metales tóxicos, como cadmio y plomo, común en trabajadores de gasolineras, empresas petroleras, fabricantes de baterías. La mujer tiene mayor riesgo de deficiencia de hierro a causa de las gestaciones y la pérdida de sangre durante la menstruación.

Normalmente se puede solucionar la anemia administrando alimentos ricos en hierro o fortificados.

La depresión, demencia, dermatosis, baja capacidad de trabajo, fatiga crónica, anemia, infecciones, ceguera, osteoporosis y disminución de la fuerza muscular, pueden ser causadas por deficiencia de micro nutrientes. (2).

## **HIDRATACIÓN EN EL TRABAJO FÍSICO**

La pérdida de líquidos y electrolitos durante el trabajo físico está dada por las características del trabajo, las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura externa, viento, áreas cubiertas o al aire libre), por las características individuales como el uso de ropas impermeables, grado de adaptación a las condiciones climáticas externas, el entrenamiento en las actividades del trabajo específico y la capacidad de sudoración (16).

Cuando se realiza trabajo físico, se consume energía, ya analizada en temas anteriores, que es liberada por los músculos en forma de calor. La adecuada cantidad de agua en el cuerpo evita la hipertermia, el calor es eliminado por mecanismos fisiológicos como la evaporación (sudoración), la conducción y la irradiación. En estos mecanismos de enfriamiento se pierde agua y electrolitos. Si estas pérdidas no se reponen, se aumenta el calor corporal y se presentan condiciones que afectan el rendimiento laboral como calambres, agotamiento, somnolencia, inquietud, irritabilidad, rigidez muscular, dificultad para el movimiento y la concentración mental y si la pérdida es intensa puede haber golpes de calor y descompensación cardiopulmonar con elevación de la frecuencia cardiaca, oliguria, choque hipovolémico y incluso la muerte (16).

La sed es un mecanismo esencial en la regulación del agua corporal y uno de los primeros síntomas en la deshidratación. La sensación de sed es regulada por el hipotálamo, este activa la sensación de sed cuando la presión osmótica del plasma aumenta. Pero este mecanismo no mide con precisión el estado de hidratación celular, por esto en muchas ocasiones no se siente sed hasta mucho después que se ha iniciado el proceso de deshidratación. En otras palabras la sed es un síntoma tardío de deshidratación. Por esta razón no se debe esperar a tener sed, para tomar líquidos, es necesario hidratarse antes, durante y después del trabajo físico y debe asegurarse una adecuada cantidad de líquido (16).

En trabajos físicos con un tiempo mayor a 4 o 5 horas hay pérdidas importantes de sodio, potasio y glucosa, aunque el cuerpo almacena suficientes reservas de estos electrolitos, se sabe que el sodio ejerce un efecto estimulante en la absorción intestinal de la glucosa y la combinación de sodio y glucosa estimula la absorción intestinal de agua. En lo posible se sugiere combinar las bebidas hidratantes con glucosa, sacarosa y maltodextrina. (16).

Se recomienda durante las jornadas laborales en tiempo caluroso abiertos, en operarios expuestos al sol y trabajos en ambientes calurosos ingerir abundante agua con electrolitos disueltos durante toda la jornada laboral y combinados con la ingesta de alimentos que contengan sal, porque de lo contrario el agua no se retiene en el organismo en la proporción necesaria para evitar la deshidratación. Al beber agua con electrolitos (sales minerales) e hidratos de carbono, el cuerpo responde más eficientemente al esfuerzo físico.(16).

Entre las principales medidas para prevenir la deshidratación y sus implicaciones en el ambiente laboral, se debe iniciar con procesos de aclimatación de los trabajadores, es importante tener precaución extrema con las personas obesas, trabajadores no capacitados, con descondicionamiento físico o con alguna enfermedad cardio-pulmonar. . Es importante anotar que la ingesta de licor y las bebidas estimulantes como la cafeína (aumentan la

diuresis). Se debe considerar el ofrecimiento de periodos de descanso frecuentes y en ambientes frescos.

La ropa en los trabajadores es importante en la pérdida de líquidos y electrolitos (17). Es importante pensar en la comodidad, definir talla correcta, color, estilo, modelo, características que no produzcan incomodidad en el trabajador, pero que le dé confort y protección.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Best T. Bases Fisiológicas de la Práctica Médica. , 12ª Edición ed.: Editorial Panamericana; 1994.
- (2) Harrison. Principios de Medicina Interna. 17 Edición ed.: Editorial Interamericana Mc Graw Hill.
- (3) Wikipedia. CONTRACCIÓN MUSCULAR. 25 mar 2010; . Accessed 07 04 2010, 2010.
- (4) Almudena FV, López jC. Fisiología del Ejercicio. 3º ed. Madrid: Panamericana; 2006.
- (5) McArdle Wdk, Frank I, katch VL. Fundamentos de Fisiología del Ejercicio. Segunda ed. ESPAÑA: McGRAW-HILL.INTERAMERICANA; 2004.
- (6) Quintero MA, editor. Lesiones osteomusculares, Evaluación Postural, Higiene Postural. ; 29 de enero 2010; .
- (7) Converso G, Korell ME. **Estandar de tamizaje para trastornos posturales en infantes** . 2010; Available at: [www.kinesiologia.com/trabajos/estandar-tamizaje-postural.htm](http://www.kinesiologia.com/trabajos/estandar-tamizaje-postural.htm). Accessed 04 08 2010, 2010.
- (8) Astrand P, Rodahl k. Fisiología del Trabajo Físico. segunda ed. Buenos Aires: Editorial médica panamericana; 1985.
- (9) Luttgens K, Wells KF. kINESIOLOGIA Bases Científicas del Movimiento Humano. 7th ed. Madrid: Augusto E. Pila Teleña; 1982.
- (10) Duque J, Ing., editor. Biomecánica del tejido óseo. ; 23 de mayo de 2009; ; 2009.
- (11) Peterson F, Kendall e, Geise P. MÚSCULOS PRUEBAS, FUNCIONES Y DOLOR POSTURAL. 4ª ed. España: MARBAN LIBROS, S.L.; 2000.



(12) INDER, editor. XVI CONGRESO DE MEDICINA DEPORTIVA Y CIENCIAS APLICADAS. ; 15,16,17 DE FEBRERO DE 2010; ; 2010.

(13) Reinhart RO. Basic Flight Physiology. third ed. New York: Mc Graw Hill; 2008.

(14) Morehouse M. Fisiología del Ejercicio 9ª Edición ed.: Editorial El Ateneo; 1986.

(15) Smith T. Fisiopatología. 2ª Edición ed.: Editorial Panamericana; 1991.

(16) Nogareda S. Medicina Laboral deshidratación y trabajo. Available at: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=380>. Accessed mayo20, 2010.

(17) Dr. Villegas García JC, Dra. Martínez Rocamora MT, Prof. Canteras Jordana M. **ENSAYO DOBLE CIEGO DE UNA FIBRA DE INVESTIGACIÓN CON EFECTOS SOBRE EL ACLARACIÓN DEL LACTATO EN DEPORTISTAS.** Available at: [www.photonkirolak.com/i26.html](http://www.photonkirolak.com/i26.html), 2010.