



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
**LICENCIATURA EN TERAPIA OCUPACIONAL**



ELABORADO POR:

EYENI GARCÍA BERNAL

INÉS AIMME ITURBIDE PARDIÑAS

DULCE LORENA ARMENDARIZ ACEVEZ

**ANTOLOGÍA**

**KINESIOLOGÍA,  
BIOMECANICA Y TERAPIA  
OCUPACIONAL**



**Dicente:**

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>PRIMERA UNIDAD: Influencia del movimiento sobre el crecimiento y desarrollo de los huesos. Flexibilidad articular. Estiramiento corporal.....</b>	<b>5</b>
<b>Factores que intervienen en el desarrollo y crecimiento de los huesos.....</b>	<b>5</b>
<b>Flexibilidad articular.....</b>	<b>7</b>
<b>Estiramiento musculo - tendinoso.....</b>	<b>10</b>
<b>SEGUNDA UNIDAD: Kinesiología de la respiración.....</b>	<b>15</b>
<b>El acto respiratorio.....</b>	<b>16</b>
<b>Anatomía funcional del tórax.....</b>	<b>16</b>
<b>Artrocinematica del tórax.....</b>	<b>16</b>
<b>Musculo cinética del acto respiratorio.....</b>	<b>17</b>
<b>Tipos respiratorios.....</b>	<b>19</b>
<b>Influencia de la postura sobre la respiración.....</b>	<b>19</b>
<b>TERCERA UNIDAD: Kinesiología de la Pelvis.....</b>	<b>22</b>
<b>Anatomía de la pelvis.....</b>	<b>23</b>
<b>Artrocinematica de la pelvis.....</b>	<b>24</b>
<b>Musculo - cinética de la pelvis.....</b>	<b>26</b>
<b>Movimientos conjugados o sinérgicos entre la pelvis, la columna lumbar y las caderas.....</b>	<b>26</b>
<b>Los movimientos pélvicos y su utilización en la kinesioterapia.....</b>	<b>27</b>
<b>Ejercicios pélvicos para la recuperación funcional.....</b>	<b>28</b>
<b>CUARTA UNIDAD: fundamentos biomecánicos de la kinesioterapia.....</b>	<b>30</b>
<b>Concepto básico.....</b>	<b>31</b>
<b>La fuerza muscular: características.....</b>	<b>31</b>

<b>La fuerza de la gravedad: características.....</b>	<b>33</b>
<b>Las palancas anatómicas y su ventaja mecánica.....</b>	<b>35</b>
<b>Las condiciones de equilibrio corporal.....</b>	<b>37</b>
<b>Fundamentos biomecánicos de los ejercicios asistidos.....</b>	<b>37</b>
<b>Fundamentos biomecánicos de los ejercicios resistidos.....</b>	<b>38</b>
<b>Fundamentos biomecánicos de la utilización de ayudas para la recuperación funcional.....</b>	<b>38</b>
<b>QUINTA UNIDAD: kinesiología de la postura.....</b>	<b>41</b>
<b>Kinesiología de la postura.....</b>	<b>41</b>
<b>Artrocinematica de la bipedestación.....</b>	<b>45</b>
<b>Alteraciones posturales de mayor frecuencia y la higiene de postura.....</b>	<b>46</b>
<b>SEXTA UNIDAD: La kinesiología, biomecánica y terapia ocupacional.....</b>	<b>51</b>
<b>Biomecánica en la terapia ocupacional.....</b>	<b>54</b>
<b>Orígenes y supuestos del marco de referencia biomecánico.....</b>	<b>61</b>
<b>Premisas y objetivos del marco de referencia biomecánico.....</b>	<b>62</b>
<b>Intervención terapéutica del marco de referencia biomecánico.....</b>	<b>63</b>
<b>Teoría del marco de referencia biomecánico.....</b>	<b>64</b>

## INTRODUCCIÓN

La Kinesiología, definida como la ciencia del movimiento humano, constituye una disciplina básica en la formación del terapeuta ocupacional, porque sienta las bases para realizar una adecuada evaluación del movimiento y también de las actividades de la vida diaria del ser humano, para aplicar una terapia ocupacional con sólidas bases científicas del movimiento. Sin el conocimiento correcto de los movimientos corporales y sus efectos no es posible emprender con éxito la tarea de tratar mediante el movimiento.

Se pretende entonces, dar a conocer en la terapia ocupacional la kinesiología y biomecánica para hacer de ella una disciplina más lógica y racional en el tratamiento basado en el movimiento

El presente manual de Kinesiología y Biomecánica en la Terapia Ocupacional, comprende el estudio de seis unidades temáticas, la primera referida al desarrollo óseo y su relación con el movimiento; la flexibilidad articular y los factores que la determinan, la descripción de ejercicios de estiramiento para un movimiento funcional. La segunda se refiere a la kinesiología de la respiración con enfoque de actividades y tareas funcionales en la vida diaria de las personas. La tercera estudia la kinesiología de la pelvis y su importancia en el análisis de la postura y los movimientos corporales funcionales. La cuarta estudia los fundamentos biomecánicos de la kinesioterapia y su aplicación en la terapia ocupacional. La quinta comprende el estudio de la postura y la reeducación del movimiento funcional. Y la sexta comprende el marco de referencia biomecánico en terapia ocupacional.

El manual está orientado a brindar conocimientos actualizados en los temas antes mencionados que permitan al terapeuta ocupacional alcanzar mejor entendimiento al estudiante de la profesión y así la aplicación del marco de referencia biomecánico en la intervención de la terapia ocupacional para mejorar, o bien en su caso restablecer el desempeño ocupacional y la funcionalidad de la persona de acuerdo a su ciclo vital.

## **PRIMERA UNIDAD**

### **INFLUENCIA DEL MOVIMIENTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS HUESOS. FLEXIBILIDAD ARTICULAR. ESTIRAMIENTO CORPORAL.**

#### **I. OBJETIVOS GENERALES.**

- Explicar la influencia del movimiento sobre el crecimiento y desarrollo óseo.
- Explicar la importancia de la flexibilidad articular en la funcionabilidad.
- Describir y analizar el estiramiento corporal en la funcionalidad.

#### **II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la influencia del movimiento sobre el crecimiento y desarrollo de los huesos; a) explicar los factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo óseo, b) explicar relación entre actividad física y crecimiento y desarrollo óseo, c) explicar la relación entre actividad física y osteoporosis.
- Explicar el concepto de flexibilidad y la relación en la función de la persona; a). explicar los factores que determinan la movilidad articular, b) explicar los factores que limitan la amplitud de los movimientos articulares, c) explicar los factores que determinan la amplitud articular.
- Explicar los objetivos del ejercicio del estiramiento y la función; a) explicar los diferentes tipos de ejercicios de estiramiento, b) analizar kinesiológicamente los ejercicios de estiramiento.

#### **III. TEMAS**

- a). Influencia del movimiento sobre el crecimiento y desarrollo de los huesos.
- b). Flexibilidad articular
- c). Estiramiento músculo-tendinoso
- d). Ejercicio

#### **IV. AUTOEVALUACIÓN**

#### **V. BIBLIOGRAFÍA**

## A. INFLUENCIA DEL MOVIMIENTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS HUESOS.

### - Factores que intervienen en el desarrollo y crecimiento de los huesos.

Los podemos clasificar en cuatro grupos:

- a. **Genético – hereditarios**
- b. **Bioquímico – nutricionales**
- c. **Biomecánico – funcionales**
- d. **Hormonales**

Los factores **genéticos – hereditarios** se refieren a los caracteres que se transmiten de padres a hijos a través de los genes y cromosomas. Están ligados a la raza y también sexo. Estos patrones se ven reforzados cuando los hijos “imitan” los patrones posturales y motrices de sus padres.

Los factores **bioquímico – nutricionales**, están ligados a la calidad y cantidad de nutrientes que ingiere el ser humano, inclusive desde que se encuentran en el seno materno, dependiente en este caso de la calidad de nutrición de la madre; asimismo se refiere a la capacidad de absorción de sales minerales que tiene la persona. Los niños que presentan una nutrición deficiente en calcio, fósforo y otros elementos naturales que constituyen el tejido óseo, corren el riesgo de contraer una afección llamada raquitismo, que se caracteriza por la deformidad de los huesos, sobre todo en los miembros inferiores, los cuales, al estar disminuida su propiedad de dureza, no pueden soportar adecuadamente las presiones del cuerpo (peso) que sobre ellos ejercen, arqueándose o aplanándose. Es evidente que la desnutrición y la mala nutrición influyen negativamente en el crecimiento y desarrollo de los huesos tronándose frágiles o demasiado elásticos.

Los factores **biomecánico – funcionales**, se encuentran ligados a la función biomecánica que cumplen los huesos dentro de la economía humana. El trofismo óseo (desarrollo de la masa o volumen óseo) se ve favorecido por las presiones que sobre los huesos se aplican, siempre y cuando, sean intermitentes y no continuas. Los niños que desde temprana edad son expuestos a una actividad física adecuada tienen las mejores posibilidades de desarrollo corporal, pues al estar sus huesos sometidos a diversos tipos de cargas, reaccionan generando mayores cantidades de tejido óseo. En resumen, el movimiento constituye el factor biomecánico funcional de mayor influencia.

Los factores **hormonales**, se refiere a la función que cumplen las hormonas que secretan las glándulas, hipófisis, tiroides y paratiroides. La primera regula y controla el trabajo de las otras dos a través de la hormona de crecimiento.

### - Actividad física, crecimiento y desarrollo óseo

Es obvio que ninguno de los factores mencionados anteriormente, puede, por sí solo, determinar el crecimiento y desarrollo de los huesos; en algunos casos puede darse la predominancia de unos factores sobre otros, como cuando subsiste en una persona la presencia de un gen recesivo que limita su crecimiento. Sin embargo, el movimiento expresado en términos de actividad física cumple un papel preponderante en este aspecto y de esto depende sus patrones de movimiento y por consiguiente la función y desempeño de actividades de la persona.

Clínicamente se ha comprobado que la falta de función motriz altera el crecimiento y desarrollo de los huesos, como es el caso de las parálisis que no solo causan atrofia muscular, sino también ósea, observándose diferencias de longitud y grosor entre los huesos de un miembro paralizado con el homólogo no afectado.

También se ha determinado reducción de la masa ósea en las personas que se ven obligadas a permanecer por mucho tiempo en decúbito, o que se hallan postrados. Igualmente sucede en los astronautas que pasan largos tiempos en situación de ingravidez. En ambos casos la ostensible disminución de la actividad física condiciona la reducción de la masa en el cuerpo. Puede concluirse que el movimiento determina la **función de todos los órganos y sistemas del cuerpo**.

#### - **Actividad física y Osteoporosis**

La osteoporosis ha sido uno de los problemas de salud pública más importante. La osteoporosis se define como la reducción de la masa ósea, asociada a la edad, y, además, en la mujer, a los cambios hormonales producto de la menopausia. La mujer que envejece tiene una reducción de masa ósea significativamente mayor que la del hombre en igual situación, lo que la expone al riesgo de sufrir fracturas, producidas generalmente por caídas, afectando al igual el desempeño y función de las actividades de la vida diaria de las personas.

Se ha comprobado que la actividad física es un medio eficaz para combatir la rápida reducción de la masa ósea; las personas que envejecen y que se someten a programas de ejercicios físicos, científica y técnicamente prescritos, reportan menores niveles de reducción de masa ósea, esto se debe, en parte, a la acción que el movimiento ejerce sobre los huesos, al mantener una demanda permanente de trabajo sobre ellos, generando un mantenimiento y/o aumento del trofismo del tejido óseo.

### **B. FLEXIBILIDAD ARTICULAR**

#### - **Concepto**

Es la capacidad para realizar movimientos articulares de mayor o menor amplitud. Por lo general se aplica siempre en el primer sentido; un segmento corporal es flexible (o más flexible) cuando genera movimiento de mayor amplitud que otros segmentos.

#### - **Factores que determinan la movilidad articular**

¿Qué es lo que determina que una articulación tenga mayor o menor movilidad?

Existen dos grupos de factores: extrínsecos y los intrínsecos.

Los factores **extrínsecos** se refieren a todas las fuerzas que al aplicarse sobre los huesos, hacen que éstos se movilizan alrededor de las articulaciones. Por ejemplo, al aplicarse la fuerza que genera el músculo bíceps braquial sobre el radio, donde se inserta, provoca el movimiento de flexión de codo. La fuerza muscular constituye la más importante de las fuerzas que posibilita el movimiento corporal. Otras fuerzas son: la gravedad, la fuerza de otra persona, etc.

Los factores **intrínsecos** son aquellos que se refieren a las propias articulaciones:

- a. **Tipos de articulación**, las articulaciones **anfiartrósicas**, que tienen un esbozo de cavidad articular, y las **diartrósicas**, que si la tienen, poseen movimientos; en cambio las **sinartrósicas**, que no poseen cavidad, carecen de movimiento. Histológicamente, la mayor parte de las articulaciones **sinoviales** tienen movimiento observable a simple vista, al igual que ,a mayor parte de las **fibro-cartilagenosas** aunque de menor amplitud que aquellas; por último, las articulaciones fibrosas llamadas **sin-desmosis** como la córaco – clavicular y la tibia – peronea inferior, también poseen movimientos pero de poca amplitud.
- b. **Forma de las superficies articulares** las articulares enartrósicas o esféricas, como las del hombro y cadera, son las que tienen movimientos en todos los planos corporales y eje articulares, su forma esférica así lo facilita. En cambio, las trocrales, como las interfalángicas y las trocoides, como la radio – cubital superior, solo tienen movimientos en un solo plano y en un solo eje. Para entender a cabalidad este aspecto, pongamos como ejemplo a la articulación de la rodilla, la cual es de tipo troclear, la tróclea o polea está conformada por los cóndilos femorales y la escotadura que los separa; está tiene mayor longitud en el sentido antero posterior y es por allí por donde se desliza la rótula conjuntamente con el tendón cuadriceps, cada vez que se moviliza la articulación. No existe la posibilidad de movimientos en otros planos (excepto los micro movimientos no observables a simple vista) porque la forma y orientación de las superficies articulares no se lo permiten.
- c. **Disposición y tensión de los ligamentos** en el ejemplo anterior, los ligamentos que unen a la articulación de la rodilla, los colaterales y los cruzados, impiden por su disposición y tensión que se realice el movimiento en otros planos que no sean el descrito; los ligamentos colaterales se ponen tensos cuando la rodilla se coloca en extensión, y más aún si soportan carga, impidiendo que se produzcan movimientos en los planos lateral y transversal.

- **Factores que limitan normalmente la amplitud articular**

Se refieren a aquellos factores que impiden que determinado movimiento articular tenga una mayor amplitud, los podemos agrupar de la siguiente manera:

- a. **Tensión de las partes blandas del lado (o cara) contrario al movimiento**, estas partes blandas son: ligamentos, cápsula articular, músculos y tendones, fascias o aponeurosis, tejido celular subcutáneo y piel; cualquiera de estos elementos, o todos,



se pueden poner tensos en determinado movimiento. Al iniciarse un movimiento, todas las partes blandas se comienzan a elongar con el propósito de facilitar el desplazamiento articular, al llegar a su límite de estiramiento o elongación, generan una fuerza (tensión) cuyo sentido es contrario a la fuerza que genera el movimiento, limitando de esta manera la continuación del movimiento.

- b. **Choque o contacto de las partes blandas de la cara (o lado) donde se realiza el movimiento**, por lo general las partes blandas que entran en contacto son las que rodean a la articulación en movimiento, y se ubican en la misma cara (o lado) hacia donde se realiza el movimiento. Cuanto mayor sea el volumen (o masa) de los tejidos blandos corporales que entren en contacto, más rápidamente se limitará la amplitud del movimiento. Un ejemplo “clásico” lo constituye la flexión del codo, en la cual el principal factor de limitación es el choque de las partes blandas de la cara anterior del tercio distal del brazo con la del tercio proximal del antebrazo.
- c. **Choque de partes ósea articulares o peculiares del lado (o cara) hacia donde se realiza el movimiento**, se produce solo en algunos movimientos y en los límites máximos o extremos de amplitud, pues, por lo general, los segmentos óseos que constituyen una articulación, se deslizan entre sí facilitando el movimiento. Un ejemplo notorio lo constituye la extensión del codo, en la cual el choque del pico del olecranon con el fondo de la fosa olecraniana es el principal factor de limitación.

#### - **Factores que influyen (o determinan) la amplitud articular**

Son todos aquellos factores que influyen para que una articulación (o segmento corporal) genere movimientos de mayor o menor amplitud, y son los siguientes:

- a. **La edad**, sabido es que cuanto más joven es el ser humano más elásticos y flexibles son los tejidos corporales, permitiendo alcanzar movimientos de mayor amplitud. Con el paso de los años la elasticidad de los tejidos disminuye y con ella la flexibilidad articular; ya en vejez, algunas articulaciones se vuelven “rígidas”, productos de las modificaciones o cambios cuantitativos – cualitativos, como los que ocurren en el líquido sinovial que lubrica las articulaciones, o los que ocurren en las fibras que constituyen los ligamentos y la cápsula articular, por citar algunos.
- b. **El sexo**, las mujeres tienen movimientos de mayor amplitud que los hombres, debido a que poseen una mayor elasticidad en sus partes blandas corporales y un menor tono muscular, influenciados por factores hormonales ligados al sexo.
- c. **La actividad física ligada a las ocupaciones y al entrenamiento**, las articulaciones con movimiento requieren de él para garantizar su mayor y mejor desarrollo, aquí cabe aplicar el dicho “la función hace al órgano”. Las fibras elásticas que forman parte de los tejidos articulares y periarticulares, se ven sometidas a constantes tensiones y distensiones, debido al movimiento, las cuales van a estimular su desarrollo morfológico y funcional. La flexibilidad es directamente proporcional a la elasticidad, a mayor elasticidad, mayor flexibilidad. El movimiento permite mantener

y/o aumentar la flexibilidad articular, en la medida que mantiene y/o aumenta la elasticidad corporal. Las ocupaciones ligadas a la realización de actividad física son garantía del mantenimiento de una buena flexibilidad articular; por el contrario, las ocupaciones sedentarias atentan contra ella. Asimismo el entrenamiento científicamente guiado y prescrito, influye positivamente sobre la flexibilidad, esto se puede apreciar en la mayoría de las actividades artísticas y deportivas donde interviene como base el movimiento, por ejemplo; el ballet, la danza, la gimnasia, el atletismo, etc.

- d. **Las enfermedades o afecciones**, principalmente las articulares, las cuales restringen o limitan directa o indirectamente la movilidad articular. El ejemplo clásico lo constituye la artritis reumatoide.

### **C. ESTIRAMIENTO MÚSCULO – TENDINOSO**

Es la aplicación de ejercicios con el fin de elongar las partes blandas corporales, principalmente los músculos y sus tendones, las bolsas de tejido conectivo y las fascias o aponeurosis, que permitan aumentar la movilidad articular, la cual puede estar restringida o conservada.

#### **1.- Bases científicas**

##### **a. Bases morfo – fisiológicas del estiramiento**

Todos los órganos y tejidos blandos que constituyen el aparato locomotor, tienen la propiedad de elasticidad, por lo que pueden ser elongados o estirados y recobrar luego, su forma original. La elasticidad de los músculos es importante para que puedan realizar un trabajo mecánico con la mayor eficacia posible; si un músculo se acorta tiene un menor espacio que recorrer cuando se contrae y por lo tanto, se produce menos fuerza. Si un músculo es estirado previamente, se produce al contraerse, una mayor fuerza. Inclusive de acuerdo a las pruebas de longitud – tensión, los músculos generan su máxima tensión cuando su longitud es mayor en un 20% que la que tiene en reposo.

Algunos músculos pueden estirarse hasta el 50% por encima de su longitud en reposo.

##### **b. Bases neurológicas del estiramiento**

Al estirar un músculo los husos neuromusculares captan el estímulo, el cual es llevado a la médula espinal, produciendo una respuesta refleja, efectora, que se caracteriza por un acortamiento brusco de corta duración del músculo (reflejo de estiramiento o miotático). Si queremos inhibir la acción de este reflejo defensivo, el estiramiento debe ser progresivo y sostenido.

Asimismo cuando se contrae un músculo, su antagonista se relaja (reflejo de inhibición recíproca), quedando, en posibilidad de ser estirado, sin embargo, debe ser hecho con mucho cuidado porque podría ser dañado por sobre estiramiento.

Por ultimo tenemos el principio de “a máxima contracción, máxima relajación” que es el que más se aplica en las técnicas de estiramiento y se basa en la relajación voluntaria del músculo y el reflejo de inhibición autógena o auto inhibición, que se desencadena cuando los husos neuro – tendinosos son estimulados por una fuerte contracción, que obliga a la relajación refleja del músculo que se contrae frecuentemente.

### **c. Bases biomecánicas del estiramiento**

Para realizar un estiramiento adecuado es necesario mantener fija una de las dos inserciones del músculo y proceder a desplazar el segmento donde se ubica la otra inserción en el sentido contrario al movimiento que normalmente realiza el músculo a estirar. La tendencia es que cuando se llega al límite del estiramiento, sobre todo en un músculo acortado, el segmento que debe permanecer fijo, una de las dos inserciones del músculo y proceder a desplazar el segmento donde se ubica la otra inserción en el sentido contrario al movimiento que normalmente realiza el músculo a estirar.

Para estirar máximamente un músculo se deben realizar sus movimientos antagónicos. Por ejemplo, para estirar el bíceps braquial, se debe realizar extensión del codo y pronación del antebrazo, y además extensión del hombro, porque son los movimientos contrarios a los que realiza el bíceps.

Por último, la fuerza de estiramiento debe ser progresiva y sostenida, evitando generar dolor, que provocaría una respuesta refleja de contracción del propio músculo estirado.

### **d. Clasificación de los ejercicios de estiramiento**

De acuerdo a las **fuerzas** que intervienen pueden ser:

- Estiramientos pasivos, cuando interviene una fuerza externa al sujeto, su efecto es mayor en la fibra muscular.
- Estiramiento activo, producido por la propia fuerza del sujeto, su efecto es mayor sobre tendones y unión tendinosa.

De acuerdo a sus objetivos, pueden ser:

- Terapéuticos, cuando se trata de estirar estructuras blandas acortadas.
- Preparatorios para el trabajo muscular
- De mantenimiento, de elasticidad y de amplitud articular

## **2.- Técnicas de estiramiento**

a. **Contracción – relajación – elongación**, conocida comúnmente como “stretching”, la secuencia técnica es la siguiente:

- Contracción isométrica máxima de la musculatura que se quiere estirar, de 10 a 30 segundos.
- Relajación de la musculatura de 2 a 3 segundos.

- Estiramiento suave y sostenido de 10 a 30 segundos.
- b. **Contracción isométrica del antagonista**, con lo cual se relaja activamente el músculo que se quiere estirar, procediéndose a hacerlo; para que sea más notorio, se puede ofrecer resistencia al movimiento que realiza el músculo antagonista.
- c. **Estiramiento al límite**, la secuencia técnica es la siguiente:
- Estiramiento lento y suave, hasta alcanzar una tensión muscular moderada y se le mantiene de 10 a 30 segundos.
  - Adaptación a la longitud alcanzada.
  - Mayor estiramiento suave, de 10 a 30 segundos.
- d. **FNP activa**, la secuencia técnica es como sigue:
- Movimiento activo en toda su amplitud, con mantenimiento, con mantenimiento de 6 segundos en su posición final.
  - Contracción isométrica máxima del antagonista, con resistencia externa.
  - Contracción activa del antagonista buscando conseguir una mayor amplitud.
- e. **FNP pasiva**, consta de dos pasos:
- Estiramiento pasivo máximo con un mantenimiento de 6 segundos.
  - Contracción isométrica máxima del músculo estirado (antagonista al movimiento pasivo), mantenerla por 6 segundos.
- La técnica dura aproximadamente un minuto, tiempo durante el cual se alternan ambos pasos.

## D. EJERCICIOS

Los ejercicios deben desarrollarse en el laboratorio con espacio suficiente para desarrollarlos, en los cuales participen activamente la totalidad de los alumnos:

- Hagan una lista de las tallas de todos y cada uno de los alumnos, ordenándolos de mayor a menor. Discutir sobre el porqué de las diferentes tallas de los alumnos. Que factores consideran que han primado de estos casos.
- Expliquen cómo el ejercicio puede favorecer la mejor y más rápida consolidación de los huesos fracturados. Describan ejemplos prácticos de acuerdo a la ocupación.
- Exploren un programa de ejercicio destinado a prevenir la aparición de la osteoporosis y sus efectos secundarios en las mujeres pos menopáusicas así como su ocupación.
- Identifiquen los movimientos corporales que más fácilmente restringen su amplitud, señalando sus posibles causas. Apóyense en sus experiencias personales.
- Apliquen en sus compañeros los ejercicios descritos en la unidad temática y analicen su ejecución a las bases de la funcionalidad y de la ocupación, así como a las bases teóricas que las fundamentan.

#### IV. AUTOEVALUACIÓN

Lee cuidadosamente lo siguiente respondiendo con una V cuando sea verdadero y con una F cuando sea falso.

1. ( ) Las presiones intermitentes sobre los huesos, desfavorecen el crecimiento.
2. ( ) El raquitismo es una enfermedad congénita.
3. ( ) La hormona del crecimiento es producida por la tiroides
4. ( ) La mujer tiene mayor propensión a sufrir de osteoporosis que el hombre.

Lee lo siguiente y marca la respuesta correcta.

5. Lo que determina que el hombro sea la articulación de mayor amplitud de movimientos es principalmente:
  - a. El tipo de articulación
  - b. La forma de sus superficies articulares
  - c. La disposición y tensión de los ligamentos
  - d. Todas las anteriores
6. En la extensión de cadera, el factor que limita preponderantemente su amplitud es:
  - a. Tensión de partes blandas de la cara anterior
  - b. Choque de partes blandas de la cara posterior
  - c. Choque de partes óseas peri articulares
7. La flexibilidad articular disminuye en los ancianos por:
  - a. Engrosamiento de las partes blandas corporales
  - b. Pérdida progresiva de la elasticidad de las partes blandas
  - c. Disminución progresiva de las partes blandas
  - d. a y b
  - e. b y c
8. Para estirar el psoas ilíaco se requiere
  - a. Extender la cadera con la pelvis en ante versión
  - b. Extender la cadera con la pelvis en retroversión
  - c. Extender la cadera con la rodilla extendida
  - d. Extender la cadera con la rodilla flexionada

#### V. BIBLIOGRAFÍA

##### BÁSICA

Rasch, Philip. Kinesiología y Anatomía Aplicada. 7ma edición. 1991

Igual Camacho, Caledonia y otros. Fisioterapia General: Cinesiterapia. 1996

##### COMPLEMENTARIA

Lutgens, K. Y Wells, K. Kinesioterapia: Bases científicas del movimiento humano. 2005

Astrad, P. Fisiología del trabajo físico. 3ra edición 1992

Genot, C y otros. Kinesioterapia. 1988

Clinica de Medicina Deportiva. Volumen 2: Medicina deportiva en el deportista mayor. 1991



## SEGUNDA UNIDAD

### KINESIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN

#### I. OBJETIVOS GENERALES

- Analizar los movimientos del tórax en el acto respiratorio
- Explicar los principios kinesiológicos que fundamentan los ejercicios respiratorios.

#### II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar la kinesiólogía de la respiración.
- Explicar la constitución funcional del tórax.
- Realizar el análisis artrocinemático del acto respiratorio.
- Realizar el análisis músculo-cinético del acto respiratorio.
- Analizar los tipos respiratorios.
- Analizar la influencia de la postura en los movimientos respiratorios.

#### III. TEMAS

- A. Introducción
- B. El acto respiratorio
- C. Anatomía funcional del tórax
- D. Artrocinemática del acto respiratorio
- E. Músculos-cinética del acto respiratorio
- F. Tipos respiratorios
- G. Influencia de la postura sobre la respiración
- H. Ejercicios

#### IV. AUTOEVALUCIÓN

#### V. BIBLIOGRAFIA

## **A. INTRODUCCIÓN**

La respiración constituye un acto fisiológico imprescindible para la vida del ser humano. Desde el momento en que el nuevo ser deja el vientre materno, se comienza a ejercitar la respiración con la finalidad de oxigenar los diferentes tejidos corporales, cobrando vital importancia la oxigenación del tejido nervioso.

La respiración, al inicio de la vida, es un acto reflejo controlado por el sistema nervioso autónomo, al que luego se le suma el control nervioso voluntario, de tal manera que podemos, voluntariamente, impedir el ingreso de aire a nuestros pulmones (apnea respiratorio), pero solo por breves minutos, puesto que se altera el proceso de intercambio gaseoso y conlleva a producir un aumento de la concentración del CO<sub>2</sub> a nivel sanguíneo, lo que es captado por los centros nerviosos que controlan y regulan el acto respiratorio, obligando, reflejamente, a la contracción forzada de los músculos inspiradores.

## **B. EL ACTO RESPIRATORIO**

### **1. Concepto**

El acto respiratorio se define como el ingreso y salida de aire de los pulmones, gracias a los movimientos del tórax, producidos por la contracción y relajación de los músculos que en él se inserten.

### **2. Fases del acto respiratorio**

El acto respiratorio consta de dos fases:

- **Fase inspiratorio o de inspiración**, caracterizada por el ingreso de aire a los pulmones, se debe la disminución de la presión intratorácica (presión negativa) que se produce el ensancharse el tórax, favoreciendo, por diferencia de presiones el ingreso a los pulmones.
- **Fase espiratoria o de espiración** definida como la salida de los pulmones, debido al aumento de la presión intratorácica (presión positiva) que se produce al angostarse el tórax, provocando la salida de aire de los pulmones.

La inspiración coincide con el ascenso o elevación de las costillas, las cuales arrastran, inclusive el esternón, la espiración lo hace con el descenso o depresión costal.

## **C. ANATOMÍA FUNCIONAL DEL TÓRAX**

### **1. Conformación**

Llamado también jaula o caja torácica, el tórax, se encuentra conformada por el esternón, los doce pares de costillas y las vértebras dorsales. Tiene forma de cono truncado de vértices superior y base inferior, debido a que la longitud de las costillas, aumenta progresivamente de arriba abajo.



Los siete primeros pares de costillas se unen, por adelante, al esternón, a través de un cartílago costal, formando las articulaciones costo – esternales, las cuales son del tipo fibro – cartilaginosas y presentan escasa movilidad. Por detrás, las costillas se unen con las vértebras dorsales en dos puntos: a nivel de los cuerpos vertebrales, dando origen a las articulaciones costo – vertebrales, y a nivel de la apófisis transversas son del tipo diartrosis o sinoviales y son consideradas como artrodias, presentando una movilidad restringida, en estas articulaciones se realizan los movimientos costales.

## **2. Orientación espacial del esternón y las costillas**

Es importante conocer la orientación espacial de las costillas y el esternón para entender cómo son sus movimientos. El esternón se ubica en la cara anterior y medial del tórax, ocupando sus dos tercios superiores; en una vista lateral, su cara anterior mira ligeramente hacia arriba, y, obviamente, hacia adelante.

En vistas posterior y lateral de la caja torácica, las costillas se muestran oblicuas, dando lugar a que sus extremos laterales y anteriores, respectivamente, se ubiquen en un nivel (o altura) por debajo de sus extremos coronarios. En la inspiración, al elevarse las costillas, los extremos tienden a nivelarse (horizontalización costal).

En la vista anterior, la orientación de las dos o tres primeras costillas difiere de la que tienen las seis últimas (de la 5ta a la 10ma): las primeras están orientadas hacia abajo y hacia adentro, en cambio las últimas lo hacen hacia arriba y hacia adentro; al realizarse la elevación costal, en las primeras se movilizan más sus extremos internos o mediales, y en las últimas lo hacen más sus extremos laterales o externos.

## **3. Los diámetros del tórax**

Si practicamos cortes transversales del tórax, a diferentes niveles, se forman figuras casi circulares, en las cuales podemos trazar por lo menos dos diámetros: uno en sentido anteroposterior y otro en sentido latero lateral, conociéndosele más comúnmente como diámetro transversal. Es evidente que estos diámetros tienen mayor longitud a nivel inferior que superior, por lo que estos diámetros tienen mayor longitud a nivel inferior que superior, por la misma forma que tiene el tórax. Existe un tercer diámetro, el vertical, que va desde el estrecho superior del tórax hasta el estrecho inferior, el cual se encuentra obturado por el diafragma, tomando como referencia, para el análisis, su centro frénico.

Los diámetros torácicos nos sirven para graficar y entender mejor el ensanchamiento del tórax durante la inspiración, pues se produce un aumento de los tres, ocurriendo lo contrario durante la fase espiratoria.

## **D. ARTROCINEMÁTICA DEL TÓRAX**

### **1. Papel de las articulaciones costo-vertebrales y de la orientación de las costillas**

Como ya se ha señalado los movimientos costales se realizan en las articulaciones costo – vertebrales y costo – transversas y son, en condiciones normales, sincrónicos y simétricos. Para un mejor estudio, el eje de cada articulación se fusiona en uno solo y en una vista

superior tiene una orientación oblicua, el cual en las primeras articulaciones se aproxima más a un plano lateral, favoreciendo los desplazamientos costales en el sentido anteroposterior (mayor aumento del diámetro anteroposterior a nivel costal superior); en cambio, en las últimas, las inferiores, se aproxima más a un plano anteroposterior, favoreciendo los desplazamientos costales en el sentido lateral (mayor aumento del diámetro transversal a nivel costal inferior).

La orientación de las costillas en una vista anterior también favorece para que se produzcan iguales desplazamientos; al elevarse más, en las primeras costillas, sus extremos mediales, se favorece el aumento del diámetro anteroposterior, y, en las costillas del quinto al décimo par, al hacerlo más, sus extremos laterales, se favorece el aumento del diámetro transversal.

## **2. Amplitud de los movimientos costales. Papel de la cifosis dorsal.**

La amplitud de los movimientos costales está condicionada por la posibilidad de horizontalización de las costillas, en el plano anteroposterior, en este aspecto juega un papel importante la disposición de la columna dorsal; ésta presenta una curvatura en el plano antes señalado, de convexidad posterior, llamada cifosis (fisiológica o normal), es precisamente esta disposición lo que determina la oblicuidad de las costillas en el sentido anteroposterior, si la curvatura dorsal se acentúa, las costillas se hacen más oblicuas y su posibilidad de horizontalización disminuye y con ello la amplitud de sus movimientos. Concluimos en que un adecuado posicionamiento de la columna dorsal favorece un buen movimiento costal, pues posibilita una mayor horizontalización de las costillas.

## **3. Factores que limitan la movilidad costal.**

En la inspiración:

- a. Tensión de los músculos intercostales internos.
- b. Tensión de ligamentos costo transversos superiores

En la espiración:

- a. Tensión de los músculos intercostales externos y de los inspiradores forzados.

## **C. MÚSCULO – CINÉTICA DEL ACTO RESPIRATORIO.**

### **1. Inspiración**

- a. Músculos agonistas: el diafragma, los intercostales externos y los supracostales.
- b. Músculos accesorios: llamados también inspiradores forzados, pues sólo intervienen cuando se requiere aumentar la frecuencia respiratoria y/o cuando se requiere aumentar la movilidad costal: esternocleidomastoideo, escalenos, pectorales, serrato mayor, serrato menor posterior superior, dorsal ancho, sacro lumbar (fibras superiores).

### **2. Espiración**

**a. Músculos antagonistas:** se atribuye esta función a los intercostales internos y al triangular del esternón, en dirección a sus fibras, dirigidas en sentido contrario a las de los intercostales externos, sin embargo, en posición bípeda o en sedestación, las costillas descienden más por su propio peso que por trabajo muscular, en todo caso es lógico pensar que los intercostales externos se contraen excéntricamente para regular el descenso de las costillas.

**b. Músculos accesorios:** llamados también espiratorios forzados, pues sólo intervienen cuando se requiere de una expulsión brusca o intensa del aire que contienen los pulmones: recto anterior mayor del abdomen, oblicuo mayor, oblicuo menor, sacro – lumbar (fibras inferiores), dorsal largo, serrato menor postero inferior y cuadrado lumbar.

**c. Papel del diafragma en la inspiración:** el diafragma está considerado como el músculo más importante de la respiración, su sola contracción posibilita el ingreso de por lo menos el 50% del aire a los pulmones. El diafragma tiene dos fases o “tiempos” de trabajo: la primera, consiste en el descenso del centro frénico lo que genera el aumento del diámetro vertical; la segunda fase consiste en la elevación de las costillas inferiores a través del apoyo que ofrecen las vísceras abdominales al centro frénico, permitiendo el aumento del diámetro transversal y al elevar las costillas también arrastra al esternón generando, también, el aumento del diámetros anteroposterior.

**d. Músculos inspiratorios forzados:** la eficiencia mecánica de los llamados músculos inspiratorios forzados depende de la postura que adopten los segmentos en donde se ubican sus respectivos orígenes fisiológicos; para el adecuado trabajo del esternocleidomastoideo y de los escalenos se requiere que la cabeza y la columna cervical mantengan una posición neutra o de ligera extensión; para el mejor trabajo inspirador del pectoral mayor se requiere de abducción del hombro a 90° o más, asimismo se requiere de un adecuado posicionamiento de la escapula para el mejor trabajo del pectoral menor y el serrato mayor.

**e. Trabajo de los músculos espiratorios forzados:** en algunos actos se requiere de una expulsión brusca o intensa del aire que contienen los pulmones, esto se hace gracias a la contracción de los abdominales, que al contraerse comprimen a las vísceras “obligando” a un ascenso “forzado” del diafragma, lo que incrementa la presión intratorácica y genera una salida forzada del aire de los pulmones. Situaciones prácticas de espiración forzada son: el silbido, el estornudo, la tos, etc.

**f. Mecanismo de sinergia – antagonismo entre diafragma y las abdominales:** el diafragma y los músculos abdominales realizan acciones contrarias, por lo que son antagonistas; sin embargo, el diafragma requiere de una adecuada tonicidad de los abdominales para que puedan realizar eficientemente la segunda fase de su trabajo inspiratorio; los abdominales contienen a las vísceras de la cavidad abdominal, evitando que se desplacen inadecuadamente hacia abajo permitiendo de esta manera un adecuado punto de apoyo para el centro frénico del diafragma, facilitando su trabajo, lo que constituye una función sinérgica de los abdominales. Si los abdominales se volvieran flácidos,

perderían tonicidad y por lo tanto no ejercerían una adecuada fuerza de contención para las vísceras, éstas se desplazarían hacia abajo y no ofrecerían un punto de apoyo para el centro frénico.

## F. TIPOS RESPIRATORIOS

Existen tres tipos respiratorios, a saber:

- a. **Costal o Torácico**, en el cual predominan los movimientos costales frente a los movimientos diafragmáticos. Las mujeres tienen básicamente este tipo de respiración.
- b. **Diafragmático o abdominal**, en el cual predominan los movimientos del diafragma, objetivizados por los desplazamientos del abdomen al descender el centro frénico y “obligar” al desplazamiento anterior e inferior de las vísceras abdominales.
- c. **Mixto o costo – diafragmático**, en el cual a la vez que se visualizan movimientos abdominales, también se observan movimientos costales, sobre todo a nivel costal superior.

De los tres tipos respiratorios, se considera como el más fisiológico el costo diafragmático, pues posibilita un mayor ingreso de aire a los pulmones, al ensancharse significativamente los tres diámetros torácicos.

## G. INFLUENCIA DE LA POSTURA SOBRE LA RESPIRACIÓN

La amplitud de la movilidad costal y del desplazamiento diafragmático se ven influenciadas por el cambio de orientación espacial del cuerpo, en la medida que varía su relación con la gravedad.

En **bipedestación** durante la inspiración, el descenso del diafragma se ve favorecido porque se realiza en el mismo sentido de la gravedad, en cambio el ascenso costal se hace en contra, obligando a un mayor trabajo de los intercostales externos y del propio diafragma en la elevación de las últimas costillas. Durante la espiración ocurre lo contrario, el descenso costal se ve favorecido por la gravedad y el ascenso diafragmático se ve “dificultado”, aunque, como sabemos, el trabajo muscular es mínimo.

En **decúbito dorsal**, durante la inspiración, el descenso del diafragma se ve dificultado por el desplazamiento posterior y superior del contenido abdominal, en cambio, la elevación de las costillas se ve favorecida, porque el movimiento se realiza casi en dirección perpendicular a la gravedad; en resumen aumenta el trabajo diafragmático en su primera fase, y disminuye en su segunda fase, junto con el de los intercostales. Durante la espiración, el descenso costal no se ve muy favorecido, pero tampoco dificultado, realizándose, quizás, un mayor trabajo de los intercostales internos.

En **decúbito lateral**, la compresión que existe sobre un hemitórax, dificulta su normal expansión, favoreciéndose en compresión, la del otro lado; el análisis de la movilidad costal y diafragmática es similar al decúbito dorsal, el gasto de energía muscular aumenta

en ambos hemitoráx, en el lado de apoyo, porque la musculatura trata, a pesar de la compresión, de mantener la mayor amplitud costal y en el lado libre, por el trabajo compensatorio que se realiza para mantener la capacidad ventilatoria pulmonar.

En **decúbito ventral**, la compresión que existe sobre la cara anterior del tórax y del abdomen, dificulta la movilidad costal y diafragmática, disminuyendo la expansión torácica y por ende, la ventilación pulmonar. Se obliga entonces, a un mayor trabajo de los músculos inspiratorios, pudiendo inclusive, entrar en acción los inspiratorios forzados con la finalidad de mantener una adecuada ventilación pulmonar.

De las cuatro posiciones analizadas, es obvio, que la de bipedestación y el decúbito dorsal favorecen la realización de un acto respiratorio con una mayor eficiencia mecánica y fisiológica, quizás, con una mayor ventaja para el decúbito dorsal por el apoyo que tienen el cuerpo, por lo que puede planearse una posición intermedia, la sedestación apoyada, a la vez que favorece el trabajo diafragmático posibilita un buen apoyo del cuerpo, es esta posición que adoptan algunos pacientes con restricción en la ventilación pulmonar. El decúbito ventral está contraindicado en este tipo de paciente.

## H. EJERCICIOS

Utilizando la metodología de taller, realiza los siguientes ejercicios:

- a. En un esquema del tórax en vistas anterior, lateral y posterior, señalar la orientación de las costillas.
- b. Con la ayuda de un compañero demostrar los movimientos costales y desplazamiento diafragmático.
- c. Con la ayuda de un compañero delinear aproximadamente la disposición espacial del diafragma.
- d. Determinar el tipo respiratorio que presenta un compañero.
- e. Analizar el movimiento costal y diafragmático, en decúbito dorsal, decúbito lateral, decúbito ventral, sedestación y bipedestación, señalando sus ventajas y desventajas en la reeducación respiratoria.

## IV. AUTOEVALUACIÓN

Señale si lo que se afirma es verdadero con una V y si es falso con una F

- 1- ( ) La orientación de las costillas inferiores en vista anterior es hacia arriba y adentro
- 2- ( ) La segunda fase del trabajo diafragmático consiste en elevar costillas inferiores
- 3- ( ) La espiración implica trabajo muscular al igual que la inspiración
- 4- ( ) El tipo respiratorio más fisiológico es el costo – diafragmático.

Marque la respuesta correcta.

- 5- Uno de los siguientes no es músculo inspiratorio forzado:

- a. Serrato mayor
  - b. Esternocleidomastoideo
  - c. Pectoral mayor
  - d. Intercostales externos
  - e. Escalenos
- 6- La sinergia entre los abdominales y el diafragma se produce en:
- a. La espiración forzada
  - b. La espiración relajada
  - c. El descenso del centro frénico del diafragma
  - d. La elevación de las costillas inferiores por el diafragma
  - e. La elevación de las costillas superiores
- 7- El diámetro transversal del tórax aumenta preponderantemente a nivel ..... porque el eje articular costo vertebral se aproxima más a un plano .....
- a. Costal superior / antero – superior
  - b. Costal inferior / antero – posterior
  - c. Costal superior / lateral
  - d. Costal inferior / lateral
- 8- La elevación de las costillas durante la fase inspiratoria se ve favorecida por la posición de:
- a. Bipedestación
  - b. Sedestación
  - c. Decúbito dorsal
  - d. Decúbito lateral
  - e. Decúbito ventral

## **V. BIBLIOGRAFÍA**

### **Básica**

Kapandji, I. A. Cuadernos de fisiología articular. Tomo III: tronco. 6da. Ed. 2013.

### **Complementaria**

O`Rahilly, R. Anatomía de Gardner. 5ta. Ed. 2001

Lapierre, A. La Reeduación Física. Tomo I: Cinesiología. Ed. 2008

Astrad, P. fisiología del trabajo físico. 3ra. Ed. 1992

Lacote, M. Valoración de la función muscular, normal y patológica. 1ra. Ed. 1984

## **TERCERA UNIDAD**

### **KINESIOLOGÍA DE LA PELVIS**

#### **I. OBJETIVOS GENERALES**

- Realizar el análisis kinesiológico y biomecánico de los movimientos de la pelvis.
- Utilizar los movimientos pélvicos con fines terapéuticos.

#### **II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Explicar la anatomía funcional de la pelvis
- Realizar el análisis artro cinemático de la pelvis
- Realizar el análisis musculo cinético de la pelvis
- Analizar los movimientos conjugados entre la pelvis, la columna lumbar y las caderas
- Explicar el uso de los movimientos pélvicos en la kinesioterapia
- Describir los ejercicios pélvicos para la recuperación funcional

#### **III. TEMAS**

- a. Introducción
- b. Anatomía funcional de la pelvis
- c. Artrocinemática de la pelvis
- d. Musculo cinética de la pelvis
- e. Movimientos conjugados o sinérgicos entre la pelvis, la columna lumbar y las caderas
- f. Los movimientos pélvicos y su utilización kinesioterapéutica y terapia ocupacional
- g. Ejercicios pélvicos para la recuperación funcional
- h. Ejercicios

#### **IV. AUTOEVALUACIÓN**

#### **V. BIBLIOGRAFÍA**

## A. INTRODUCCIÓN

La pelvis, o cintura pélvica, es la estructura ósea que une a la mitad superior del cuerpo con los miembros inferiores, su función biomecánica está más relacionada con la protección de los órganos que cobija en su interior que con el movimiento, sin embargo su movilidad es importante para el mejor desplazamiento de la cadera y por ende del miembro inferior.

El estudio de la kinesiólogía y biomecánica de la pelvis es fundamental para el estudio de la postura y de la marcha, pues cualquier cambio en su orientación o situación espacial origina inmediatas y automáticas compensaciones en la columna lumbar y en las caderas, que modifican las posturas estáticas y dinámicas de la persona.

## B. ANATOMÍA FUNCIONAL DE LA PÉLVIS

### 1. Articulaciones intrínsecas de la pelvis

La pelvis está conformada por cuatro huesos: los dos ilíacos, el sacro y el coxis; los ilíacos se unen por delante constituyendo la articulación **interpubiana**, llamada también sínfisis del pubis, y por detrás, se unen al sacro conformando las articulaciones **sacroilíacas**, derecha e izquierda; a su vez el sacro se une con el coxis para formar la articulación **sacrocoxígea**. La sínfisis del pubis y la sacrocoxígea son articulaciones fibrocartilaginosas, las sacroilíacas son sinoviales del tipo artrodias. Ninguna de ellas presenta de ellas presenta movilidad propia, salvo cuando acompañan a los movimientos de la cadera y/o de la columna lumbar.

### 2. Articulaciones extrínsecas de la pelvis

Se denominan así a las articulaciones que conforman los huesos de la pelvis con la columna lumbar y los femorales, en el primer caso, constituye la articulación **lumbosacra**, y en el segundo, las articulaciones **coxo – femorales** llamadas comúnmente caderas. Su importancia radica en que: son estas articulaciones donde se realizan los movimientos pélvicos.

La articulación lumbosacra es del tipo fibrocartilaginosos, presenta un disco intervertebral más alto por delante que por detrás, que contribuye a la conformación de la curvatura de convexidad anterior de la columna lumbar; la superficie articular del sacro, llamada base o cara superior se encuentra inclinada hacia delante, formando con una línea horizontal el ángulo de inclinación sacra, cuyo valor promedio es de 30°. Al borde anterior de la cara superior se le denomina promontorio.

La articulación lumbosacra soporta y transmite hacia la pelvis el peso proveniente de la mitad superior del cuerpo, por lo que se le considera el punto o zona que soporta el mayor peso de todo el cuerpo.

Las coxo – femorales son articulaciones sinoviales del tipo enartrosicas, conformadas por el acetábulo o cavidad cotiloidea del iliaco y la cabeza femoral; la pelvis se asienta o apoya sobre las cabezas del fémur, descargando sobre ellas, equitativamente, el peso antes recibido por la lumbosacra (proveniente de la mitad superior del cuerpo). Los movimientos extrínsecos de la



pelvis ocurren, en mayor o menor amplitud, simultáneamente en la lumbosacra y ambas coxo – femorales.

## C. ARTROCINEMATICA DE LA PELVIS

### 1. Movimientos de la pelvis

Los movimientos de la pelvis son de dos tipos: **intrínsecos**, si ocurren en las articulaciones propias de la pelvis, y **extrínsecos** si ocurren en las llamadas articulaciones extrínsecas de la pelvis.

### 2 Movimientos intrínsecos de la pelvis

Son dos; nutación y contranutación. El primero es un movimiento ligado al parto, durante el cual se produce una diástasis o separación de la superficie que constituyen las articulaciones intrínsecas de la pelvis. Esta separación está condicionada por factores fisiológicos y tienen como objetivo ampliar los diámetros de los estrechos pélvicos para permitir el pasaje del nuevo ser. Se sabe que la flexión, abducción y rotación externa de caderas favorecen a la nutación y es, generalmente, la postura que adoptan los miembros inferiores en el momento del parto.

La contra nutación es el movimiento contrario a la nutación, se realiza luego del alumbramiento, cuando la pelvis recobra su postura original, sin que llegue a ser, necesariamente, igual que antes, pues el estiramiento y/o engrosamiento de las partes blandas así lo impiden. La extensión, aducción y rotación interna de caderas favorecen la contranutación. El estudio de estos movimientos constituyen la base para la gimnasia pre y pos natal.

### 3 Movimientos extrínsecos de la pelvis

Son los siguientes: ante versión, retroversión, latero versión, rotación, ante pulsión, retropulsión, latero pulsión.

**Anteversión**, llamado también basculación anterior, su análisis se realiza desde una vista lateral, el movimiento se produce en un plano antero posterior y en dos ejes laterales (o transversales), uno a nivel de la lumbosacra y otro que une a ambas caderas. Consiste en el descenso de la espina ilíaca antero superior y el ascenso de la postero superior (movimiento de “báscula”), el coxis se dirige hacia atrás y arriba y el pubis hacia atrás y abajo. Se produce, además, una extensión lumbar, caracterizada por el asentamiento de la curvatura lumbar (aumento de la lordosis lumbar). En la práctica, se puede realizar anteversión de dos maneras: la primera, manteniendo los miembros inferiores apoyados en el suelo, sin movimiento aparente, en este caso la pelvis se desliza hacia adelante sobre las cabezas femorales, por lo que su movimiento equivaldría a una flexión bilateral de caderas; la segunda, realizando extensión simultánea de ambas caderas, la cual acompaña de una anteversión pélvica sinérgica, con la finalidad de permitir una mayor amplitud del movimiento al menguar la rápida tensión de los músculos antagonistas.

Si sólo se produce la extensión de una cadera, la retroversión se acompaña de una rotación hacia el lado contrario de la flexión.

**Lateroversión**, se le denomina también inclinación o basculación lateral, el movimiento se produce en un plano lateral (o frontal) y alrededor de un eje anteroposterior situado en cada cadera y en la lumbosacra; consiste en el descenso de una hemipelvis y el ascenso simultáneo de la otra hemipelvis, vale decir, el descenso de la espina ilíaca antero superior de un **lado** y el ascenso de la espina del otro lado. El lado de la lateroversión o inclinación lateral queda determinada por la ubicación de la espina que desciende. Para graficar mejor la lateroversión, trazamos una recta que una a ambas espinas ilíacas antero superiores (línea biespinal anterior), la cual se dispone paralela al suelo y perpendicular a la línea media anterior, en la inclinación se pierden el paralelismo y la perpendicularidad.

La lateroversión se acompaña de una inclinación de la columna lumbar y de movimientos de aducción y abducción conjugadas de ambas caderas.

Al igual que los movimientos precedentes, la lateroversión se puede estudiar con los miembros inferiores apoyados y para acompañar los movimientos de abducción y aducción de las caderas. Cuando se mantienen los pies apoyados, la lateroversión se acompaña de una lateropulsión contralateral, inclinación lumbar homolateral, abducción de la cadera homolateral y aducción de la contralateral.

Si realizamos abducción de una cadera con el otro miembro apoyado, se realiza simultáneamente una lateroversión y una lateropulsión hacia el lado contrario a la abducción, y una inclinación de la columna lumbar hacia el lado de abducción; la cadera del lado de apoyo se aduce.

Si se realiza abducción simultánea de ambas caderas es evidente que la lateroversión pélvica se anula.

**Rotación pélvica**, el movimiento se produce sobre un plano transversal y alrededor de un eje vertical, en ella una hemipelvis se dirige hacia adelante y adentro y la otra, simultáneamente, se dirige hacia atrás y adentro; si tomamos en cuenta a las espinas ilíacas antero superiores podemos graficar mejor el movimiento. La rotación no es un movimiento que se puede realizar de manera aislada, siempre se da en función a movimientos de cadera o de la columna lumbar. Por ejemplo, en la marcha, al llevar un miembro adelante, la pelvis rota hacia el lado contrario, permitiendo de esta manera alargar el paso. Se acepta que, por compensación la columna lumbar que tiene escasa amplitud de rotación, gira hacia el lado contrario de la rotación.

**Antepulsión**, llamado también **proyección anterior** de la pelvis, se caracteriza porque toda la pelvis se proyecta hacia delante, debido a una extensión simultánea de la columna lumbar y de ambas caderas, a las cuales puede asociarse una retroversión.

**Retropulsión**, llamado también **proyección posterior** se describe como el desplazamiento de toda la pelvis en su conjunto hacia atrás, debido a una flexión simultánea de la columna lumbar y las caderas, generalmente se asocia a una anteversión pélvicas.

**Lateropulsión**, llamado también **proyección lateral** de la pelvis, consiste en un desplazamiento lateral de toda la pelvis, es uno de los determinantes de la marcha, y en este caso se asocia con una lateroversión contralateral.

#### **D. MÚSCULO – CINÉTICA DE LA PELVIS**

**1. Análisis muscular de la anteversión**, actúan como agonistas los músculos paravertebrales dorso lumbares, que aplican su fuerza en la inserción denominada masa común que se ubica en el sacro, como accesorio podemos considerar al dorsal ancho; los antagonistas son los rectos anteriores del abdomen y los oblicuos mayores y menores, en menor cuantía.

**2. Análisis muscular de la retroversión**, se consideran agonistas a los rectos anteriores mayores del abdomen y como accesorio al oblicuo mayor, estos músculos tiran del pubis y de la espina ilíaca antero superior hacia arriba y adelante.

**3. Análisis muscular de la lateroversión**, si el movimiento se realiza con ambos pies apoyados en el suelo, actúan como agonistas, el glúteo mediano contralateral en contracción excéntrica, al igual que los paravertebrales dorso lumbares y el oblicuo menor. Si se hace con separación de un miembro de apoyo, se contraen el cuadrado lumbar, y el oblicuo menor del lado contrario al movimiento.

**4. Análisis muscular de la rotación**, actúan como agonistas el oblicuo menor contralateral y el oblicuo mayor homolateral; ambos toman como punto fijo su inserción costal y aplican sus fuerzas, el primero sobre la cresta ilíaca, y el segundo sobre el pubis; como accesorio se considera al dorsal ancho contralateral.

**5. Análisis muscular de la antepulsión**, si el análisis se hace en la posición anatómica, actúan como agonistas, el recto anterior mayor del abdomen, el psoas ilíaco y el recto anterior del cuádriceps, en contracción excéntrica; si lo hacemos en decúbito dorsal actúan simultáneamente los paravertebrales lumbares, los isquiotibiales y el glúteo mayor.

**6. Análisis muscular de la retropulsión**, si el análisis lo hacemos en la posición de referencia actúan los paravertebrales dorso lumbar, los isquiotibiales y el glúteo mayor en contracción excéntrica; si lo hacemos en decúbito ventral actúan simultáneamente el recto anterior mayor del abdomen, el psoas ilíaco y el recto anterior de los cuádriceps.

**7. Análisis muscular de la lateropulsión**, se contraen excéntricamente, el oblicuo menor, los paravertebrales dorso lumbares y el glúteo mediano homolaterales, y, el aductor mayor contralateral.

#### **E. MOVIMIENTOS CONJUGADOS O SINÉRGICOS ENTRE LA PELVIS, LA COLUMNA LUMBAR Y LAS CADERAS.**

Como ya se ha descrito los movimientos pélvicos rara vez se realizan solos, generalmente se asocian a movimientos de la columna lumbar y a ambas caderas. Si flexionamos las caderas con las rodillas flexionadas, se produce una retroversión pélvica acompañada de una flexión lumbar, la retroversión es necesaria para disminuir la tensión de la inserción proximal de los

isquiotibiales e impedir que la flexión de caderas se limite rápidamente y es causada por los rectos y oblicuos del abdomen, los cuales a su vez, flexionan la columna lumbar. Algunos otros autores plantean que la retroversión es causada por la tracción pasiva de los isquiotibiales en su inserción isquiática, y que a su vez, produce un estiramiento de los dorsales lumbares que se insertan en el sacro a través del tendón de la masa común, lo cual conlleva a que la columna lumbar se flexione. Al realizar ambas explicaciones no se contradicen ni se excluyen entre sí, pudiendo aceptarse que el trabajo muscular precede al trabajo puramente mecánico.

Si extendemos las caderas, hecho poco frecuente, la pelvis se va en anteversión y la lordosis lumbar se acentúa (“hiperextensión”), ambos movimientos se les atribuye a los paravertebrales dorso lumbares; la anteversión es necesaria para impedir la rápida tensión de los músculos antagonistas de la extensión de cadera, sobre todo del recto anterior del cuádriceps y del psoas ilíaco.

La abducción de una cadera se asocia con una lateroversión pélvica contralateral y una inclinación homolateral de la columna lumbar y, además, con una lateropulsión contralateral con la finalidad de que la línea gravitatoria caiga dentro de la base de sustentación; la lateroversión se realiza para evitar la rápida tensión de los aductores antagonistas a la abducción de cadera.

En decúbito dorsal no es necesaria la lateropulsión pero sí la lateroversión, y la inclinación lumbar se da más por el acercamiento de la hemipelvis a la columna que por trabajo de los músculos que inclinan la columna (inversión mecánica de la inclinación).

La aducción de la cadera produce los movimientos contrarios descritos en la abducción, pero si a partir de la posición de referencia realizamos aducción con flexión, como cuando colocamos un miembro cruzado delante del otro, se produce una lateroversión homolateral acompañada de una rotación pélvica contralateral, compensatoriamente se produce una ligera inclinación de la columna hacia el mismo lado de la aducción y una ligera rotación hacia el lado contrario.

## **F. LOS MOVIMIENTOS PÉLVICOS Y SU UTILIZACIÓN EN LA KINESIOTERAPIA.**

La postura y los movimientos pélvicos juegan un papel importante en el alineamiento del equilibrio corporal, debido a que en la pelvis se ubica el centro de gravedad corporal. El desplazamiento de cualquier otro segmento corporal, por mínimo que sea, genera un movimiento pélvico compensatorio, destinado a mantener el alineamiento y equilibrio corporales. Viceversa, cualquier movimiento de la pelvis genera uno o más movimientos de compensación de los otros segmentos corporales.

Por eso se requiere que al inicio del proceso de reeducación, el paciente concientice su emplazamiento pélvico, con la finalidad de modificarlo en caso de ser necesario, adaptándolo a una mecánica corporal eficiente.

Es característico observar en el dolor lumbar un aumento de la lordosis, producto de la contracción refleja antálgica de los paravertebrales, con ello se origina un aumento de la anteversión pélvica, parte del tratamiento consiste en disminuir la anteversión pélvica y con

ello la hiperlordosis lumbar, a través de la relajación de la musculatura paravertebral y el fortalecimiento de las abdominales.

Asimismo, cuando se trata de comenzar a movilizar pasiva o activamente a un paciente postrado en cama, es necesario hacerlo a través de movimientos de la pelvis, pues a partir de estos el paciente toma conciencia del movimiento corporal en su conjunto. En decúbito dorsal los movimientos pélvicos que más se estimulan son la antepulsión y la lateropulsión, el primero permite “despegar” el cuerpo de su base de sustentación, y el segundo, movilizarlo hacia los dos lados; el movimiento de rotación se utiliza para los giros a pasaje al decúbito lateral.

### **G. EJERCICIOS PÉLVICOS PARA LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL**

- a. Paciente en decúbito dorsal, se le instruye para que levante la pelvis (antepulsión), con apoyo de los codos, antebrazos y mano, y, con los talones, teniendo las caderas y rodilla flexionadas.
- b. Paciente en decúbito dorsal con las caderas y rodillas flexionadas, pies apoyados, se le instruye para que realice abducción y aducción horizontal de ambas caderas (rotación pélvica)
- c. Paciente en decúbito dorsal, se le instruye para que deslice la pelvis hacia cada lado del cuerpo, de manera alternada.

### **H. EJERCICIOS**

Empleando la metodología de taller realizar los siguientes ejercicios:

- a. Con la ayuda de un compañero demostrar cada uno de los movimientos pélvicos.
- b. Con la ayuda de un compañero, y mediante observación y palpación determinar los músculos que intervienen en cada uno del movimiento pélvico.
- c. Con la ayuda de un compañero demostrar los movimientos conjugados entre la pelvis, la columna lumbar y las caderas.
- d. Analizar kinesiológicamente los ejercicios de la pelvis que se aplican en la recuperación funcional.

### **IV. AUTOEVALUACIÓN**

Señalar si lo que se firma es verdadero (V) o falso (F)

1. ( ) Los movimientos intrínsecos de la pelvis se realizan en la articulación lumbo sacra.
2. ( ) La nutación es sinérgica con la flexión abducción y rotación externa de caderas.
3. ( ) El músculo agonista de la retroversión pélvica es el recto anterior mayor del abdomen.
4. ( ) La flexión de cadera es sinérgica con la anteversión pélvica.

Marque la alternativa correcta.

5. Si una persona de pie abduce la cadera derecha, la pelvis se desvía hacia el lado....., y la columna lumbar se inclina hacia el lado.....:
  - a. Derecho / derecho
  - b. Izquierdo / izquierdo
  - c. Derecho / izquierdo
  - d. Izquierdo / derecho
6. Si se cruza la pierna derecha sobre la izquierda, la pelvis rota hacia el lado..... y se inclina (lateroversión) hacia el lado.....
  - a. Derecho / derecho
  - b. Izquierdo / izquierdo
  - c. Derecho / izquierdo
  - d. Izquierdo / derecho
7. Los músculos sinergistas de la extensión de cadera son:
  - a. Abdominales
  - b. Paravertebrales dorso – lumbares
  - c. Glúteos e isquiotibiales
  - d. Cuádriceps
8. El movimiento pélvico que se produce cuando un sujeto flexiona el tronco a partir de la bipedestación es principalmente el de:
  - a. Antepulsión
  - b. Anteversión
  - c. Retropulsión
  - d. Retroversión
  - e. Rotación

## V. BIBLIOGRAFÍA

### Básica:

Kapandji, I.A. Cuadernos de fisiología articular. Tomo II y III: miembro inferior y tronco. 2013

### Complementaria:

O’Rahilly, R. Anatomía de Gardener. 5ta ed. 2001

Lutgens, K. Y Wells, K. Kinesiología: bases científicas del movimiento humano. 2005

Kendall, F. Músculos, pruebas, funciones y dolor postural. 2005.

Lapierre, A. La reeducación física. Tomo I: cinesiología. 2008

## **CUARTA UNIDAD**

### **FUNDAMENTOS BIOMECANICOS DE LA KINESITERAPIA**

#### **I. OBJETIVOS GENERALES**

- Explicar los fundamentos biomecánicos del movimiento humano.
- Conocer dichos fundamentos en la ejecución de ejercicios terapéuticos.

#### **II. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Analizar el concepto de biomecánica de la kinesiterapia
- Localizar el centro de gravedad corporal y describir la trayectoria de la línea gravitatoria.
  - a. Explicar el efecto del ángulo de tracción muscular.
  - b. Explicar el efecto del ángulo de resistencia corporal.
  - c. Explicar el concepto de ventajas o eficiencia mecánica.
- Determinar y analizar las palancas anatómicas.
- Señalar las condiciones de equilibrio corporal.
- Aplicar los conceptos biomecánicos del análisis de posturas y movimientos terapéuticos

#### **III. TEMAS**

- A. Conceptos básicos
- B. La fuerza muscular: características
- C. La fuerza de gravedad: características
- D. Las palancas anatómicas y su ventaja mecánica
- E. Las condiciones del equilibrio corporal
- F. Fundamentos biomecánicos de los ejercicios asistidos
- G. Fundamentos biomecánicos de los ejercicios resistidos
- H. Fundamentos biomecánicos de la utilización de ayudas para la recuperación funcional.
- I. Ejercicios.

#### **IV. AUTOEVALUACION**

#### **V. BIBLIOGRAFIA**

## A. CONCEPTO BÁSICO

### 1. Introducción

La kinesiología es, en pocas palabras, el tratamiento a través de los movimientos. Son muchas las afecciones que alteran los movimientos y/o a los órganos y sistemas que lo sustentan, en las cuales el ejercicio constituye, una de sus principales modalidades de tratamiento, y quizás la más importante.

La Kinesiología tiene sus fundamentos científicos en la anatomía y fisiología aplicadas, pero también, y cada vez con mayor preponderancia en la biomecánica.

La biomecánica se divide como la aplicación de los principios y leyes de la física mecánica al estudio de los movimientos de los otros cuerpos.

### 2. Fuerzas que actúan sobre nuestro cuerpo

Las fuerzas que actúan sobre nuestro cuerpo se pueden clasificar en dos grupos: **Intrínseca**, como la fuerza muscular; **Extrínseca**, como la fuerza gravitatoria; las primeras producen movimientos activos sobre nuestro cuerpo, y las segundas producen movimientos pasivos.

## B.- LA FUERZA MUSCULAR: CARACTERÍSTICAS

La fuerza que producen los músculos estriados de nuestro cuerpo, es producida por el acortamiento de las fibras musculares que lo constituyen, en estas encontramos unos filamentos de proteína contráctiles, la actina y la miosina, que al deslizarse entre sí, liberan energía química que es transformada en energía mecánica, la cual se transmite a los huesos a través de los tendones que forman parte del músculo

a. **Factores Morfo-fisiológicos que determinan la fuerza muscular.** Dos son los principales factores:

a.1 **La longitud de la fibra muscular**, a mayor longitud, mayor fuerza. Se acepta que al contraerse una fibra muscular puede acortarse hasta el 50 % de su longitud en reposo y que la fuerza que puede producir está en relación directa del número de uniones que entre los filamentos de proteínas contráctiles se pueden establecer. Cuanto más larga sea una fibra muscular mayor será el número de uniones que se van a establecer, y por ende, mayor la fuerza que se producirá. Los estudios sobre longitud-tensión muscular, revelan además, que la máxima tensión que produce un músculo contraído isométricamente se da cuando su longitud es aproximadamente el 20% mayor a la que tiene en reposo.



a2. El diámetro de la sección transversal de la fibra muscular, a mayor diámetro mayor fuerza. En la medida que se formen mayor cantidad de miofibrillas en la fibra muscular, mayor será su grosor, porque no solo aumenta el contenido de proteínas contráctiles sino también de sustancias energéticas, como el glucógeno y al mismo tiempo el ATP. Al aumentar el número de miofibrillas, mayor va a ser el número de uniones que se van a establecer, y por tanto, mayor la fuerza que se producirá.

Resumiendo, la fuerza que puede producir un músculo, está condicionada a la longitud y a su grosor.

**b. Representación vectorial de la Fuerza muscular.** La fuerza es una cantidad vectorial, porque además de magnitud tiene dirección y sentido, requiriendo ser representada a través de un vector, que es un segmento de recta que tiene una cola y una cabeza; el extremo de la cola representa un punto de aplicación de la fuerza y el extremo de la cabeza la dirección y sentido: la longitud del vector representa su magnitud.

El vector-fuerza muscular tiene su punto de aplicación en la inserción fisiológica del músculo, vale decir, en la inserción que se ubica en el segmento corporal que se mueve, se sostiene mediante la fuerza muscular, asimismo es importante considerar la línea de acción del vector-fuerza muscular, es decir, la dirección espacial tridimensional que describe, para que de acuerdo a ella presuponer la dirección y sentido del movimiento del segmento sobre el cual actúa la fuerza muscular.

**c. Eje mecánico.** Para facilitar el estudio de las fuerzas que actúan sobre nuestro cuerpo, se considera que se aplica sobre rectas o segmentos de rectas conocidas como ejes mecánicos, lo cual se define como las rectas que une los puntos medios de dos articulaciones adyacentes; la presencia del eje mecánico permite alinear a todas las fuerzas que se aplican sobre determinado segmento corporal.

**d. Componentes del vector fuerza muscular.** Todo vector fuerza muscular puede ser descompuesto algebraicamente, en dos vectores llamados componentes; uno se dispone perpendicularmente al eje mecánico y representa la fuerza que se emplea para movilizar, o sostener el segmento, y se denomina vector **rotatorio**; el otro, que forma ángulo recto con aquel, se dispone sobre el eje mecánico y su prolongación, representa la fuerza que no se utiliza para movilizar o sostener el segmento y se denomina vector **estabilizante**, por esta fuerza, por la dirección que toma, tiende a coaptar más aun las superficies articulares sobre las cuales actúa, contribuyendo de esta manera a la estabilidad de la articulación que se moviliza.

- e. **Angulo de tracción muscular y su efecto sobre la fuerza muscular.** el ángulo de tracción muscular, llamado también ángulo de tensión está formado por vector fuerza que muscular y el eje mecánico sobre el cual se aplica la fuerza. El ángulo de tracción no tiene un valor fijo, varía conforme lo hace la orientación espacial del segmento que se mueve. Cuando el ángulo de tensión es menor de  $45^\circ$  el componente estabilizante tiene mayor magnitud que el componente rotatorio, por lo que para producir movimiento se requiere generar mayor fuerza muscular, ya que la mayor parte de la fuerza que se genera se pierde como fuerza estabilizante; este hecho es mayor si el ángulo se aproxima a  $0^\circ$ . Si el ángulo de tracción es mayor de  $45^\circ$ , el componente rotatorio es mayor que el componente estabilizante, por lo que se genera un ahorro de fuerza muscular para producir movimiento, ya que la mayor parte de la fuerza que se genera se utiliza como fuerza e movimiento; este hecho es máximo si el ángulo de tracción es de  $90^\circ$  porque el componente estabilizante se reduce a 0 (“desaparece”), utilizando toda la fuerza que genera el músculo como fuerza rotatoria.

Si el ángulo de tracción sobrepasa a  $90^\circ$ , el componente estabilizante vuelve a aparecer, incrementando su valor progresivamente, sucediendo lo contrario con el vector rotatorio, el cual decrece en magnitud. Sin embargo, la dirección del vector estabilizante cambia de sentido, convirtiéndose en una fuerza que tiende a separar las superficies articulares por lo que se le podría llamar vector “desestabilizante” o de “separación”.

En resumen, el ángulo de tracción constituye uno de los factores que determina la fuerza muscular que se genera para producir movimientos.

## C. LA FUERZA DE LA GRAVEDAD: CARACTERÍSTICAS

### 1. Concepto

La fuerza de gravedad, llamada también fuerza gravitatoria, se define como la fuerza de atracción que existe entre los cuerpos. La gravedad terrestre es la fuerza de atracción que ejerce la tierra sobre los cuerpos que se encuentran dentro de un campo de acción gravitacional. Esta fuerza tiene su punto de aplicación en el centro de gravedad de cada cuerpo y se dirige hacia el centro de la tierra por lo que consideramos que su línea de acción (línea de gravedad) siempre es perpendicular sobre la superficie terrestre, la gravedad, al atraer a los cuerpos, genera sobre ellos movimientos pasivos que cesan al oponerse otras fuerzas de gravedad, dos de ellas son las fuerzas musculares y la fuerza de contacto.

### 2.- Pesos Corporal

El peso o pesantes corporales es el producto de la masa corporal por la aceleración con que es atraída dicha masa corporal por acción de gravedad. A nivel del mar la magnitud

de la aceleración es igual a  $9.8 \text{ mt./seg.}^2$ , este valor varia con la altitud y la latitud terrestre, en la medida que aumenta la distancia que separa un cuerpo del centro de la tierra, disminuye su valor. En Huancayo por ejemplo: el peso de un sujeto es menor que en Lima, porque Huancayo se encuentra a una altitud muy por encima de la que tiene Lima, que se ubica casi al nivel del mar, en consecuencia el valor de la gravedad es menor en Huancayo que en Lima.

### **3.- Centro de gravedad corporal.**

En general el centro de gravedad de un cuerpo es el punto donde se aplica la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él; o también el punto donde se considera se concentra todo el peso de un cuerpo. El estudio y la determinación del centro de gravedad corporal son de suma importancia para comprender las diversas compensaciones posturales y motrices que ocurren en nuestro cuerpo, cada vez que realizamos un movimiento o cambiamos de postura. También es de nuestro interés para saber movilización pasiva. En una persona adulta, en posición anatómica, el centro de gravedad se encuentra aproximadamente por delante de la articulación entre la primera y la segunda vertebra sacras con una desviación estándar de 1-0.5 cm en el sentido supero-inferior.

Sin embargo el centro de gravedad corporal varía constantemente con el movimiento, y el punto antes descrito sirve como referencia para estudiar el desplazamiento del centro de gravedad.

### **4.- Línea gravitatoria Corporal.**

La línea gravitatoria es una recta que pasa por el centro de gravedad de un cuerpo, conteniéndolo, y se dispone perpendicularmente a la superficie terrestre, al igual que el vector fuerza gravedad. El conocimiento de la proyección de la línea gravitatoria sobre las bases de sustentación del cuerpo al que pertenece es de suma importancia para conocer el estado de equilibrio de dicho cuerpo. En el caso del cuerpo humano, la línea gravitatoria, en una vista anterior, parte del vertex, atraviesa la cabeza y el tronco sale por el pubis y cae en un punto equidistante de los bordes internos de los pies, y en una vista lateral, parte del vertex, pasa por delante del conducto auditivo externo, por el acromion, por el trocanter mayor, el punto medio de la interlínea auricular externa de la rodilla y se proyecta hasta el suelo, cayendo por delante del tobillo a nivel de la articulación medio tarsiana o articulación de Chopart.

La línea gravitatoria siempre contiene el centro de gravedad corporal y siempre mantiene su perpendicularidad al suelo; si la línea gravitatoria cae lo más cerca posible al centro geométrico de la base de sustentación o coinciden con él, el equipo corporal es estable, y el gasto de energía muscular para mantener la postura es mínimo; si se aleja del centro

geométrico y se aproxima a la periferia de la base de sustentación, el equilibrio se vuelve inestable, obligando a un mayor trabajo muscular para mantener la postura; y, si cae fuera de la base de sustentación, el equilibrio se pierde.

## 5. Componentes de vector gravedad

Al igual que el vector fuerza muscular, el vector que representa a la fuerza de la gravedad, puede ser descompuesto en dos componentes; que forman un ángulo recto entre sí; uno se dispone sobre el eje mecánico, y representa la fuerza que tiende a comprimir o separar a las superficies articulares, el primer caso se da a nivel de los segmentos axiales y los miembros inferiores sometidos a compresión, el segundo a nivel de los miembros superiores sometidos a tracción; el otro, se dispone perpendicularmente al eje mecánico y representa la fuerza que tiende a rotar pasivamente un segmento.

## 6.- Angulo de resistencia está formada por el vector gravedad y el eje mecánico de un segmento corporal

El ángulo de resistencia está formado por el vector de gravedad y el eje mecánico de un segmento corporal. Este ángulo varía de valor conforme varía la posición de segmento en el espacio. Así cuando el cuerpo se encuentra en bipedestación la mayor parte de sus ejes mecánicos tiene un valor que se aproxima a cero, debido a que los vectores gravedad y los ejes mecánicos se encuentran perpendiculares al suelo.

Cuando el cuerpo, o cualquier segmento corporal adoptan la disposición horizontal el ángulo de resistencia es de  $90^\circ$ , aumentando de esa manera a su máxima expresión la magnitud del componente que se aplica perpendicularmente al eje mecánico en cuestión. Si el segmento no tiene apoyo externo, el gasto de energía muscular para mantener su disposición horizontal aumenta.

Así por ejemplo, cuando el miembro superior cuelga libremente al costado del cuerpo el ángulo de resistencia es igual a cero, por lo que el gasto energético muscular para mantener dicha posición, es mínimo; si realizamos abducción de hombro a  $90^\circ$  el ángulo de resistencia del miembro superior aumenta al mismo valor, requiriéndose por lo tanto un mayor esfuerzo muscular para mantener esta posición.

## D. LAS PALANCAS ANATÓMICAS Y SU VENTAJA MECÁNICA.

En física, las palancas son máquinas simples destinadas a producir **ventaja mecánica**, entendiéndose como tal al ahorro de fuerza para realizar un trabajo.

Una palanca es una barra rígida que tiene un **punto de apoyo**, denominado también fulcro o eje, en la cual se aplican dos fuerzas que tienen direcciones contrarias, una de ellas representa el peso a sostener o a vencer y se denomina **resistencia (R)**, la otra representa la fuerza que se emplea para movilizar o sostener al peso o resistencia y se denomina **potencia (p)**.

En el cuerpo humano el punto de apoyo está representado por las articulaciones, la resistencia por el peso de los segmentos corporales y las cargas externas que eventualmente pueden soportar el cuerpo y la potencia corresponde a la fuerza muscular.

Además de lo ya mencionado es necesario considerar a los brazos de palanca, los cuales se definen como la distancia perpendicular que existe entre el punto de apoyo y los vectores que representan a las fuerzas que actúan sobre la palanca. Por lo tanto existen dos brazos de palanca, el brazo de potencia y el brazo de resistencia.

1. **Ventaja mecánica de las palancas anatómicas.** El ahorro de la fuerza muscular depende de que el brazo de potencia sea mayor al brazo de resistencia.
2. **Momentos de las palancas y su relación con el trabajo muscular.** Al producto de la potencia por el brazo de la potencia se le denomina momento de potencia y al producto de la resistencia por la resistencia se le denomina momento de resistencia.

Si el valor de ambos momentos es el mismo, el trabajo muscular es estático y se caracteriza porque no existe movimiento corporal, empleándose para sostener o fijar segmentos, equivalente a una contracción isométrica.

Si el momento de potencia es mayor al momento de resistencia se produce movimiento de segmento sobre el cual actúa la fuerza y se denomina trabajo muscular **dinámico positivo**, lo que equivale a una concentración concéntrica.

Si el momento de potencia es menor al momento de resistencia también se produce movimiento, pero en el mismo sentido de la gravedad y corresponde a un trabajo muscular **dinámico negativo** lo que equivale a una contracción exentica en la cual la fuerza muscular regula o controla el movimiento de un segmento por acción de su propio peso.

3. **Los tres tipos de palancas anatómicas y su ventaja mecánica.** En aplicación de los conceptos de la física mecánica las palancas anatómicas se clasifican en tres tipos:
  - a. **Interapoyantes o de equilibrio.** En las cuales la articulación en estudio se sitúa entre el punto de aplicación de la fuerza muscular y el centro de gravedad del segmento sobre el cual actúa la fuerza. Se denomina de equilibrio porque ambos momentos tienden a equilibrarse entre sí.
  - b. **Irresistentes o de fuerza.** En la cual el centro de gravedad del segmento motivo de análisis se ubica entre su articulación y el punto de aplicación de la fuerza muscular; se denomina también palanca de fuerza porque teóricamente siempre debe generar ahorro de fuerza muscular.

- c. **Interpotentes o de velocidad**, en las cuales el punto de aplicación de la fuerza muscular se sitúa entre el centro de gravedad del segmento y la articulación a analizar; teóricamente estas palancas no deben generar ventaja mecánica puesto que su brazo de resistencia siempre va a ser mayor al brazo de potencia.

Sin embargo, hay palancas interresistentes que no generan ventaja mecánica y palancas interpotentes que si la generan; para ello es necesario conocer aproximadamente el ángulo de tracción de cada músculo y ubicar el brazo de potencia y recordar que el vector fuerza gravedad siempre es perpendicular al suelo.

## E. LAS CONDICIONES DEL EQUILIBRIO CORPORAL

Tres son las condiciones básicas para el equilibrio corporal:

- a Una adecuada **base de sustentación** o apoyo, a mayor base mayor equilibrio:
- b **La línea gravitatoria proyectada sobre la base debe** caer dentro de su centro geométrico o coincidir con él, cuanto menor sea la distancia entre la proyección de la línea gravitatoria sobre la base de sustentación y de su centro geométrico, mayor será el equilibrio corporal, vale decir que hay una relación inversa.
- C La distancia perpendicular que separa el centro de gravedad corporal de su base de sustentación debe ser lo más corta posible, a menor distancia mayor equilibrio.

Cuanto mayor sea el equilibrio corporal menor va a ser el gasto del trabajo muscular para mantener una postura y realizar movimientos.

## F. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS DE LOS EJERCICIOS ASISTIDOS.

En los ejercicios asistidos el fisioterapeuta aplica su fuerza sobre un segmento corporal con la finalidad de ayudarlo a moverse. En los primeros estadios de la reeducación deben utilizarse brazos de potencias largos, aplicando las fuerzas de asistencia lo más lejos posible de la articulación sometida a reeducación. En la medida que se notan progresos, la longitud del brazo de potencia debe ir disminuyendo paulatinamente con la finalidad de estimular el trabajo de los músculos del propio segmento.

La posición que debe adoptar el segmento debe permitir moverse perpendicularmente a la dirección de la gravedad, con la finalidad de generar un menor gasto de la fuerza muscular.

Debe disminuirse al mínimo de la fuerza de fricción o rozamiento, porque constituye una fuerza que se opone al movimiento.

Se sabe tomar en cuenta que para iniciar el movimiento se tiene que vencer el estado de inercia de reposo del segmento a reeducar, por lo que la ayuda debe ser mayor al inicio del movimiento.

Se debe tomar en cuenta que para iniciar el movimiento se tiene que vencer al estado de inercia de reposo del segmento a reeducar, por lo que la ayuda debe ser mayor al inicio del movimiento. Ejemplo, si quisiéramos reeducar los abductores de la cadera, el paciente debe colocarse en decúbito dorsal para que el movimiento se haga cortando perpendicularmente a la gravedad, la asistencia debe colocarse lo más lejos posible, a nivel del tercio inferior de la pierna, con lo que aumentamos el brazo de potencia de la fuerza de asistencia, para luego ir disminuyéndola conforme a los abductores generan más fuerza y/o ir acortando la longitud del brazo de potencia colocando cada vez más cerca a la cadera.

#### **G. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS DE LOS EJERCICIOS RESISTIDOS.**

En los ejercicios resistidos se deben comenzar con cargas pequeñas, para ir incrementándolas progresivamente. Las cargas o resistencias externas deben aplicarse al inicio, cerca de las articulaciones en movimiento, con lo cual el brazo de resistencia se hace más corto, generando un menor gasto de fuerza muscular.

El movimiento puede realizarse cortando perpendicularmente el vector gravedad o en contra de él, dependiendo del estado de potencia de los músculos a fortalecer.

Para que la fuerza de resistencia sea más efectiva, debe aplicarse perpendicularmente al eje mecánico del segmento a movilizar con lo cual se asegura el máximo esfuerzo posible por parte del músculo a fortalecer.

#### **H. FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS DE LA UTILIZACION DE AYUDAS PARA LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL.**

El empleo de andadores, muletas, bastones, etc. Se fundamenta en las siguientes bases biomecánicas:

- a. El aumento de la base de sustentación corporal, con lo cual se mejora el equilibrio, generándose un mejor gasto de energía muscular para mantener la bipedestación.
- b. La descarga superior del peso de la mitad superior del cuerpo, directamente hacia la base de sustentación a través de la ayuda biomecánica en que se apoya el paciente; esto genera una menor de carga de peso corporal por parte de los miembros inferiores, y por ende, un menor esfuerzo d los músculos que actúan a este nivel.

## I. EJERCICIOS

Utilizando la metodología de taller los participantes en el módulo realizan los siguientes ejercicios:

- a. Esquematizar el ángulo de tracción muscular y sus dos componentes, en posición 30°, 45°, 80°.
- b. Esquematizar el ángulo de resistencia que se genera en la abducción del hombro a 30°, 60°, y 120°.
- c. Comparar el equilibrio corporal entre las posiciones de bipedestación y decúbito dorsal, señalando sus diferencias biomecánicas.
- d. Analiza el ejercicio de fortalecimiento de los cuádriceps en el paciente sentado al borde de una camilla, señalando la influencia del ángulo de resistencia y del tipo de palanca que se genera, en la generación de fuerza. En qué posición se genera más fuerza y porque.
- e. Analizar biomecánicamente el uso de andadores en personas de edad, señalar sus ventajas comparadas con relación al uso de muletas auxiliares.

## IV. AUTOEVALUACIÓN

Señalar si lo que se afirma es verdadero o falso:

1. ( ) Si el brazo de resistencia es mayor o igual al brazo de potencia, la palanca produce ventaja mecánica.
2. ( ) Existe menor gasto de fuerza muscular cuando el ángulo de atracción es igual a 90°
3. ( ) Si la distancia del centro de gravedad corporal a la base de sustentación es menor, el equilibrio también disminuye.
4. ( ) Si el ángulo de resistencia de un segmento es igual a 0° el trabajo muscular sobre el segmento será mayor.

Marque la alternativa correcta:

5. La extensión del codo por el tríceps constituye una palanca:
  - a. Interapoyante
  - b. Interresistible
  - c. Interpotente
  - d. No se puede precisar.
  
6. La posición corporal que puede adoptar el cuerpo y que genera mayor equilibrio es:



- a. Sentado
  - b. Semisentado
  - c. Semidecubito dorsal
  - d. Decúbito dorsal
  - e. Decúbito ventral
7. Para producir ventaja mecánica en la reeducación de los abductores de cadera se debe:
- a. Flexionar la rodilla
  - b. Extender la rodilla
  - c. Realizarla con rotación externa la cadera
  - d. Realizarla con flexión del tronco
8. En las mujeres embarazadas su centro de gravedad corporal se desvía hacia:
- a. Arriba y atrás
  - b. Arriba y adelante
  - c. Solo adelante
  - d. Abajo y adelante
  - e. Abajo y atrás

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 1. Básica

Le veau, B. Biomecanca del Movimiento humano de Willians y lissner. 2da ed.

1991 Un clásico de la biomecánica aplicada a la fisioterapia

Rasch, p. kinestesiología y Anatomia Aplicada. 7ma. Ed. 1991. Se hallan las bases biomecanicas y su aplicación a casos específicos.

### 2. Complementarias

Hainaut, k. introducción de la biomecánica 1ra. Ed. 1982

Fucci, s. Biomecanica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. 4ta. Ed. 2003

## **QUINTA UNIDAD**

### **KINESIOLOGÍA DE LA POSTURA**

#### **I. OBJETIVOS GENERALES**

- Realizar un análisis kinesiológico de la postura, señalar sus principales alteraciones y analizar elementos de su reeducación e higiene.

#### **II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la kinesiológica de la postura
  - a. Explicar los conceptos de postura y de tono muscular
  - b. Explicar al mantenimiento del tono muscular y de la postura
  - c. Definir los conceptos de alimentación y desalineamiento corporal.
  - d. Clasificar las alteraciones postulares.
- Realizar el análisis artrocinemático, de la bipedestación.
- Realizar el análisis musculo-cinético de la bipedestación
- Dar pautas con respecto a la reducción de las alteraciones postulares y de la higiene postural

#### **III. TEMAS**

- A. Kinesiológica de la postura
- B. Artrocinemática de la bipedestación
- C. Alteraciones posturales de mayor frecuencia y la higiene postural.
- D. Ejercicios

#### **IV. AUTOEVALUACIÓN**

#### **V. BIBLIOGRAFÍA**

## **A. KINESIOLOGÍA DE LA POSTURA**

### **1. Introducción**

La postura es la base movimiento, todo movimiento comienza y termina en una postura, de ahí su importancia en la kinesiología y la terapia ocupacional para las actividades y tareas de la persona. A su vez la postura tiene como base fisiológica al tono muscular, las alteraciones del tono, producen alteraciones en postura y estas en el movimiento.

Es necesario conocer el trabajo de los músculos que sustentan los diversos tipos de postura, partiendo desde la bipedestación, pasando por la sedente y terminando con el decúbito. Conforme aumenta la base de sustentación muscular, el trabajo muscular se hace cada vez menos, por eso para realizar el análisis, siempre partimos de la posición bípeda, en la cual el trabajo muscular es máximo.

La presente unidad temática tiene como finalidad realizar el análisis kinesiológico de la postura, señalar sus principales alteraciones y actualizarlos en su reeducación.

### **2. Mantenimiento del tono muscular y la postura**

#### **a. Concepto de postura**

La postura se define como la relación especial que guarda entre si los diferentes segmentos corporales.

#### **b. Tono muscular**

El tono muscular (del griego tonos = tensión) fue definido por G. Holmes en 1922 como la tensión ligera y constante que tiene el músculo sano, el cual ofrece resistencia cuando se lo mueve pasivamente.

En la práctica el tono muscular se define como la resistencia que opone un musculo a la comprensión digital o al estiramiento pasivo.

El tono se mantiene por influjos nerviosos procedentes de las neuronas motoras alfa y gamma, que a su vez, constituye estímulos para el huso neuromuscular, generándose un circuito neuromuscular, reverberante que se mantiene activo aun cuando el sujeto se halla en reposo.

El circuito se inicia en los husos neuromusculares que son receptores propioceptivos o cinestésicos ubicados en el vientre muscular cerca de su unión con los tendones, por cada circuito existen por lo menos dos husos. En el interior del huso se hallan unas pequeñísimas fibras musculares estriadas, conocidas como intrafusales, las cuales se encuentran rodeadas por terminaciones nerviosas sensitivas, que se encargan de captar el más mínimo cambio de

longitud y la tensión de dichas fibras; esto es más evidente cuando el círculo se le fracciona o estira.

Los cambios así captados, se convierten en estímulos que son conducidos hasta la médula espinal, ingresando por las astas posteriores de la sustancia a partir de aquí el estímulo sigue dos caminos, uno hacia los centros nerviosos superiores, pasando por los cordones posteriores de la médula, llegando a los núcleos de Goll y Burdach que se hallan a nivel bulbar, de aquí el estímulo es transmitido al cerebelo y a los centros subcorticales, es donde es analizado, emitiéndose una respuesta que desciende a la médula por las vías cortico-espinales, llegando al asta anterior de la sustancia gris.

El otro camino es mucho más corto, el estímulo que ingresa por el cuerno posterior es transmitido hacia el cuerno anterior a través de una neurona intercalar. El estímulo deja de ser tal para convertirse en una respuesta motora, la cual se encuentra controlada y regulada por las respuestas emitidas por los centros nerviosos superiores, por esto al asta anterior se le conoce con el nombre de vía final común.

### **3. Mantenimiento de la postura**

La postura aun en condiciones de máxima relajación corporal. Se mantiene por la resistencia que ofrecen los músculos a ser estirados más allá de su longitud en reposo, a la que se suma la atención que se produce en la cápsula articular y los ligamentos.

Para el mantenimiento de la mayor parte de postura, no basta lo anterior, se requiere además de los músculos generen fuerza contrayéndose isométricamente, con ello impiden que la pesancia corporal se imponga sobre la resistencia antes descrita.

Aun así nuestro cuerpo trata de generar el menor gasto de energía muscular para la base de sustentación, el equilibrio es casi perfecto y el trabajo muscular se minimiza. Por eso es que señalamos que el mantenimiento de la postura también responde a la ley del menor esfuerzo.

También juega un papel importante en su mantenimiento el control nervioso que se ejerce sobre la actividad muscular, descrita líneas arriba.

#### 4. Alineamiento y desalineamiento corporal

Se denomina alineamiento corporal al paralelismo y perpendicularidad que guardan entre los diferentes segmentos corporales, para ello se toma en cuenta la línea gravitatoria corporal, la cual, como se sabe, es perpendicular al suelo.

En la posición de referencia, los ejes mecánicos de los diversos segmentos se disponen casi perpendicularmente al suelo, por lo que se les considera paralelos a la línea gravitatoria; asimismo, si trazamos recta que unan puntos de referencia homólogos de ambos lados del cuerpo, cortan perpendicularmente a la proyección anterior o posterior de la línea gravitatoria corporal. Así por ejemplo, tenemos a la línea biacromial, la línea bitrocantérica, la línea biespinal, etc. Todos estos puntos deben por lo tanto, hallarse a la misma altura (o nivel) con respecto al suelo.

Cuando se pierde el paralelismo y/o la perpendicularidad entre uno o más segmentos corporales a la línea gravitatoria, decimos que se ha producido un realineamiento, lo que equivale a una alteración postural.

En el alineamiento en el plano transversal se observa a través de la posición que guardan entre sí los verdaderos segmentos corporales en relación a otros dos planos. Si observamos la cabeza, en una vista anterior debe mostrarnos una figura simétrica de ambas hemisferias, si observamos el cuerpo en una vista lateral, las extremidades superiores deben ubicarse en el mismo plano lateral, si no lo está implicando alguna desviación del tronco en el plano transversal y/o de las propias extremidades.

#### 5. Clasificación de las alteraciones posturales

De acuerdo a su posibilidad inmediata de corrección, las alteraciones posturales se clasifican en:

a. **fisiológicas y funcionales**, las cuales se corrigen con relativa facilidad, y se originan por la adopción de posturas o hábitos **posturales**, incorrectos, están relacionados con la estática y la dinámica corporal.

b. **estructurales**, las cuales no se corrigen con facilidad, porque responden al cambio o alteraciones que se producen en la propia estructura corporal, algunas responden a alteraciones congénitas y se denominan **malformaciones congénitas**, otras se adquieren después del nacimiento y se denominan deformidades, siendo las más frecuentes las causadas por desbalances musculares, como cuando se produce parálisis de ciertos grupos musculares; por ejemplo, la parálisis de los músculos dosiflexores del pie, conlleva al establecimiento de un pie equino.

Asimismo, algunas alteraciones funcionales pueden convertirse con el paso del tiempo en estructurales, si es que no se corrigen oportunamente, pues los huesos, las articulaciones y los músculos se adoptan morfológicamente a la exigencia de las alteraciones posturales.

## **B. ARTROCINEMÁTICA DE LA BIPEDESTACIÓN**

En la posición de pie, que coincide con la posición fisiológica, se considera que todas las articulaciones que constituye el cuerpo, se hallan en posición “neutra” es decir sin desviaciones de los segmentos que la conforman tanto en el plano anteroposterior, como en el lateral y transversal.

En una vista anterior, los ejes mecánicos (o longitudinales) de los diferentes segmentos corporales se disponen perpendicularmente al plano transversal y son paralelos entre sí, vale decir que no se debe apreciar desviación lateral de los segmentos axilares, ni tampoco asentados acercamientos o alejamiento de los segmentos apendiculares al plano medio corporal. Los pies por lo general, se hallan dirigidos hacia fuera, formando entre sí un ángulo de 30°.

En la vista lateral, además de la perpendicularidad de los ejes mecánicos segmentarios, no se deben observar desviaciones de los segmentos del plano ante posterior, vale decir que la cabeza se encuentra erguida, con la mirada hacia el horizonte, el tronco erguido, observándose curvaturas de la columna vertebral, las que no deben estar acentuadas ni tampoco disminuidas excesivamente, la pelvis debe guardar su inclinación anterior normal, y el eje lateral del miembro inferior debe formar un ángulo recto con el plano de sustentación de los pies.

Algunas articulaciones, como la rodilla se encuentran en posición de máxima extensión,

### **1. Musculo-cinética de la bipedestación**

#### **a. trabajo muscular en el plano lateral:**

**En la cabeza y cuello**, los esternocleidomastoideos y los escalenos, a través de su tono muscular, antagonizan para mantener su equilibrio.

**En el tronco y pelvis**, los oblicuos mayores y menores, juntamente con los paravertebrales realizan los mismos.

**En la pelvis y cadera**, los glúteos medianos, el tensor de la fascia lata, el cuadrado lumbar y los aductores, incrementan su tono y/o se contraen isométricamente para mantener el equilibrio pélvico.

**En las piernas y los pies**, antagonizan conjuntamente los peroneos laterales con los tibiales posteriores, para mantener el equilibrio en estos segmentos tan importantes para el apoyo corporal.

#### **b. trabajo muscular en el plano ante posterior**

**En la cabeza del cuello**, actúan en contracción isométrica los paravertebrales cervicales antagonizados por la resistencia tónica del pre vertebrales y de los esternocleidomastoideos.

**En el tronco y la pelvis**, los paravertebrales dorso-lumbares, antagonizados por los rectos anteriores mayores del abdomen que oponen su resistencia tónica.

**En la cadera**, los isquiotibiales, en contracción tónica y/o isométrica, antagonizados por la tensión del ligamento de Bertín.

**En la rodilla**, la contracción tónica y/o isométrica del cuádriceps al cual opone la resistencia tónica de los isquiotibiales y la tensión de los ligamentos cruzados.

**En la pierna y el pie**, la contracción tónica y/o isométrica del tríceps sural antagonizada por la resistencia tónica del tibial anterior, a los cuales se suma la contracción isométrica de los flexores de los dedos del pie antagonizados por la acción de los extensores.

## **C. ALTERACIONES POSTURALES DE MAYOR FRECUENCIA Y LA HIGIENE POSTURAL**

### **1. En el plano anteroposterior:**

**a. en el cuello y la cabeza**, hiperlordosis cervical, disminución, enderezamiento o inversión de la curvatura cervical.

**b. en el tronco y columna dorso lumbar**, cifosis dorsal e hiperlordosis lumbar, disminución, enderezamiento o inversión de la curvatura lumbar (espalda plana y cifosis dorso lumbar)

**c. En la pelvis** incremento o disminución de la báscula pélvica (aumento o disminución de la anteversión); antepulsión o retropulsión permanentes.

**d. En la cadera**, cadera flexa

**e. En la rodilla**, rodilla flexa, recurvatum de rodilla.

**f. en el pie**, pie equino, pie talo, pie plano, pie cavo.

**g. en los dedos del pie**, dedos en garra, dedos en martillo.

**h. en los hombros y la cintura escapular**, ante pulsión.

### **2. En los planos lateral y/o transversal:**

**a. en el cuello y la cabeza**, desviaciones lateral con rotación contralateral.

**b. en el tronco y la columna vertebral**, escoliosis en "C" o en "S"

- c. **En la escapula**, escapula alada
- d. **en la pelvis**, latero versión y latero pulsión pélvica; rotación
- e. **en la cadera**, coxa vera, coxa valga, torsión femoral interna.
- f. **en la rodilla**, rodilla valga, rodilla vara.
- g. **en la pierna**, torsión tibial, tibias varas
- h. **en el tobillo**- pie, pie varo, pie valgo, ante pie educto, talón valgo, talón varo, pie equino varo congénito.
- i. **en los dedos del pie**, hallux valgo, dedos traslapados.

### 3. Bases para la reducción postural

a. **reconocimiento corporal propioceptivo.** Requiere de un periodo de entrenamiento y motivación para su comprensión e incorporación al sentido somático corporal, hasta hacerlo de una forma inconsciente. Los medios que se utilizan serán los espejos cuadriculados, en los que el paciente puede tener una imagen visual de sus alteraciones, y de este modo para desarrollar la sensación de una persona correcta mediante un reconocimiento propioceptivo.

El uso de la relajación aumenta el sentido psico-corporal, relajando las tensiones musculares y aumentando la flexibilidad articular, permitiendo adoptar posturas de estiramiento y situar al paciente en una fase de receptibilidad propioceptiva.

Se deben elongar los acortamientos musculo-tendinosos que frecuentemente acompañan a las alteraciones posturales. Se deben fortalecer los músculos debilitados, para que mantengan mecánicamente las posturas corregidas.

Se debe instruir al paciente para que automatice las posturas corregidas y las incorpore a las posturas funcionales de las actividades de la vida diaria.

b. **Posturas estéreo correctoras**, consisten en inmovilizaciones momentáneas o mantenidas por periodos de tiempos variable, de segmentos articulares o corporales para conseguir una corrección de una actitud viciosa irreductible por otros medios.

### 4. Higiene postural para la salud ocupacional



La realización de ciertos trabajos exige la adopción de posturas con poco movimiento y/o con sobreesfuerzo, lo que generan contracturas musculares y algias, que conllevan a adoptar posturas viciosas compensatorias o antálgicas.

El terapeuta ocupacional deberá identificar dichas posturas para prevenir sus efectos sobre la mecánica corporal y generar en las personas la adopción de una actitud preventiva permanente.

A continuación señalamos algunas medidas de higiene postural por segmentos corporales:

**a. De la columna cervical:**

- Mantener la cabeza erecta, en posición neutra, evitando mantenerla flexionada por mucho tiempo.
- Utilizar planos de trabajo adecuado, situado, por ejemplo a la altura del pecho, con lo cual se evita flexionar excesivamente la cabeza.
- Si conduce, el auto debe tener apoyos para la cabeza.
- Al dormir, utilizar almohadas ortopédicas, o en su defecto almohadas que no sean muy altas y que sostengan adecuadamente la columna cervical.

**b. Del hombro:**

- No llevar pesos en las manos, si es necesario, distribuir la carga entre los dos brazos.
- No tirar de los carritos de ruedas, mejor empujarlos.
- No coger objetos colocados muy encima de la cabeza.

**c. De la columna dorso – lumbar:**

- Para trabajar sentado se debe utilizar un mobiliario que se adapte a las características antropométricas de la persona, la altura de la mesa debe permitir que los brazos se dispongan perpendicularmente a ella y que los codos estén flexionados a 90°. La silla o sillón debe tener apoyo brazos y respaldo alto (análisis ergonómico).
- Al sentarse se debe apoyar toda la espalda, para evitar un excesivo trabajo de los músculos para vertebrales.
- Si la ocupación exige permanecer sentado por muchas horas, debe introducirse períodos de descanso breves cada dos horas mediante caminatas o paseos cortos.
- Al flexionar el tronco estando de pie debe hacerse siempre con previa o simultánea flexión de caderas y rodillas. Si se trata de coger objetos, estos deben pegarse al cuerpo y levantarse utilizando la fuerza de miembros inferiores.

**d. De los miembros inferiores:**

- Cuando hay que trabajar de pie, es necesario contar con una pequeña banqueta de 10cm de altura que se utilizará para apoyar alternadamente cada pie.
- La altura de las mesas de trabajo debe adaptarse a las medidas antropométricas del sujeto.
- Cuando se trabaja no se deben utilizar zapatos con tacones altos y/o que terminen en punta, pues disponen a la persona a sufrir dolores lumbares y de pies.

#### **D. EJERCICIOS**

Utilizando la metodología de taller, realiza los ejercicios siguientes:

- a. Esquematizar el sistema gamma y explicar su funcionamiento.
- b. Con la ayuda de un compañero, demostrar el alineamiento corporal de los diferentes segmentos corporales.
- c. Describir en un compañero la relación espacial que existe entre los diferentes segmentos corporales.
- d. Explicar las posibles causas de las alteraciones posturales más frecuentes.
- e. Analizar las medidas de reeducación e higiene postural.

#### **IV. AUTOEVALUACIÓN**

Señalar si lo que se afirma es verdadero (V) o falso (F)

- ( ) El tono muscular es la base de la postura.
- ( ) Las neuronas motoras alfa inervan a las fibras intrafusales.
- ( ) La vía final común se haya en las astas posteriores de la médula espinal.
- ( ) La postura se mantiene por la resistencia que ofrecen los músculos para ser estirados.

Señale la alternativa correcta

- El huso neuromuscular tiene como función captar estímulos de:
  - a. Comprensión
  - b. Estiramiento
  - c. Tracción
  - d. Tensión
  - e. Todos ellos
- Las alteraciones posturales reversibles y de relativa facilidad en su tratamiento se denominan:
  - a. Estructurales
  - b. Paralíticas
  - c. Funcionales
  - d. Congénitas
- Los músculos que mantienen la postura del tronco en el plano lateral son:
  - a. Los rectos anteriores mayores del abdomen
  - b. Los paravertebrales

- c. Los oblicuos mayores y menores
- d. Los esternocleidomastoideos
- La alteración postural más frecuente de la columna vertebral en el plano lateral se denomina:
  - a. Cifosis
  - b. Hiperlordosis
  - c. Escoliosis
  - d. Cifo esoliosis

## **V. BIBLIOGRAFÍA**

### **1. Básica**

Daniels, L. y Worthingham, C. Fisioterapia: Ejercicios correctores de la alineación del cuerpo humano. 1ra Edición 1981.

Una obra clásica de Fisioterapia, dónde se encuentra un buen estudio de la postura, sus alteraciones y correcciones.

Lapierre, I.A. La reeducación física – Tomo I: Kinesiología. 2008

Un enfoque kinesiológico de la postura y su reeducación.

### **2. Complementaria**

Lutgens, K. y WELLS, K. Kinesiología: bases científicas del movimiento humano, 7ma Ed. 1982.

Kendall, F. Músculos: pruebas, funciones y dolor postural. 2003

## **SEXTA UNIDAD**

### **LA KINESIOLOGÍA, BIOMECAÁNICA Y TERAPIA OCUPACIONAL**

#### **MARCO DE REFERENCIA BIOMECAÁNICO**

##### **I. OBJETIVOS GENERALES:**

- Explicar la relación de la biomecánica y la terapia ocupacional.
- Explicar la importancia de la kinesiólogía y biomecánica en la intervención de terapia ocupacional.
- Describir y aplicar el marco de referencia biomecánico en la intervención de terapia ocupacional.

##### **II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar la influencia de la kinesiólogía y biomecánica sobre la ocupación y las actividades de la vida diaria de las personas.
  1. Explicar los factores biomecánicos que intervienen en las ocupaciones y las actividades.
  2. Explicar la relación entre la biomecánica y kinesiólogía en las ocupaciones y las actividades de la vida diaria.
  3. Describir las ocupaciones y actividades biomecánicamente.
- Explicar la relación de la kinesiólogía y biomecánica en los tratamientos de terapia ocupacional.
  1. Explicar los elementos biomecánicos en la intervención de terapia ocupacional.
  2. Explicar la importancia de la kinesiólogía y biomecánica en la intervención de la terapia ocupacional a nivel de prevención o disminución de algún deterioro restableciendo el desempeño ocupacional.
  3. Describir las ocupaciones y actividades basadas en la física aplicada y fisiología del ejercicio.
- Describir la utilización del marco de referencia en la intervención de terapia ocupacional.
  1. Explicar para que tipo de limitaciones se utiliza el marco de referencia biomecánico.
  2. Explicar el principio básico del marco de referencia enfocado al desempeño ocupacional de la persona.
  3. Explicar las modalidades de tratamiento basado en el marco de referencia biomecánico.

##### **III. TEMAS**

- a. Introducción
- b. La biomecánica en la Terapia Ocupacional
- c. Origen y supuestos del marco de referencia biomecánico
- d. Premisas y objetivo del marco de referencia biomecánico

- e. Intervención terapéutica del marco de referencia biomecánico
- f. Teoría del marco de referencia biomecánico

**IV. EJERCICIOS**

**V. AUTOEVALUACIÓN**

**VI. BIBLIOGRAFÍA**

## A. INTRODUCCIÓN

La ocupación es una actividad propositiva que desde los tiempos remotos ha influido en la evolución humana determinando la organización de su tiempo vital. También a lo largo de la historia de la Medicina ha sido como forma de tratamiento, en la actualidad denominada **Terapia Ocupacional**. Por medio del movimiento el hombre, ha desarrollado actividades y relaciones no solo como individuo sino como parte de un colectivo que le ha permitido transformar su entorno para satisfacer necesidades. Este explorar el ambiente, es una tendencia innata y espontánea del hombre y es la base de la ocupación humana.

El marco de referencia biomecánico se utiliza para tratar individuos con limitaciones en la actividad causadas por deterioros como consecuencia del daño de estructuras y de funciones corporales biomecánicas, incluidos la inestabilidad estructural, disminución de la fuerza, la limitación de la amplitud y la escasa resistencia. El principio básico que preside este enfoque es que el desempeño ocupacional puede recuperarse tratando deterioros subyacentes que limitan el desempeño ocupacional de la persona (Hagedorn, 1997; Trombly 1995).

El entrenamiento se centra en prevenir o disminuir el deterioro a través del uso de actividad y el ejercicio, que pueden ser de propósito o de rutina (Kielhofner 1997). Es posible que las modalidades de tratamiento no sean intrínsecamente significativas para la persona pero se considera que el significado se crea por medio del objetivo final de restablecer su capacidad de participar y la ocupación.

El marco de referencia biomecánico tiene su fundamento en la ciencia biomecánica, que son reduccionista, es decir que se aplican por corregir el problema subyacente y restablecer la salud (Yerxa 2001). El conocimiento de la patología, la cicatrización de las heridas, las precauciones y pronóstico son fundamentales para establecer metas seguras y realistas. El conocimiento del sistema cardiopulmonar también es necesario para tratar a los pacientes con déficit de movilidad, fuerza y resistencia (Kielhofner, 1997).

Contribuye igualmente al desarrollo del marco de referencia biomecánico las ciencias de la física, como la kinesiología y la fisiología del ejercicio. La kinesiología ayuda a los terapeutas ocupacionales a comprender la biomecánica del movimiento humano (Zemeke, 1995). Los terapeutas ocupacionales usan el marco de referencia biomecánico para restablecer el desempeño ocupacional.

## **B. BIOMECÁNICA EN LA TERAPIA OCUPACIONAL**

Para poder abordar el tema de la biomecánica en la terapia ocupacional, es necesario recordar la definición de la terapia ocupacional (TO), según la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la TO, “es el conjunto de técnicas, métodos y actuaciones que, a través de actividades aplicadas con fines terapéuticos, previene y mantiene la salud, favorece la restauración de la función, suple los déficit invalidantes y valora los supuestos comportamentales y su significación profunda para conseguir la mayor independencia y reinserción posible del individuo en todos sus aspectos: laboral, mental, físico y social”.

Según la WFOT (Federación Mundial de Terapeutas Ocupacionales), la terapia ocupacional es una profesión que se ocupa de la promoción de la Salud y el Bienestar a través de la ocupacional. El principal objetivo de la Terapia Ocupacional es capacitar a las personas para participar en las actividades de la vida diaria. Los terapeutas ocupacionales logran este resultado mediante la habilitación de los individuos para realizar aquellas tareas que optimizarán su capacidad para la participación, o mediante la modificación del entorno o ambiente para que éste refuerce la participación.

Los terapeutas ocupacionales poseen una formación extensa que les proporciona las habilidades y los conocimientos para trabajar con aquellos individuos o grupos de población que sufren la afectación de una estructura corporal o función (limitación en el movimiento del cuerpo humano), debido a algún cambio de salud, y que por tanto hace que experimenten limitaciones y restricción en su participación.

Los terapeutas ocupacionales establecen que la participación podría estar facilitada o restringida por entornos físicos, actitudinales, y legislativos. Por todo ello la práctica de la terapia ocupacional podría estar dirigida a aquellos aspectos variables del entorno para mejorar la participación.

Las personas están involucradas activamente en el proceso de la intervención y los resultados de la terapia ocupacional son diversas, dirigidos a la persona (ser ocupacional) y medio en términos de participación o satisfacción derivadas de su participación.

### **- La ocupación**

Durante miles de años el hombre ha dependido de su capacidad de movimiento para poder subsistir. Por medio del movimiento y gracias a su capacidad, desarrollando actividades y relaciones no sólo como individuo sino como parte de un colectivo que le ha permitido transformar su entorno para satisfacer sus necesidades. Este explorar y dominar el ambiente es, una tendencia innata y espontánea del hombre y es la base de la ocupación humana (Kielhofner, 2002).

La ocupación es considerada una actividad intencional, significativa y funcional del sujeto, en el desempeño de su vida cotidiana, comprendiendo el contexto y el entorno donde esta tiene lugar (Gómez Tolón, 1997) y que con el transcurrir de la civilización ha estructurado, y en la

actualidad mantiene, la organización del tiempo de la persona (recordemos la clásica división en 8 horas para dormir, 8 para trabajar y 8 para la persona).

No obstante cuando hablamos de ocupación la asociamos a trabajo y de su interacción con él como una causa de enfermar. De manera convencional solemos decir que las posibilidades de recuperar la salud se resumen en tratamientos médicos y quirúrgicos.

### - **La ocupación como terapia**

Para alcanzar la configuración actual de la TO ha sido necesaria la conjunción del estudio científico de la ocupación, del binomio salud-enfermedad y las necesidades prácticas, además de adaptarse a un patrón científico aceptado. Esa confluencia se va a realizar en las coordenadas de la Historia. Si nos adentramos en su estudio (Lain Entralgo, 1965; Arráez y Villanueva, 2003) comprobamos que el uso terapéutico de la actividad y del movimiento ha sido apreciado desde los inicios de las civilizaciones más antiguas.

Escritos chinos del 2600 a.C. recogen pensamientos de que la enfermedad era generada por la inactividad orgánica y utilizaban el entrenamiento físico, mediante ejercicios similares a los hoy conocidos como tai-chi para promover la salud e incluso asegurar la inmortalidad.

Los egipcios, 2000 a.C., levantaron templos donde las personas afectadas de melancolía acudían en gran número para aliviar su enfermedad mediante los juegos y actividades recreativas.

En Grecia, hacia el 600 a.C. en el hospital de la ciudad de Pérgamo, fundado por Esculapio, se trataba de aliviar el delirium con el empleo de canciones, música y farsas. También Pitágoras y Tales de Mileto utilizaron la música como remedio para distintos males del cuerpo y de la mente.

Asimismo, Eudoxus, Euclides y Arquímedes profundizan en los estudios sobre temas matemáticos, mecánicos y los relacionados con el movimiento.

Por regla general, hay concordancia entre los historiadores que fue Herodico (siglo V a.C.), con su «Ars Gimnastica», el primero en desarrollar un sistema bastante detallado de ejercicios, que según Plinio no era posible comprender sin saber geometría y que muchos estudiantes abandonaron debido a su dificultad. Hipócrates, uno de sus discípulos, considerando en todo tratamiento la unión cuerpo-alma, recomendaba para mantener y mejorar la salud, excepto en los procesos agudos, la lucha libre, montar a caballo así como los «trabajos manuales» que diferencio en: «ejercicio intenso o ejercicio convertido en profesión». De igual modo reconoció su valor para fortalecer los músculos debilitados, acelerar la convalecencia y mejorar las actitudes mentales. Es decir, la historia de la TO está íntimamente ligada a la de la Fisioterapia y la Gimnasia terapéutica.

En el siglo I de nuestra era, Galeno (131-201) proporcionó el enfoque biofuncional de la Anatomía al considerar que la mano exenta y la bipedestación eran las notas esenciales de la



hominización del cuerpo humano. Este autor promovió la terapéutica a través de la ocupación sugiriendo actividades tales como cavar, arar, pescar o trabajar en la construcción de casas, barcos o en labores del campo, señalando que «el empleo es la mejor medicina natural y esencial para la felicidad humana.»

Aulo Cornelio Celso (14-37), aparte de su contribución al estudio de la Anatomía y la Medicina, recomendaba lo que quizás podría calificarse de «ejercicio ocupacional» para mantenerse en buena salud, es decir, practicar la vela, cazar, manejar las armas, correr, andar y la práctica de ocupaciones «adecuadas al temperamento de cada uno». Sugiriendo que en algunas enfermedades esta práctica se aplicara indirectamente, lo que en términos actuales podría calificarse como «tratamiento de conducta»

En el Renacimiento el concepto sobre el cuerpo humano sufrió un vuelco definitivo en todos los órdenes, convirtiéndose en uno de los centros de interés sobre el que giraron muchas iniciativas artísticas y científicas. Leonardo da Vinci analizó el movimiento y estudió la función de los músculos, describiendo la diferencia entre flexión, pronación y supinación.

En el siglo XVII, el empirismo de Francis Bacon y el racionalismo de Descartes se interesan por la Fisiología industrial, tomando nota de un modo especial, como lo haría más tarde Ramazzini, del ritmo, postura y consumo de energía.

En 1630 Borelli, basándose en las formulaciones físicas y matemáticas de Galileo, publicó su tratado «De motu animalium», punto de partida de la Escuela Fisiátrica o Iatromecánica. Se inicia entonces la historia científica de la actividad de los músculos, considerados estos como instrumentos pasivos de los nervios así como el conocimiento acerca del mecanismo de reposo y de la locomoción.

Los ejercicios y las diversiones ocupacionales para «fortalecerse» y al mismo tiempo divertirse también eran recomendados por los médicos del siglo XVII. Así, Sydenham y Nicolás Andry prescribían montar a caballo y cazar para los miembros de la clase alta o trabajos rurales como cavar, arar y acarrear pesos para los más humildes.

En 1708 Hoffmann en su obra «Dissertationes Physico-Medicae», cuyo sexto capítulo tituló «Acerca del movimiento considerado como la mejor medicina para el cuerpo» escribió: «Debemos distinguir, con los antiguos, entre movimiento (kinein), ejercicio (gymnasion) y trabajo (ponos)» y más adelante señala «Colocaremos entre los ejercicios los movimientos ocupacionales de los obreros y los campesinos y tareas como trillar el trigo, cortar madera, pescar y otros trabajos agrícolas» lo que supone un genuino paso adelante con respecto a Fuchs y una de las primeras exposiciones de la teoría ocupacional cinética, que posiblemente a lo largo del siglo influiría en diversos autores como Joseph Clement Tissot o Buchan, quién en su obra «Domestic Medicine» (1774) insistía en la conveniencia de que los hombres aprendieran algún oficio mecánico y realizaran «magistrales muestras de su propio trabajo, para el mantenimiento de la salud».

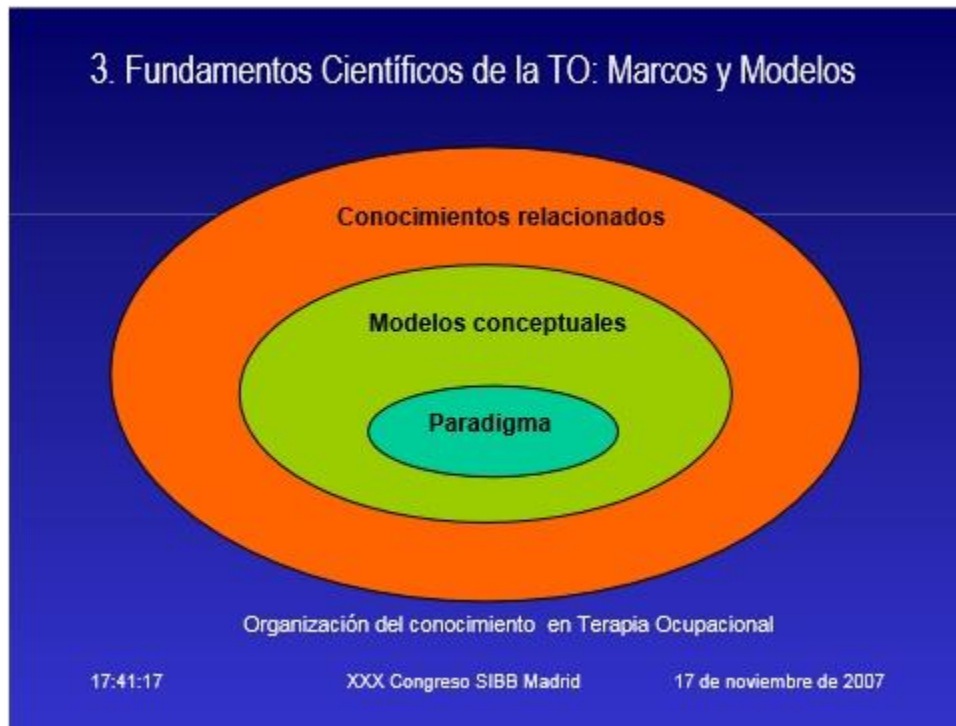
En 1780 Joseph Clement Tissot publica «Gymnastique Medicinale et Chirurgicale», libro en el que analizó los movimientos ejecutados en muchas artes y oficios, señalando: «La mayoría de

las actividades artesanas colocan los músculos de las extremidades superiores en contracción casi continua. De acuerdo con su uso, algunos activan más ciertos músculos que otros. Debemos colocar entre los ejercicios ciertos movimientos ocupacionales como cortar madera, segar trigo, pescar». Clasificó el ejercicio ocupacional en activo, pasivo y mixto e insistió en que era esencial un conocimiento previo de Anatomía para prescribir ejercicios terapéuticos: «El análisis anatómico nos dice qué ejercicios debemos seleccionar para la cura de ciertas enfermedades y en donde el movimiento está indicado», recomendando entre otras actividades coser, tocar el violín, talar árboles, remar, etc. En el siglo XX muchos autores consideraran la obra de Tissot como el primer tratado de Rehabilitación y algunos creen, como Licht (1965), que con él se establece la Terapia Ocupacional.

### - **La biomecánica en Terapia Ocupacional**

Con las premisas derivadas de lo anteriormente expuesto se entiende que la extensión del campo de conocimiento propio de la TO deriva de la complejidad de la actividad propositiva y de la diversidad de objetivos.

La figura 1 esquematiza el cuerpo de conocimientos de la TO según Kielhofner (2002). La capa externa estaría conformada por los conocimientos de una serie de disciplinas que son incorporados en la capa intermedia donde se situarían los modelos conceptuales que presentan y organizan los conceptos técnicos utilizados para la práctica profesional. De ellos derivan unos marcos de referencia aplicada (MAR) y de ellos los modelos de funcionamiento ocupacional. La figura 2 recoge el modelo de funcionamiento ocupacional de Trombly (2002) que puede servir de ejemplo. En este como en todos los modelos en su base encontramos el sustrato orgánico mcompuesto por las estructuras orgánicas que constituyen la base para que el sujeto pueda desarrollarse. Comprende el aparato locomotor, el SN, corazón, etc.



**Figura 1.** Organización del conocimiento en Terapia Ocupacional

La capa externa de la figura 1 estaría conformada por los conocimientos de una serie de disciplinas:

- > Ciencias biomédicas: Anatomía, Biomecánica, Cardiología, Cinesiología, Fisiología, Geriátría, Neurología, Medicina del Trabajo, Medicina del Deporte, Psiquiatría, Rehabilitación, Traumatología, etc.
- > Ciencias psicosociales: Antropología, Psicología, Sociología, etc.
- > Artes y Humanidades: Arquitectura, Arte, Filosofía, Música, etc.
- > Tecnología e Ingeniería: Equipos adaptativos, Ortesis, Prótesis, tecnología asistencia, etc.

Según Hagerdorn (1994) los conocimientos de esas disciplinas determinan dos marcos primarios de referencia en TO: el fisiológico o morfofuncional y el psicológico, cada uno de los cuales da lugar a distintos marcos de referencia aplicados a problemas concretos o tipo particular de tratamiento.



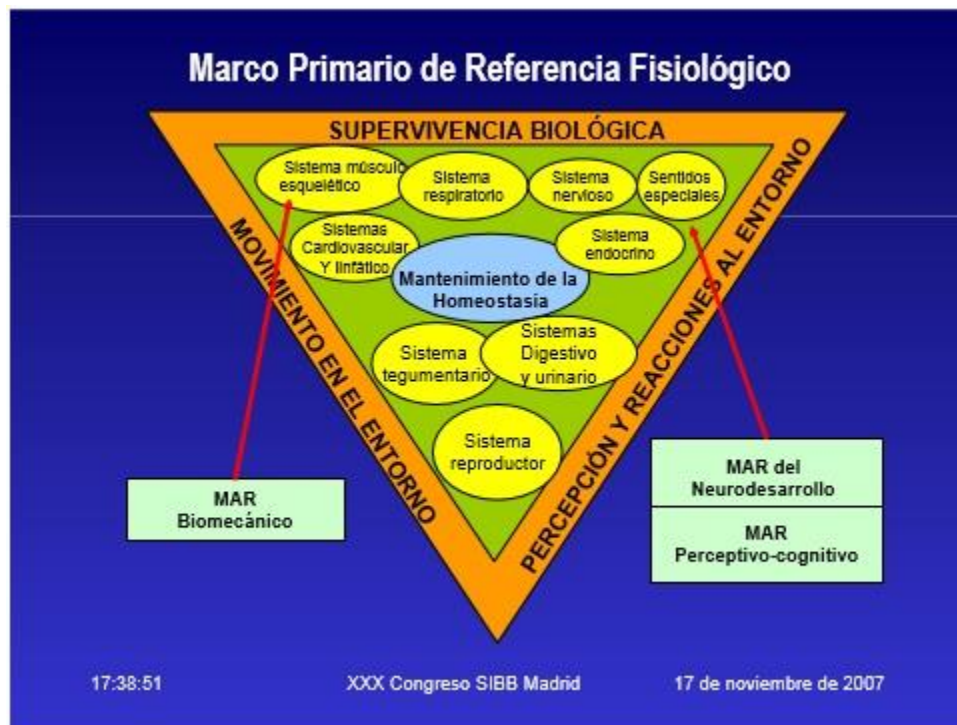
**Figura 2.** Marco primario de Referencia Fisiológico

El marco primario de referencia fisiológico (figura 3) o morfofuncional se centra en la atención de los problemas de la persona relacionados con el funcionamiento físico. De él se genera, entre otros, el MAR Biomecánico Cinesiológico (figura 4) que se ocupa principalmente del aparato locomotor y del movimiento funcional. Según Polonio (2001) se basa en cuatro supuestos:

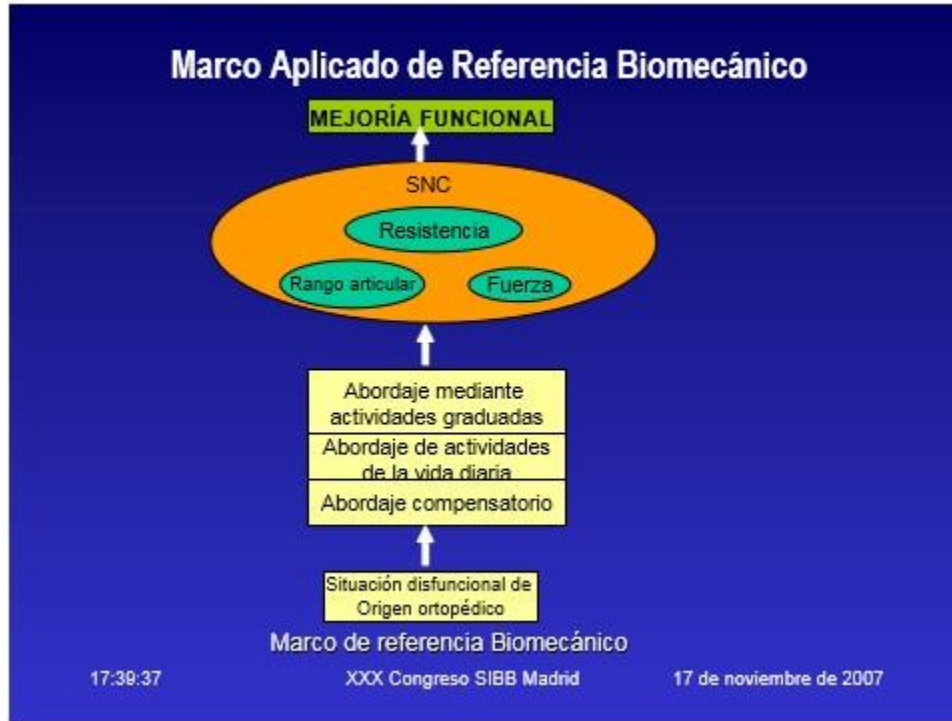
1. El recorrido articular, la fuerza muscular y la resistencia pueden mejorar a través del uso de la actividad propositiva.
2. El objetivo de la recuperación del recorrido articular, la fuerza muscular y la resistencia es que el individuo, gracias a la mejoría de estos parámetros, recupere automáticamente la función.
3. Debe existir un equilibrio dinámico entre el reposo y el esfuerzo requeridos.
4. Para que la aplicación de este marco de referencia sea posible y adecuada, el SNC de la persona debe estar intacto.

Este modelo cinesiológico-biomecánico analiza las actividades estudiando los aspectos homónimos. Tenemos en éste modelo rasgos pertinentes, como los anatomofuncionales (características del movimiento en relación con la actividad musculotendinosa y el tipo de articulación, propiedades de los distintos tipos de contracción muscular...) y los biomecánicos (actuación de los distintos vectores), centrados todos ellos en el estudio del movimiento

integrado que forma parte de la actividad. El análisis de la actividad según este modelo nos permitirá seleccionar la actividad más apropiada para una necesidad terapéutica concreta relacionada con la reeducación funcional de un determinado músculo o sistema muscular o articular. El modelo en la práctica se aplica en la rehabilitación física de los trastornos ortopédicos y disfunción de la motoneurona inferior. No obstante, este modelo se puede aplicar en el estudio ergonómico de los puestos de trabajo.



**Figura 3.** Marco de referencia fisiológico



**Figura 4.** Marco aplicado de referencia biomecánico.

## C. ORIGEN Y SUPUESTOS DEL MARCO DE REFERENCIA BIOMECÁNICO

### Origen

El modelo Biomecánico, a pesar de ser un marco conceptual muy característico de otras disciplinas, tiene una gran importancia y utilidad en la Terapia Ocupacional. Esta relevancia recae en la utilización de los pilares básicos de este modelo con el objetivo de fomentar el desarrollo de las actividades de la vida diaria. De este modo, junto con los conocimientos propios de la Terapia Ocupacional y los característicos del modelo biomecánico se consigue la rehabilitación del caso clínico que a continuación desarrollaremos.

El marco se originó en las intervenciones médicas en el siglo XX, basado en unas combinaciones de la fisiología neuromuscular y la anatomía musculo esquelética junto con las leyes mecánicas; gravedad fricción y resistencia (polonio 2001).

### Supuestos del marco de referencia biomecánico

1. Actividades con propósito utilizadas para tratar: arco de movimiento, fuerza y resistencia. Estabilidad estructural, fuerza, rango de movimiento y edema.
2. La persona recupera el movimiento, la fuerza y la resistencia y hasta el final con los anteriores se recupera la función.
3. Equilibrio entre el principio de reposos y acción.

4. Sistema nervioso central del paciente debe estar intacto, el marco trata alteraciones del sistema nervioso periférico; sistema musculo esquelético, tegumentario y/o cardiopulmonar. Formado por nervios y neuronas que residen o se extienden fuera del sistema nervioso central hacia los miembros y órganos. Conecta al sistema nervioso central con miembro y órganos. No está protegido por huesos o por la barrera hematoencefalica (exposición al daño). Compuesto por 31 nervios espinales.

## **D. PREMISAS Y OBJETIVO DEL MARCO DE REFERENCIA BIOMECÁNICO**

### **Premisas**

Considera al cuerpo humano como una máquina de movimiento con partes que pueden ser dañadas por enfermedades o lesiones. Las partes del cuerpo humano trabajan para formar un todo (ocupaciones). El tratamiento se basa en la devolución de la funcionalidad mediante la actividad terapéutica y por ende devolver a la persona a su desempeño ocupacional.

La mayoría de las actividades de la persona tienen una dimensión biomecánica (Kielhofner 1997). En lo particular el 100% de las actividades de la vida diaria de un ser humano tienen una dimensión biomecánica.

Las personas con deterioros biomecánicos pueden tener dificultades en el desempeño ocupacional (Kielhofner 1997)

Los deterioros biomecánicos pueden corregirse con métodos de tratamientos variados, incluyendo las modalidades auxiliares (asistencia tecnológica o modificación del entorno de la persona) que preparan a la persona para el desempeño ocupacional, otro método directamente relacionado con la biomecánica son los estiramientos pasivos estimulando los estiramientos activos que conllevan, algunas veces son utilizadas las actividades que no tienen significado para la persona o que no tienen propósito, recordemos que el terapeuta ocupacional requiere que la actividad tenga significado para la persona y poder corregir el deterioro biomecánico permitiendo la práctica de habilidades necesarias para el desempeño ocupacional.

Se debe considerar el trastorno subyacente de modo que sea posible establecer metas realistas y apropiadas, es decir, el pronóstico para la mejoría del déficit biomecánico es bueno y el tratamiento reforzará las estructuras corporales sin lesionarlas.

Aunque puede darse cierta mejora espontánea de las actividades de la vida diaria a medida que mejoran las funciones de las estructuras corporales, las actividades transicionales aseguran que las ganancias en la función biomecánica se transfieran al desempeño ocupacional de la persona.

### **Objetivo**

El objetivo principal del marco de referencia biomecánico es mejorar la movilidad de la persona, la fuerza muscular, la estabilidad articular, la coordinación y la resistencia, todo

principalmente para que la persona recupere la función y en consecuencia el desempeño funcional, esto mediante los siguientes abordajes:

1. Abordaje mediante actividades graduadas, la actividad se debe considerar como un medio terapéutico y así lograr una mejora determinada en la funcionalidad de la persona. Exigir el movimiento o contracción requeridos despertando el interés de la persona.
2. Actividades de la vida diaria, la actividad es medio y fin en sí misma, con el fin incrementar la fuerza muscular, mejorar la coordinación, aumentar la resistencia y mejorar las actividades de la vida diaria de la persona.
3. Abordaje compensatorio, en la disfunción permanente se busca compensar las habilidades que no se van a recuperar por medio del uso de dispositivos de ayuda, equipos adaptativos y nuevas formas de actuar (movimiento).

#### **E. INTERVENCIÓN TERAPÉUTICA DEL MARCO DE REFERENCIA BIOMECÁNICO**

La intervención terapéutica está basada en la confluencia entre el movimiento entre el movimiento y desempeño ocupacional.

Este marco de referencia biomecánico tiene el enfoque de a). Mantenimiento y prevención, b). Restablecimiento y c). Compensación, en la intervención de la terapia ocupacional.

- a) Mantenimiento y prevención; mantenimiento de la capacidad existente para moverse y prevención de la deformación. El terapeuta ocupacional puede recomendar modificaciones en las tareas o en los lugares de trabajo para así evitar problemas posteriores (ergonomía).
- b) Restablecimiento; apunta a aumentar movimiento, fuerza y resistencia.
- c) Compensación; dirigido a la compensación de limitaciones, utilización de aparatos que sujetan al cuerpo (férulas, silla de ruedas, bastón, etc.), modificación o reemplazo de entornos físicos y de objetos para desarrollar tareas habituales y empleos de otras personas como asistentes de realización de tareas.

Con respecto a la intervención recordemos que se requiere una evaluación para poder diseñar un plan de intervención y lograr los objetivos con el tratamiento; la evaluación se requiere lo siguiente:

- Observación
- Proceso de recolección de datos
- Toma de decisiones para guiar el tratamiento
- Reevaluación

Las prioridades de la evaluación deben basarse en los factores que más afectan el desempeño funcional.



## F. TEORÍA MARCO DE REFERENCIA BIOMECÁNICO

Refiere la capacidad para mantener un esfuerzo (intensidad o nivel) durante el tiempo necesario para realizar una tarea en particular. Las variables que intervienen son el trabajo que se realiza y el aporte de oxígeno y de materiales energético que proviene que provienen del sistema cardiopulmonar.

La teoría del marco es la estabilidad de movimientos necesarios para desempeñar ocupaciones. Para poder restablecer el movimiento se requiere definir la **capacidad del movimiento**; es amplitud articular (cada articulación debe moverse en ciertas direcciones y dentro de ciertos límites determinados por su estructura y la integridad de cada articulación circundantes; Trombly y Radomski, 2002), existen dos tipos de movimientos a) amplitud de movimiento activo (se refiere a la amplitud de movimientos que puede producir una persona con su propia fuerza), b) amplitud de movimiento pasivo (se refiere a la amplitud de movimientos que una articulación puede alcanzar por medio de manipulación externa).

Para poder realizar movimientos necesarios para el desempeño de ocupaciones distintas, se requiere fuerza (que es la capacidad de los músculos para producir tensión a fin de mantener el control postural y mover partes del cuerpo, se miden con diferentes escalas) y la resistencia (se refiere a la capacidad de mantener un esfuerzo durante el tiempo necesario para realizar una tarea en particular, existen otros tipos de resistencias como la resistencia pulmonar).

Existe una **dinámica de la capacidad de movimiento** para el desempeño de ocupaciones, a) posibilidad del movimiento; anatomía de las articulaciones, tejidos blandos que rodean las articulaciones, b) producción del movimiento; ubicación del músculo, trabajo coordinado de los músculos y fuerza de cada músculo y c) resistencia; capacidad de los sistemas corporales.

## IV. EJERCICIOS

Los ejercicios deben desarrollarse en las cuales participen activamente en su totalidad de los estudiantes:

- a. Escribe cinco ejemplos de gravedad, palanca, fricción y resistencia.
- b. De acuerdo a los 31 nervios espinales escribe un ejemplo de los 4 supuestos.
- c. Diseña un mapa mental de las premisas.
- d. De acuerdo a los abordajes escribe un ejemplo con base a los ejes y planos.
- e. Con un compañero realiza mediciones goniometrías de todas las articulaciones describiéndolas en un cuadro el cual debe contener lo siguiente; articulación, lado derecho y lado izquierdo.
- f. Con un compañero aplica la escala de Daniels y Kendall y vacía los datos en un cuadro como el anterior.

- g. Revisa cuidadosamente el test de resistencia (se encuentra en el apartado de anexos) y en un equipo de cuatro alumnos y realiza un video con las siguiente características; introducción, explicación detallada del test y el objetivo, desarrollo del video (enfocado a la biomecánica en terapia ocupacional) y conclusiones.
- h. Escribe las ventajas y desventajas del marco de referencia.
- i. En equipos realizar un análisis de lectura (fundamentos de la biomecánica del aparato locomotor, se encuentra en anexos) y escribir la relación de la ocupación y la biomecánica.

## V. AUTOEVALUACIÓN

Señale si lo que se afirma es verdadero (V) o falso (F)

- 1. ( ) La ocupación es un factor esencial para explicar la evolución del hombre.
- 2. ( ) Podemos decir que las posibilidades de recuperar la salud se resume en tratamientos médicos y quirúrgicos.
- 3. ( ) Debemos colocar entre los ejercicios ciertos movimientos ocupacionales.
- 4. ( ) Por medio de movimiento se realizan la mayoría de las ocupaciones y hace que la persona cubra sus necesidades.

Marque la alternativa correcta

- 5. El marco de referencia biomecánico se centra en el entrenamiento para:
  - a. prevenir el deterioro
  - b. disminuir el deterioro
  - c. solo fortalecer
  - d. a y b son correctas
  - e. solo c
- 6. Uno de los objetivos del marco de referencia es:
  - a. Abordaje mediante las actividades graduadas
  - b. Actividades de la vida diaria
  - c. Abordaje compensatorio
  - d. Todas las anteriores
- 7. La dinámica de la capacidad del movimiento depende de los siguiente:
  - a. Posibilidad del movimiento
  - b. Producción del movimiento
  - c. Resistencia muscular
  - d. Todas las anteriores
- 8. Existen dos tipos de amplitud del movimiento que son:
  - a. Pasivo y activo
  - b. Resistencia y potencia
  - c. Activo y relajado
  - d. Solo pasivo

## **VI. BIBLIOGRAFÍA**

Foster, Mark; Turner, A. Terapia Ocupacional y disfunción física: principios, técnicas y práctica. Elsevier. Madrid – España 2003.

Begoña, P. Terapia ocupacional en discapacitados físico. Teoría y práctica. Editoal Panamericana Madrid 2003.

Crepau, Ellen S. Chon. Terapia Ocupaiconal. 11 edición 2011. Panamericana.

L.A. Arraez – Aybar. La biomecánica en Terapia Ocupacional. Instituto de Ciencias Morfofuncionales. Universidad Complutense Madrid.2009.