

## Cap 9. Reeducción del Equilibrio.

Capitulación y redacción: Ximena Vega y Martín Lacoste.

**“Se recomienda profundizar en el tema utilizando la bibliografía correspondiente, este material es una guía de estudio creada por estudiantes de la Lic. en Fisioterapia para estudiantes de la Lic. en Fisioterapia”**

### Principios físicos del equilibrio.

Para definir lo que es equilibrio primero se deben recordar los principios fundamentales basados en la primera y tercera ley de Newton y publicados en 1686. (\*2)

En su primera ley, Newton observa que cada cuerpo mantiene su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme de no existir una fuerza que se lo impida. Efectivamente, sabemos que cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo le hace modificar su movimiento de traslación o de rotación. Si sobre este mismo cuerpo actúan varias fuerzas los efectos pueden llegar a neutralizarse, dando como resultado el que no se modifique el movimiento de rotación o de traslación. Diremos en este caso que se encuentra en equilibrio. Ello significa que el cuerpo está en reposo o que se desplaza a una velocidad constante; ya sea siguiendo una trayectoria rectilínea o bien una trayectoria curva.

Se dice que un cuerpo está en equilibrio, cuando todas las fuerzas que sobre él concurren tienen una resultante igual a cero.

La tercera ley de Newton explica que si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este último ejercerá a su vez sobre el primero una fuerza de la misma dirección, de la misma intensidad pero de sentido contrario que la primera. Luego es evidente que una fuerza sólo es un aspecto de la interacción de dos cuerpos y que una fuerza sola no puede existir.

En la forma más sencilla, la única que nos interesa aquí, el cuerpo está sometido a dos fuerzas: 1) la gravedad, cuyo vector fuerza (el peso) está aplicado en el centro de gravedad y dirigido verticalmente hacia abajo según una línea que apunta al centro de la tierra, y se llama “línea de gravedad”; 2) la reacción desarrollada por el punto o el plano de sustentación, tanto se trate de un eje de giro, como que el cuerpo sea sostenido por un plano de apoyo. (\*1)

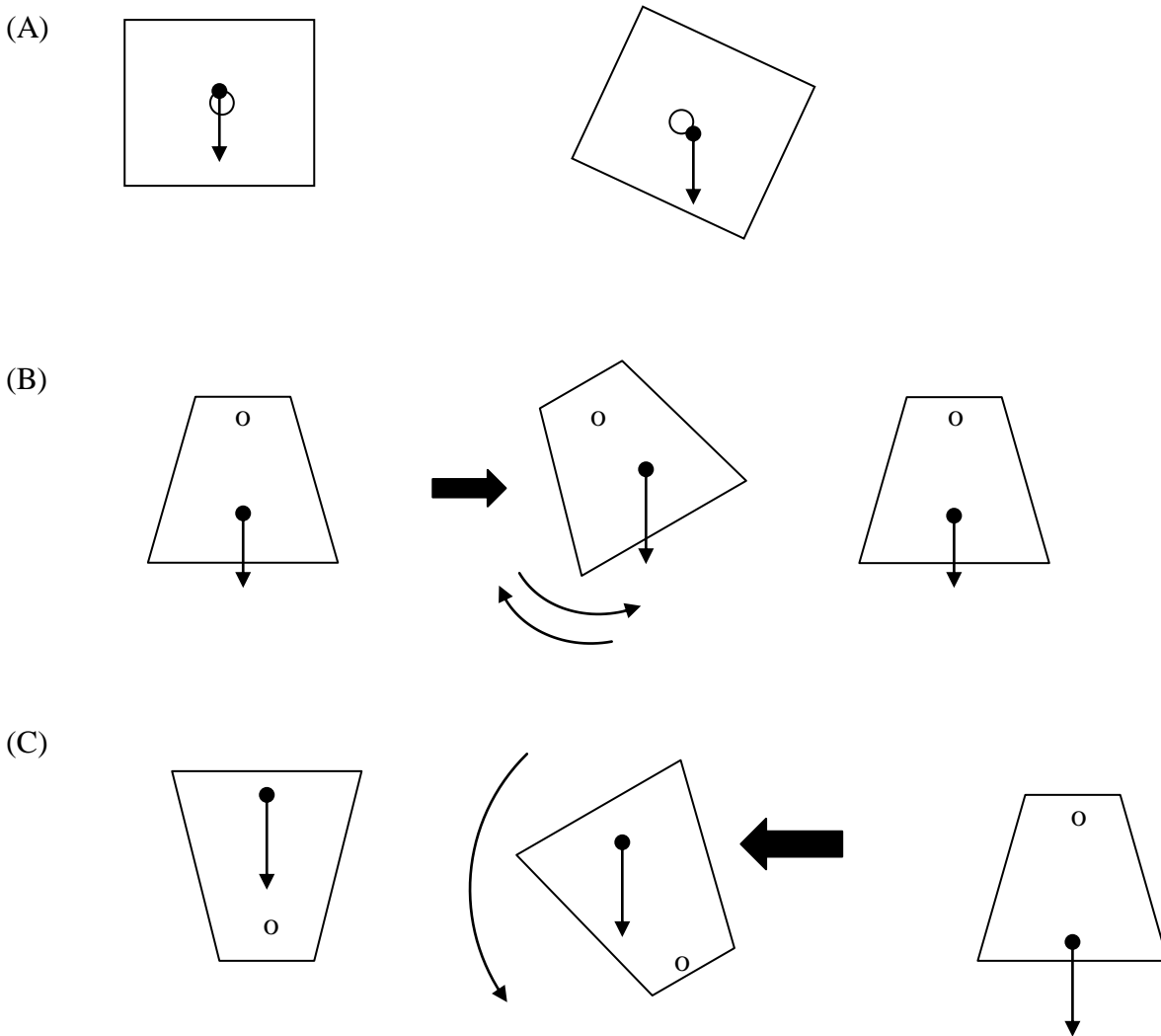
Para un cuerpo suspendido con eje de giro, la condición o tipo de equilibrio depende de la relación entre el eje de giro y el centro de gravedad, describiéndose 3 posibilidades (fig. 1):

- a) *Equilibrio indiferente*, cuando ambos coinciden; el cuerpo conserva cualquier actitud que pasivamente se le imponga.
- b) *Equilibrio estable*, cuando el centro de gravedad está debajo del eje de giro. Cualquier modificación de la actitud impuesta pasivamente eleva el centro de gravedad; cesada la fuerza, éste tiende a descender a su posición anterior, y el cuerpo recobra su actitud inicial.
- c) *Equilibrio inestable*, cuando el centro de gravedad está encima del eje de giro. Cualquier modificación de la actitud hace descender el centro de gravedad, que

tiende a colocarse debajo del eje de giro; el cuerpo cambia la actitud, y adquiere la condición de equilibrio estable.

Físicamente, el equilibrio del hombre es inestable o precariamente estable; durante la marcha existe una pérdida y recuperación del equilibrio en forma constante.

Desde el punto de vista Kinésico, se dice que el equilibrio “es la capacidad de mantener la posición bípeda antigraavitaria, venciendo las múltiples fuerzas que intentan sacarlo de ella”.



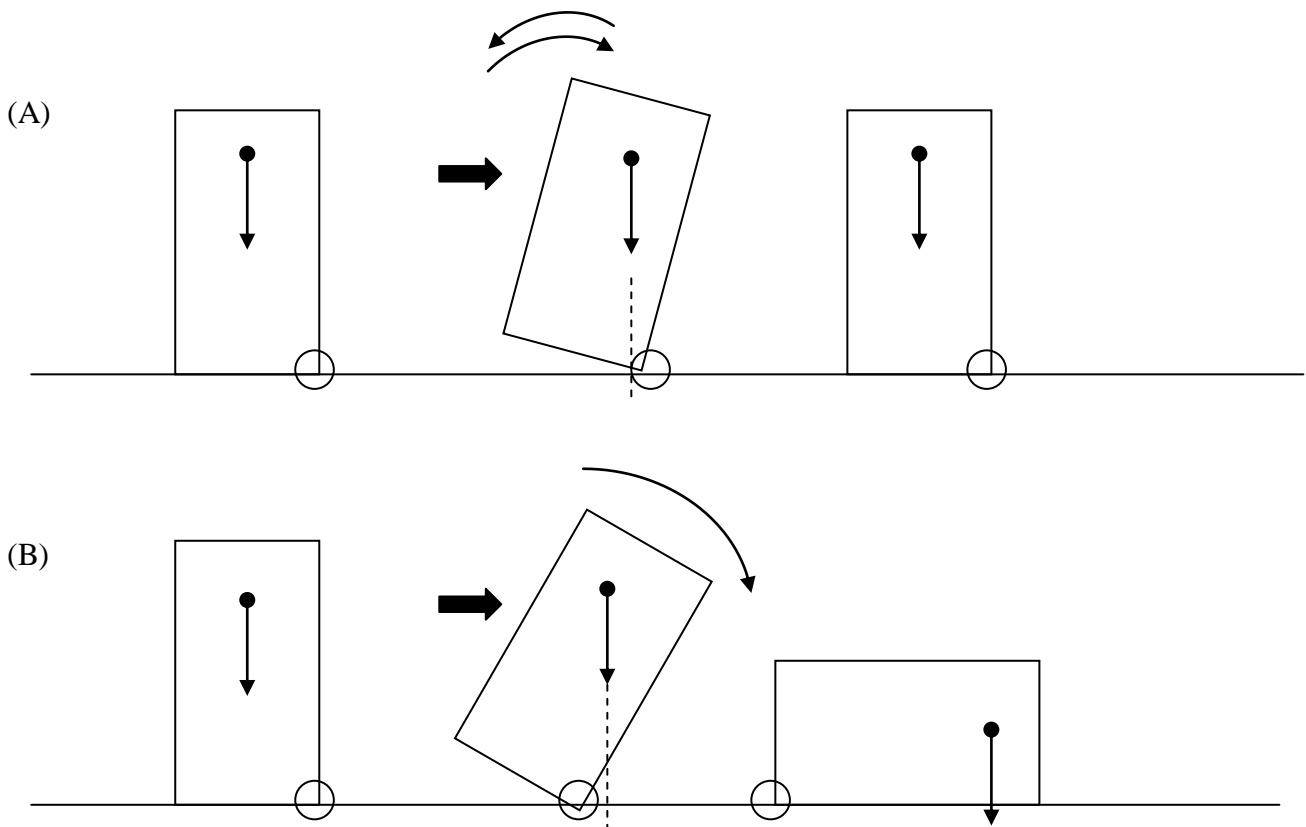
**Fig. 1.-Clases de equilibrio en un cuerpo suspendido, con eje de rotación.-** La condición de equilibrio se establece según las relaciones que existen entre el eje o centro de giro (círculo vacío) y el centro de gravedad (círculo lleno). En “A”: equilibrio indiferente; los centros de giro y de gravedad coinciden. En “B”: equilibrio estable: centro de gravedad por debajo del eje de giro. En “C”: equilibrio inestable: centro de gravedad por encima del eje de giro. – La flecha dirigida hacia abajo representa el peso del cuerpo; la flecha horizontal gruesa es la fuerza perturbadora.

Cuando un cuerpo esta apoyado sobre un plano (fig. 2), una fuerza perturbadora lateral provoca rotación sobre una de las aristas del polígono de sustentación, y la condición física es entonces muy especial, intermedia entre el equilibrio estable y el inestable.

En efecto: al recibir una fuerza lateral el cuerpo gira sobre la arista y el centro de gravedad se eleva. Si la línea de gravedad no ha sobrepasado la arista, al cesar la fuerza el cuerpo recobra su posición inicial. No obstante, si la línea de gravedad ha excedido la arista el cuerpo cae y cambia de actitud.

En suma: según la magnitud de la perturbación impuesta, el cuerpo recobrará o no su actitud inicial; la condición de equilibrio puede definirse como “precariamente estable”.

Esta condición es influida por numerosos factores, que tienen primordial trascendencia en la biomecánica del hombre en actitud erecta: tamaño y forma del polígono de apoyo (=envolvente de la superficie de contacto con el plano), ubicación de la línea de gravedad respecto a él, masa y altura del cuerpo, y altura del centro de gravedad.



**Fig. 2.- Condición de equilibrio en un cuerpo apoyado sobre un plano.-** La condición de equilibrio depende de la posición de la línea de gravedad (flecha vertical) con respecto a aquella arista del polígono de apoyo (vista en corte, representada por el círculo vacío) sobre el cual el cuerpo puede girar al recibir una fuerza perturbadora lateral (flecha horizontal gruesa).- “A”: en tanto la línea de gravedad no desborda la arista de giro, el cuerpo recupera espontáneamente la posición inicial, al suprimirse la fuerza perturbadora. “B”: cuando la línea de gravedad sobrepasa la arista de giro, el cuerpo cae y adopta una nueva posición.

## Fisiología del equilibrio.

Hay dos tipos de **equilibrio**: uno es el **estático**, que corresponde a la conservación de la postura corporal (principalmente de la cabeza) en relación con la fuerza gravitatoria. El otro, llamado **equilibrio dinámico**, comprende la conservación de la postura corporal (ante todo, de la cabeza) en respuesta a movimientos repentinos, como los de rotación, aceleración y desaceleración.

El conjunto de órganos receptores del equilibrio se denomina **aparato vestibular**, que incluye el sáculo, utrículo y conductos semicirculares membranosos.

### **Órganos otolíticos: sáculo y utrículo**

Tanto las paredes del sáculo como del utrículo contienen una pequeña región engrosada, la **mácula**. Las dos máculas, perpendiculares entre sí, constituyen los receptores del equilibrio estático, además de contribuir a ciertos aspectos del equilibrio dinámico. En lo que atañe al estático, aportan información sensorial acerca de la posición de la cabeza en el espacio y son indispensables para mantener la postura y el balance normales. En cuanto al equilibrio dinámico, detectan la aceleración y desaceleración lineales, por ejemplo, las sensaciones que se producen al abordar un ascensor o vehículo automotor que aceleran o desaceleran.

Ambas máculas constan de dos tipos de células, las **células pilosas**, que son los receptores sensoriales, y las **células de sostén**. Las primeras tienen prolongaciones a manera de pestañas, que consisten en 70 o más *estereocilios*, que en realidad son microvellosidades, y un *cinocilio*, el cual es un cilio convencional anclado firmemente a su cuerpo basal que se extiende más allá del estereocilio más largo. Dispersas entre las células pilosas, están las células cilíndricas de sostén, que probablemente secretan la gruesa y gelatinosa capa de glucoproteínas llamada **membrana otolítica**, que descansa en las células pilosas. Una capa de cristales densos de carbonato de calcio, los **otolitos**, se extienden sobre toda la superficie de la membrana otolítica.

Dado que la membrana otolítica se asienta sobre la mácula, cuando se inclina la cabeza hacia delante dicha membrana (y, con ella, los otolitos) se ve arrastrada por la fuerza de gravedad sobre las células pilosas en dirección del movimiento, lo cual hace que se inclinen los otolitos. No obstante, si una persona está sentada en un vehículo automotor que se sacude repentinamente hacia delante, la membrana otolítica no mantiene el ritmo del movimiento de la cabeza, debido a su propia inercia. Al quedarse atrás, la membrana tira de los estereocilios y hace que se flexionen en la otra dirección. Ello estira sus vínculos, con lo cual se abren canales de transducción y se producen potenciales de receptor despolarizantes; la inclinación de los cilios en la dirección contraria cierra los canales y causa la repolarización.

Las células pilosas liberan un neurotransmisor con un ritmo más lento o más rápido al despolarizarse y repolarizarse. Además, tienen sinapsis con neuronas sensoriales de primer orden que son parte del nervio vestibular, rama del nervio auditivo (VIII). Estas neuronas envían impulsos con ritmo lento o rápido, según la cantidad de neurotransmisor presente. Asimismo, existen fibras motoras que forman sinapsis con las células pilosas y las neuronas sensoriales; es evidente que regulan la sensibilidad de éstas.

### **Conductos semicirculares membranosos.**

Los tres conductos semicirculares membranosos participan, junto con el sáculo y el utrículo, en el equilibrio dinámico. Están dispuestos en ángulo recto uno respecto del otro, en tres planos: los dos de posición vertical son los conductos semicirculares membranosos anterior y posterior, y el horizontal, el conducto semicircular membranoso lateral. Tal posición hace posible que detecten la aceleración o desaceleración rotacional. En la ampolla, que es la porción dilatada de cada uno de ellos, existe una pequeña protuberancia, la **cresta**. Cada cresta contiene un grupo de **células pilosas** y **de sostén** cubiertas por una pequeña masa de material gelatinoso, la **cúpula**. Al mover la cabeza, se desplazan con ella los conductos semicirculares membranosos y las células pilosas. Sin embargo, la endolinfa no mantiene el ritmo del movimiento, debido a su propia inercia, por lo que se queda atrás. Los estereocilios se flexionan cuando las células pilosas en movimiento arrastran el líquido inmóvil. Dicha flexión genera potenciales de receptor, lo cual da lugar a impulsos nerviosos que se transmiten por el nervio vestibular, rama del auditivo (VIII).

**Vías del equilibrio.**

La mayoría de las fibras del nervio vestibular entran en el tronco encefálico y terminan en diversos núcleos vestibulares del bulbo raquídeo y puente de Varolio (protuberancia). Las demás llegan al cerebelo por el pedúnculo cerebeloso inferior. Los núcleos vestibulares y el cerebelo tienen conexiones bidireccionales entre sí. Las fibras de todos los núcleos vestibulares se extienden hasta los núcleos de nervios craneales que regulan los movimientos oculares: el motor ocular común (III), el patético (IV) y el motor ocular externo (VI), así como el núcleo del nervio espinal (XI), que participa en la regulación de los movimientos de la cabeza y el cuello.

Además, las fibras del núcleo vestibular lateral forman el fascículo vestibulospinal, el cual transmite impulsos a los músculos esqueléticos para regular el tono muscular en respuesta a los movimientos de la cabeza. Diversas vías entre los núcleos vestibulares, del cerebro y cerebelo, permiten que éste desempeñe una función clave en la conservación del equilibrio estático y dinámico. El cerebelo recibe constantemente información sensorial actualizada del sáculo y utrículo, la analiza y efectúa ajustes correctivos en las actividades motoras que tienen su origen en la corteza cerebral. En lo fundamental, el cerebelo envía en forma continua impulsos a las áreas motoras de la corteza cerebral como respuesta a estímulos sensoriales provenientes del utrículo, sáculo y conductos semicirculares membranosos. Esta retroalimentación hace posible la corrección de impulsos que envía la corteza motora a los músculos específicos para mantener el equilibrio.

**Neurofisiología del equilibrio.**

Siguiendo a Sherrington, puede decirse que la postura antigravitaria tiene como base neurofisiológica un complejo sistema de reflejos dirigidos a mantener el cuerpo erecto y en equilibrio, oponiéndose a la gravedad y otras influencias perturbadoras incidentales.

Ello se cumple mediante una serie de actos motores elementales o básicos, simultáneos o sucesivos, que corrigen la posición de unos segmentos respecto a otros, y la ubicación de la línea de gravedad en relación con el polígono de apoyo.

La coordinación de los actos motores de regulación se hace por intermedio de un sensible y complejo dispositivo integrado por mecanismos reflejos y automáticos que funciona paralelamente al aparato motor voluntario.

Es importante resaltar la importancia de algunos aspectos:

1. La retroalimentación, en particular a expensas de informaciones propioceptivas laberínticas.
2. El alto grado de automatización y velocidad de las respuestas de corrección.
3. La extensión de los reajustes de compensación, que involucran prácticamente la totalidad de los órganos en movimiento. (\*1)

**Cinestesia y regulación motora.**

La cinestesia es la percepción de la posición y del movimiento de las partes del organismo en el espacio. Comprende también la percepción de las tensiones y fuerzas internas y externas que tienden a mover o estabilizar las articulaciones.

Los diversos tipos de receptores que contribuyen a la cinestesia comprenden:

1) terminaciones nerviosas libres, no encapsuladas, sensibles al dolor; 2) corpúsculos de Meissner, sensibles al tacto; 3) las terminaciones de las ramitas de las flores y que producen una descarga proporcional a las variaciones en la tensión de la cápsula articular resultantes de su posición; 4) receptores articulares, semejantes a corpúsculos de Pacini alargados que producen una descarga proporcional a las variaciones de la tensión capsular durante el movimiento; 5) corpúsculos de Pacini, sensibles a la presión profunda resultante de la deformación de los tejidos orgánicos; 6) receptores laberínticos; 7) receptores visuales; 8) receptores auditivos; 9) órganos tendinosos de golgi y 10) husos musculares.

Las percepciones cinestésicas están generalmente relacionadas con los centros corticales de la conciencia, aunque el proceso de aprendizaje motor puede permitirle su influencia en forma automática o subconsciente.

Los órganos tendinosos de Golgi y los husos musculares, en asociación con las fibras esqueléticas, forman un sistema de regulación básico cuyo conocimiento es esencial para la comprensión de la función muscular terminal.

### **Organos Tendinosos de Golgi.**

Estos constan de cápsulas fibrosas fusiformes que encierran fibras nerviosas mielinicas. La mayoría de ellos están localizados en la unión de las fibras musculares y de sus inserciones tendinosas en ambas extremidades del músculo, se dice que están en serie con el músculo.

Son sensibles al estiramiento muscular y a la contracción muscular pero no pueden distinguirse entre ambos.

Se descargan como resultado de la tensión en el tendón.

Esta descarga produce inhibición de su propio músculo y la facilitación de su antagonista. Esta acción de válvula de seguridad, impide la lesión por la acción de la contracción excesiva que puede suceder en esta parte del músculo.

### **Husos Musculares.**

El huso muscular consta de una cápsula de tejido conjuntivo de seis o más fibras musculares intrafusales y algunas terminaciones motoras y sensitivas especializadas.

Los husos musculares están localizados entre las fibras musculares extrafusales de la totalidad del músculo y orientados paralelamente a ellas.

Un aspecto importante es que los husos están en paralelo con el músculo.

Los husos musculares son sensibles al estiramiento. El estiramiento del músculo acelera la descarga de los receptores de Golgi y de los receptores de los husos, pero la contracción del músculo estimulara solamente los receptores de Golgi, ya que a medida que el músculo se acorta, tiende a aflojar la tensión sobre los husos musculares.

Las combinaciones de informaciones sensoriales recibidas de los diversos receptores proporcionan un informe adecuado acerca de la situación en el músculo a nivel espinal y desde aquí hasta los centros más superiores.

Los husos musculares poseen dos tipos de receptores sensoriales:

- ❖ Las terminaciones primarias (saco nuclear): se enrollan alrededor de las fibras musculares intrafusales del saco nuclear en las regiones ecuatoriales.
- ❖ Las fibras nerviosas aferentes procedentes de ellas indican velocidades de conducción más rápidas.

Algunos husos musculares, aunque no todos, poseen terminaciones secundarias (ramillete de flores) sobre las fibras musculares intrafusales del saco nuclear en las regiones polares. En este caso, las fibras nerviosas aferentes indican velocidades de conducción más lentas.

Estas terminaciones secundarias son responsables del reflejo flexor con inhibición de los extensores.

Las terminaciones primarias poseen un umbral más inferior que las terminaciones secundarias. Son sensibles al estiramiento y su descarga produce una contracción refleja conocida como reflejo de estiramiento.

Cierto número de sistemas sensitivos orgánicos están sometidos al control central, por medio del cual su sensibilidad puede alcanzar a varios niveles, como si se tratara de un termostato. Estas acciones sensitivas pueden ser predictivas, es decir, el nivel de sensibilidad puede ser determinado

den un momento dado con el objeto de servir a un requerimiento sensitivo anticipado que tendrá lugar algunos momentos mas tarde.

En el huso muscular, el mecanismo para las acciones sensitivas electivas depende de sus neuronas motoras alfa que inician la contracción en las fibras extrafusales del músculo.

Cuando todo el músculo se contrae bajo la influencia de las neuronas motoras alfa, los husos musculares se distienden.

El resultado es el cese de las descargas de las terminaciones primarias y secundarias en el interior de los husos y la abolición del reflejo de estiramiento.

A medida que los husos se distienden, sin embargo, puede aumentar la descarga motora gamma, restableciendo la tensión en el interior de los husos y recuperándose la sensibilidad del mecanismo sensorial.

### **Función del tallo cerebral en el equilibrio.**

Casi todos los reflejos del equilibrio, comienzan en los aparatos vestibulares situados en ambos lados de la cabeza, adyacente al oído interno.

Función del aparato vestibular: este aparato aprecia la posición de la cabeza en el espacio, esto es, estima si la cabeza esta erecta en relación con la fuerza de atracción de la gravedad, o si está hacia atrás, etc.

También percibe modificaciones bruscas del movimiento.

Este aparato vestibular se divide en dos partes fisiológicamente diferentes: el utrículo y los conductos semicirculares.

### **Utrículo.**

En la pared del utrículo hay una formación llamada mácula. Las células nerviosas en la base de la mácula poseen "pelos" o cilios que sobresalen hacia arriba.

Cuando la cabeza se inclina hacia un lado, los cilios se mueven hacia el mismo lado y estimulan los nervios.

De esta manera el utrículo proporciona a las zonas de equilibrio del SNC los datos necesarios para el balance corporal.

El utrículo también ayuda a mantener el equilibrio cuando el individuo comienza súbitamente a moverse hacia delante, a un lado, etc.

Al iniciar el movimiento hacia adelante, la inercia hace que los cilios se muevan en la misma dirección que el movimiento de la cabeza (la cual se mueve hacia atrás).

De aquí surge la sensación de perder al equilibrio y caer hacia atrás. En consecuencia, el individuo se inclina al frente para equilibrarse.

Por otra parte, cuando el individuo va corriendo y desea detenerse, debe inclinarse hacia atrás.

Este movimiento lo inicia la mácula del utrículo. De esta manera, los cilios se doblan hacia delante, y el individuo siente como si cayera de cara al suelo.

### **Conductos semicirculares.**

Los conductos situados en los planos del espacio, uno en el horizontal y los otros dos en los planos verticales.

Cuando se produce cualquier movimiento de la cabeza, al moverse el líquido en el conducto semicircular choca con la cresta ampollar (cresta en forma de válvula situada en un extremo del conducto).

Contiene mechones de cilios similares a los de la mácula, si estos cilios se inclinan hacia un lado y otro, el individuo tiene la sensación de que comienza a voltear.

Los impulsos transmitidos desde los conductos semicirculares informan al SNC cambios bruscos en la dirección del movimiento.

### **Cerebelo.**

Una parte específica del cerebelo, los lóbulos floculonodulares, se ocupan del equilibrio del cuerpo.

Estos lóbulos reciben información del equilibrio, especialmente procedente de los conductos semicirculares.

Estos órganos ayudan a anticipar que la persona va a perder su equilibrio cuando hace un cambio en la dirección del movimiento y corrige sus movimientos con tiempo para evitar que esto se produzca.

### **Bulbo Raquídeo.**

En él se encuentran los núcleos olivares inferior y dos núcleos olivares accesorios.

El inferior se conecta con la parte del cerebelo que actúa sobre el mantenimiento del equilibrio, cambios de posición y locomoción.

### **Corteza motora.**

Controla los movimientos discretos y precisos y la percepción consciente de las sensaciones. Los ganglios basales se encargan de integrar los movimientos semivoluntarios como caminar, nadar, etc.

## **Biomecánica del equilibrio en el ser humano.**

Desde el punto de vista biomecánico, las condiciones de la postura erecta antigravitaria del hombre son particularmente adversas, en relación con tres factores principales:

- 1) Su estructura multisegmentaria articulada, con apoyos superpuestos.
- 2) Su polígono de sustentación relativamente muy pequeño, de forma y tamaño variable.
- 3) Su extrema movilidad natural, tanto global como intersegmentaria.

Los mecanismos neurofisiológicos, no obstante, corrigen y superan de continuo la adversidad mecánica, y en definitiva, la postura erecta del hombre normal posee una asombrosa estabilidad, compensando rápida y eficazmente las más difíciles condiciones físicas que se presentan de continuo en la vida cotidiana.(\*1)

Centro de gravedad y equilibrio: el centro de gravedad del cuerpo es el punto en que puede considerarse concentrado el peso del mismo. Puede considerarse como consecuencia de la sumación o de la resultante final de todas las fuerzas y movimientos que influyen y se relacionan con la traslación del cuerpo desde uno a otro punto.

Desde un punto de vista más técnico, la fuerza de gravedad constituye la atracción que cada partícula de masa del universo ejerce sobre todas las demás partículas de masa.

Sin embargo, la masa total de la tierra es tan grande, que la fuerza actúa exclusivamente en dirección al centro de la tierra y solo sobre el objeto atraído hacia el mismo.

El centro de gravedad de un cuerpo rígido y simétrico de densidad uniforme coincide con su centro geométrico.

En la posición erecta normal, el centro de gravedad de un hombre adulto se halla aproximadamente a 56 o 57 por ciento encima de su altura total a partir del suelo. En la mujer adulta es algo más bajo aproximadamente 55 por ciento de su estatura.(aproximadamente en L4).

El centro de gravedad de los niños pequeños y adolescentes es más elevado que el de los adultos, como consecuencia del tamaño desproporcionado de la cabeza y del tórax y la relativa cortedad de los miembros inferiores.



Planos de referencia anatómicos: los kinesiólogos emplean un sistema de orientación definido por tres planos cardinales, que se cortan entre sí formando ángulos rectos, con una intersección común a nivel del centro de gravedad del cuerpo mientras esta en posición anatómica. Línea gravitatoria: la intersección vertical de los planos cardinales antero posterior y frontal define la línea gravitatoria.

En posición de equilibrio, la línea de gravedad pasa aproximadamente a través del centro geométrico de la base de sustentación, o sea la superficie de contacto del cuerpo con el suelo. En posición erecta, esta línea, cae normalmente a unos 5 cm por delante de la articulación del tobillo.

Mientras la línea de gravedad se mantenga dentro de la base de sustentación el cuerpo esta en equilibrio; si cae fuera de la misma, se pierde el equilibrio.

La distancia a partir de la línea de gravedad determina el brazo de palanca sobre el cual actúan las tensiones de la gravedad y permiten computar el movimiento rotatorio en el cual la gravedad se desarrolla alrededor de la articulación.

Variaciones del centro de gravedad: todo cambio de posición, aun el resultante de la respiración y de la circulación de la sangre, desplaza el centro de gravedad. El hecho de levantar el brazo, agacharse, llevar tacones altos, el embarazo y circunstancias similares, desplazan el centro de gravedad.

En la marcha el centro de gravedad describe una suave curva ondulante de escasa amplitud que requiere menor energía de la que sería necesaria en otras posibles marchas de bipedestación. Esto ilustra otro principio importante de la mecánica corporal: el individuo tiende a funcionar en la forma que proporciona la mayor conservación de energía.

Uno de los objetivos de la integración postural en el hombre es el mantenimiento de la línea de gravedad dentro de 7 por ciento del centro geométrico de la base de sustentación.

Cuando una persona transporta una carga, manteniéndose en equilibrio, el peso del cuerpo se desplaza de modo que el centro de gravedad combinado, de cuerpo y carga, se mantenga mas o menos directamente sobre la base de sustentación.

Equilibrio en biomecánica: un objeto se halla en condiciones de equilibrio estable, o de reposo, cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él es igual a cero.

Siempre que una fuerza ejercida desde cualquier dirección no este exactamente equilibrada por una fuerza igual desde una dirección opuesta, se producirá un movimiento rectilíneo, rotatorio o ambos.

La marcha es un proceso de equilibrio dinámico. Este equilibrio dinámico difiere del equilibrio estable en el sentido de que la situación se modifica constantemente y existen relativamente pocas posiciones momentáneas en que se cumplan las condiciones del equilibrio estable.

En diferentes deportes, como por ejemplo esquí, patinaje, etc. la superficie de la base de sustentación es relativamente pequeña, el centro de gravedad es relativamente alto, y las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son variables, con modificaciones constantes de magnitud y dirección.

Incluso la llamada posición de pie estática se ha comprobado que es imposible; existe siempre una oscilación que traduce una situación dinámica con ajustes y reajustes indispensables y continuos de la posición destinados a mantener el equilibrio.

Una conciencia bien desarrollada de los movimientos no equilibrados es esencial para un buen rendimiento. Una vez que se ha percibido el movimiento no equilibrado, se inicia otro movimiento para compensarlo y desplazar el centro de gravedad del cuerpo hasta colocarlo sobre la base de sustentación.

Al repetirse este proceso, se producen las oscilaciones.

## **Biomecánica de la postura erecta**

En la postura erecta antigraavitaria del hombre, y particularmente, en posición de pie, un cierto número de segmentos articulados quedan superpuestos unos encima de los otros. (1) Como cada segmento tiene su centro de gravedad encima del eje de giro (la articulación donde se apoya) se constituyen una serie de sistemas superpuestos, cada uno en equilibrio precariamente estable, o decididamente inestable, respecto al que le da sostén. A su vez, el conjunto articulado reposa sobre un plano de apoyo y se encuentra también en condición de equilibrio precariamente estable.

Tal es la situación biomecánica de la postura erecta antigraavitaria, característica del hombre.

Ella puede ser mantenida de dos maneras:

**1) En forma pasiva**, es decir, sobre una base exclusivamente mecánica, caracterizada porque las líneas de gravedad de los diferentes segmentos articulados, coinciden en una misma vertical que a su vez cae dentro del polígono de apoyo. Esta solución es obviamente precaria, porque la menor fuerza exterior hace perder la coincidencia, y la estructura se desmorona.

Aunque pudiera pensarse lo contrario, esta solución –que es económica desde el punto de vista dinámico- no siempre funciona en el organismo humano, en el que la postura erecta se conserva a pesar de que las líneas de gravedad segmentarias no coincidan: la única concesión mecánica, es que la línea de gravedad del conjunto, cae dentro del polígono de apoyo.

No obstante, la alineación segmentaria debe ser respetada porque de lo contrario la transferencia de fuerzas hacia tejidos cápsuloligamentarios y zonas limitadas de las estructuras osteocartilaginosas, conduce al deterioro gradual del órgano en movimiento.

2) En forma activa. Para mantener su actitud antigraavitaria erecta, la estructura multisegmentaria del hombre se convierte en un tallo semirrígido por la tensión de algunos ligamentos periarticulares, y sobre todo, por el tono y la contracción muscular. De esta manera, se equilibran las torcas de rotación creadas por la falta de coincidencia de las líneas de gravedad de los diferentes segmentos, y por sobre todo, se reconstituyen con la máxima velocidad y eficacia las condiciones de estabilidad, cuando ellas han desaparecido circunstancialmente por fuerzas perturbadoras.

De esta manera, el mantenimiento de la actitud erecta aparece como un mecanismo activo, vinculado directamente a la actividad muscular condicionada por dispositivos neurofisiológicos de fina sensibilidad. Ese dispositivo, y los reajustes que es capaz de desarrollar, constituyen en definitiva una verdadera “reserva” de estabilidad o equilibrio; cuanto mayor la eficacia de ese sistema, es decir, cuanto mayor la “reserva”, mayores influencias perturbadoras podrá compensar el individuo, diciéndose entonces que tiene más “equilibrio” o mayor “estabilidad”. A pesar de no ser expresiones totalmente técnicas, ellas expresan con claridad el concepto de reserva o más técnicamente, de *aptitud compensadora*.

De esta manera, aparece justificada la definición del equilibrio (o la estabilidad), desde el punto de vista biomecánico, como “la aptitud de un organismo multisegmentario para adoptar y mantener una postura antigraavitaria erecta, compensando rápida y eficazmente las fuerzas perturbadoras”.

La circunstancia de que el cuerpo es una estructura multisegmentaria articulada, que a primera vista constituye una desventaja postural, es en realidad beneficiosa, porque permite una mayor flexibilidad y rapidez de las reacciones compensadoras al distribuirlas sobre varios segmentos. Por ejemplo, si aparece una perturbación con tendencia a la caída hacia la izquierda, los miembros superiores y parte del tronco se desplazan en sentido contrario, para corregir la desviación del centro de gravedad global. Pero esto es cierto solamente si los mecanismos de reajuste postural están indemnes; de lo contrario, la segmentación es perjudicial, porque multiplica los puntos donde la perturbación puede ocurrir.

Las siguientes reacciones del cuerpo en conjunto, o más especialmente, del centro de gravedad, respecto al plano de sustentación, deben ser consideradas en detalle, porque tienen

especial importancia para la comprensión de los mecanismos de reajuste, y sirven de fundamento a los procedimientos de reeducación funcional de la postura erecta antigravitaria.

- a) La estabilidad es mayor cuanto más amplio es el polígono de apoyo, porque entonces se toleran desplazamientos laterales más amplios de la línea de gravedad, sin que llegue a exceder la arista de giro. Ello explica que cuando se recibe una fuerza perturbadora, se agranda automáticamente el polígono de apoyo en esa dirección. Asimismo, cuando los mecanismos de reajuste son precarios, el individuo ensancha su polígono de apoyo separando los pies. El mismo fundamento tienen ciertos métodos dispositivos de reeducación, como las muletas, trípodes esquí y bastones.
- b) La estabilidad se perfecciona cuando el polígono de apoyo tiene su mayor dimensión en la dirección de las fuerzas perturbadoras. Por ello, el hombre separa las piernas al prepararse a recibir un impacto lateral.
- c) La línea de gravedad debe caer en el centro del polígono de apoyo, para quedar lejos de las aristas de rotación. No obstante, cuando un individuo se prepara a recibir un impacto desplaza su línea de gravedad hacia la fuerza perturbadora, para que en el momento del impacto exista un mayor recorrido dentro de los límites del polígono de apoyo.
- d) La estabilidad aumenta con la masa, porque entonces se toleran fuerzas perturbadoras mayores. Este principio se aplica en la reeducación, mediante el lastrado del cuerpo; por ejemplo, llevando bolsas de arena asidas con las manos.
- e) La estabilidad es mejor cuanto más bajo el centro de gravedad, porque de esa manera se toleran excursiones laterales más amplias de la línea de gravedad, pudiendo ser compensadas inclinaciones laterales de mayor magnitud. Los lastres a que se hizo mención anteriormente, cumplen también este propósito. La importancia de la altura del centro de gravedad aparece clara cuando existe una perturbación patológica o un aumento de las dificultades exteriores, en cuyo caso el individuo tiende a flexionar los miembros inferiores.
- f) Es importante que exista un elevado coeficiente de fricción entre los pies y el piso, sobre todo cuando el individuo debe separar los pies, como ocurre cuando existen perturbaciones neurológicas. De lo contrario, los componentes tangenciales de fuerza producen el deslizamiento, como sucede cuando hay que mantenerse de pie sobre suelo pulido. El empleo de bastones o muletas demasiado largos tienen una consecuencia similar.

## Los procedimientos de reeducación.

En términos generales, las alteraciones del equilibrio y postura antigravitaria responden sea a defectos biomecánicos, sea a disfunción neurofisiológica. Las dos categorías de mecanismos se influyen recíprocamente, de manera que la disfunción radicada en uno de ellos puede ser parcialmente compensada por una adecuada canalización y ajuste del otro.

Como, en definitiva, la postura antigravitaria se conserva por el juego interactivo de los dos órdenes de mecanismos, se justifica que su entrenamiento y reeducación se deben estructurar siguiendo dos líneas de acción:

1. Corrección de los factores biomecánicos.
2. Instrucción y entrenamiento de las reacciones correctoras de naturaleza neurofisiológica, propiciando automatismos más convenientes.

Debe hacerse en este momento una salvedad. La reeducación del equilibrio y la postura erecta no significan necesariamente el entrenamiento de una actitud correcta. En las primeras etapas, cualquier actitud que asume el paciente exitosamente y en forma estable, contra la gravedad, es adecuada, y muchas veces es la única compatible con las disfunciones definitivas que se han producido.

No obstante siempre se procurará corregir gradualmente la actitud inicial, conduciéndola hacia una postura antigravitaria cada vez más normal, aunque manteniéndose dentro de los límites de la aptitud compensadora que simultáneamente se trata de extender. (\*1)

### **Corrección de los factores biomecánicos**

El entrenamiento de la postura antigravitaria se facilita mediante procedimientos destinados a corregir la tendencia al desplazamiento de la línea de gravedad y su eventual salida fuera del polígono de apoyo, y a oponerse al resbalamiento. Son ellos:

#### **Ampliación del polígono de apoyo.**

La ampliación del polígono de apoyo se obtiene separando los pies, utilizando esquís de marcha y empleando puntos de apoyo adicionales, como por ejemplo, bastones, muletas, trípodes, barras paralelas o la propia mano del terapeuta. Es probable que el paciente aprenda más rápidamente el control corporal cuando utiliza un soporte inanimado, al parecer por los inconvenientes psicológicos que derivan de la dependencia en otra persona; esto no se aplica, obviamente, cuando el miembro superior es deficitario.

El empleo de las manos propias como soporte auxiliar es parte del entrenamiento inicial en muchos enfermos, no solamente para el aumento de la base de sustentación, sino porque al mismo tiempo se estimulan reflejos de protección y corrección, de filiación filogenética. No obstante, el miembro superior del hombre es poco adecuado para una soportación continuada, y en general, la acción de atraer o tirar le es más cómoda que la de empujar, sobre todo cuando está neurológicamente afectado. Por ello, cuando hay compromiso neural del miembro superior, se sustituye el bastón o trípode por el bastón canadiense, que mediante un apoyo adicional suprime la necesidad de una extensión activa en el codo.

#### **Descenso del centro de gravedad.**

Es un método bastante efectivo, que se aplica haciendo llevar lastres asidos de las manos, o colgados de un cinturón. Cuanto más bajos estén ubicados y más pesados sean, más efectivos.

#### **Control de la segmentación.**

La presencia de múltiples segmentos móviles, crea a menudo problemas para los reajustes estabilizadores, en las primeras etapas de la reeducación del equilibrio; pueden ensayarse, entonces, las férulas y rodilleras, que transforman el miembro inferior en un vástago rígido. No obstante, hay que proceder con cautela, porque si bien reducen la extensión de los desplazamientos perturbadores, también limitan la posibilidad de las reacciones de compensación. Por ello, en general la aplicación de las ortesis de control está sometida a un período de prueba.

#### **Oposición al resbalamiento.**

Se cumple eligiendo suelas con alto coeficiente de fricción con el piso, que en los gimnasios terapéuticos debe ser hecho con materiales especiales. El mismo criterio se aplica para las puntas de muletas y bastones. Debe procurarse que el enfermo no separe demasiado las piernas porque en ese caso, las fuerzas de deslizamiento se hacen grandes. Por la misma razón, los dispositivos de apoyo deben tener la longitud adecuada, nunca excesiva.

### **Recursos neurofisiológicos.**

Se apoyan en las siguientes directivas:

#### **Adecuación psicológica.**

En todo individuo con un déficit de las reacciones de ajuste postural, existe un componente psicológico, de temor a la caída, o simplemente, temor a que la postura erecta le sea imposible. Basta recordar el vértigo de altura y la dificultad que se experimenta para caminar sobre una tabla angosta a cierta altura, en tanto que ello se hace sin el menor inconveniente cuando está apoyada sobre el piso. Por otra parte, es necesario introducir cierta motivación y también distracción en las actividades prescritas para que la automatización sea más eficiente y rápida. El ambiente debe evitar los estímulos emocionales.

La adecuación psicológica comprende:

- a) *Protección*: las actividades se deben iniciar siempre en situación protegida, no solamente para superar el temor o la inhibición psicógena, sino para prevenir lesiones en caso de caída. Se hace mediante estrecha vigilancia por el terapeuta, protecciones corporales (cascos, rodilleras, hombreras) y protecciones externas: colchonetas, barras paralelas y otros apoyos a los que pueda asirse en caso necesario el paciente.

En principio, no deben imponerse ejercicios que el enfermo teme. Lo correcto es sustituirlos por otros más sencillos, o aumentar la protección, que luego se retira gradualmente.

- b) *Motivación y distracción*: es siempre conveniente introducir un elemento de interés y distracción, no solamente para hacer más agradables las sesiones, sino para conseguir una automatización más rápida. Con este propósito, se puede recurrir a ritmos o tonadas bien acentuadas, contar durante los ejercicios, realizar una actividad manual sencilla como por ejemplo, transferir objetos de una a otra caja, o sencillos juegos o recursos de terapia ocupacional.

### **Complementación informativa.**

Es siempre conveniente, sobre todo en los problemas derivados de defectos en los dispositivos de percepción. Consiste en el autocontrol visual de todo el proceso reeducativo: el empleo del espejo de cuerpo entero entra en esta categoría.

### **Automatización y progresión.**

Constituye la parte más trascendente de la reeducación. A expensas de la reiteración de actos compensatorios deliberados y de creciente dificultad, se va creando el automatismo de las reacciones correctivas. El entrenamiento consiste en la realización de actividades con un nivel de dificultad ligeramente creciente, pero que el enfermo puede superar sin inconvenientes serios; es decir, se introduce una pequeña dificultad, para perfeccionar la reserva de equilibrio. Es necesario insistir en esto: si no se introducen inconvenientes y perturbaciones gradualmente crecientes, que el individuo debe superar, nada aprende y la reeducación no se realiza. Lo mismo ocurre si la dificultad introducida supera las posibilidades de compensación que posee el individuo.

La dificultad se aplica de diferentes maneras:

- Perturbando una actitud que el paciente ya domina. Por ejemplo: en posición sentada, el paciente desplaza los miembros superiores en forma simétrica, luego asimétrica, en distintas direcciones y con velocidad variable. Pueden utilizarse lastres. Algunas actividades se realizan como juegos, de particular utilidad en el niño. Todas las perturbaciones procurarán desplazar la línea de gravedad, o bien provocar una aceleración, ya que ambas circunstancias obligan al reajuste postural.
- Haciendo ejecutar una misma postura en condiciones biomecánicas más desfavorables; por ejemplo, reduciendo la base de sustentación, o desplazando excéntricamente la línea de gravedad.
- Realización de movimientos multisegmentarios combinados y de velocidad creciente.
  - **Ajustes resistivos**: no modifica el polígono de apoyo.
  - **Ajustes compensatorios**: modifica el polígono de apoyo.

## Niveles de rehabilitación.

### 1º nivel.

Es fundamental cuando vamos a reeducar el equilibrio preguntarle al paciente si es capaz de autoalimentarse, autovestirse y autohigienizarse. No se puede pasar por alto cual es la situación del paciente porque al tener algún problema en alguna de éstas áreas va a representar una alteración psíquica referida a lo que es el paciente como ser humano y no sabemos de que manera esto puede afectar en lo motor. Se debe apoyar mucho al paciente en estas situaciones para que luego nosotros podamos trabajar en la reeducación del equilibrio.

### 2 nivel.

Es referente a la autoestima, significa que el individuo sea útil para sí, para su familia, y también para la sociedad. En éste segundo nivel se busca:

- a) Investigar sobre su actividad previa y tratar si es posible de reinsertarlo.
- b) Si lo anterior no es posible, tratar de buscar sus tendencias vocacionales, su satisfacción personal.
- c) Si las dos anteriores son imposibles, hay que tratar de buscarle a través de la laborterapia o terapia ocupacional una actividad de acuerdo a su déficit.

### 3º nivel.

El poder realizarse en actividades no remunerativas pero que puedan brindar algo a la sociedad; por ejemplo la pintura, las letras, el canto, etc.

En cuanto al equilibrio, uno de los parámetros que debemos manejar es la **acción de la gravedad** y su **incidencia**. Este criterio determina posiciones de partida y secuencias que debemos seguir sistemáticamente en el proceso de la rehabilitación.

Partimos de la posición de decúbito y siempre actuando desde lo cefálico a lo caudal.

Si el paciente se encuentra en posición horizontal (180°) lo vamos sentando gradualmente en la cama (se supone que la cama es articulada y regulable) probando su tolerancia (30°-50°), al llegar a los 60° se supone que está en condiciones de sentarse.

### ¿Cómo probamos su tolerancia?

Le pedimos que gire la cabeza hacia ambos lados, detectando si hay mareos u otros síntomas. El mareo puede ser de diferente origen, por ejemplo el que se produce al cambiar la posición (cede en unos minutos respirando hondo y mirando al frente y no hacia abajo); también puede ser a causa de la movilización de la cabeza hacia el lado contrario en un paciente con obstrucción de carótida (vía importante de irrigación cerebral), dejándolo así con una compresión bilateral, la cual lleva al mareo. Frente a esto debemos tener en cuenta: si va acompañando de palidez, sudoración fría, náuseas, taquicardia, zumbido de los oídos, visión borrosa, cambios en el ritmo respiratorio, etc. Todos éstos son trastornos neurovegetativos.

Hay pacientes que antes de marearse ya dicen que lo están y otros que aunque lo estén, en el afán de seguir trabajando y mejorarse, dicen que no lo están. Por eso, no solo debemos preguntarle sino también observarlos y aprender a detectar los síntomas.

En los ancianos hay que tener mucho cuidado con los cambios de posición cefálica. El giro de la cabeza produce la estimulación laberíntica a través del sáculo y el utrículo.

Cuando el paciente domina el polo cefálico, pasamos rápidamente a otra etapa: sacarlo de la cama lo antes posibles, que es nuestro objetivo primario. Generalmente, cuando comenzamos a tratar un paciente, éste ya está semi-sentado en la cama; en este caso no partimos de los 180° sino de la posición que ya domina.

Si en alguna de las etapas previas el paciente no tolera la posición, se buscará hacer rotaciones de tronco y cambios de posición de los diferentes segmentos en el espacio (estímulos propioceptivos).

Puedo reducir la base de sustentación variando el decúbito (lo ponemos en decúbito lateral), trabajando así con modificaciones de los factores neurofisiológicos.

Cuando tenemos entonces al paciente sentado al borde de la cama, la posición correcta sería:

- Pies apoyados en un banco (apoyo plantar)
- Con respaldo, para lo que puedo usar arcos, sillas o bancos contra la pared (apoyo posterior)
- Con almohadas a los costados (apoyos laterales)
- El técnico ubicado enfrente a él cubriendo la parte anterior
- Si la condición del paciente lo permite, sus manos le deben servir de apoyo.

Cuando ya lo tenemos sentado, le preguntamos cómo se siente (si hay mareos, etc.). Al principio hacemos sólo eso de sentarlo al borde de la cama y esperara a que se acostumbre a la nueva posición.

Luego comenzamos con el control cefálico (giros lentos a un lado y al otro, arriba y abajo, con mucho cuidado). Cuando ya logramos el sostén cefálico, comenzamos con los ejercicios de miembros superiores y de tronco. Llevamos los miembros superiores hacia arriba, hacia los costados, le pedimos que alcance objetos (primero un miembro y luego el otro). Incluimos los movimientos de tronco a un lado y al otro (probamos la estabilidad latero-lateral), adelante y atrás (estabilidad antero-posterior), y las rotaciones (podemos pedirle que alcance objetos que se encuentran detrás de él y pedirle que nos mire).

Comenzamos con los movimientos de tronco, los cuales se hacen con las manos apoyadas y separadas del cuerpo con el fin de ampliar su polígono de apoyo. Luego le vamos acercando cada vez más las manos al cuerpo hasta apoyarlas sobre sus rodillas, y por último levanto los miembros superiores.

Hay reglas generales pero no recetas; no hay dos pacientes que reaccionen de la misma manera o que evolucionen de igual forma, incluso con la misma patología.

La progresión nos lleva a que tenemos que ir retirando los apoyos, respaldo, banquito, etc. Repetimos las mismas secuencias y estaríamos en condiciones de pasar a probar las reacciones de equilibrio por medio de empujoncitos hacia los lados y en sentido ántero-posterior, pidiéndole que trate de ponerse duro y que impida los movimientos que le hacemos. Luego le decimos que se deje ir pero que vuelva, es decir, que sea capaz de volver a su posición inicial. Que modifique su polígono de apoyo en el sentido de la fuerza aplicada para que pueda oponerse a ésta.

## **Equilibrio en cama.**

### **Paciente en Decúbito Dorsal.**

- Se comienzan con movimientos oculares, a un lado y otro
- Luego movimiento de cabeza a un lado y otro siguiendo el movimiento
- Movimiento de los ojos (vemos como reacciona el paciente)
- Se repite con ojos abiertos y cerrados (todo esto es para la estimulación laberíntica)
- Le pedimos que levante un brazo, el otro y luego ambos (ojos abiertos, ojos cerrados)
- Le pedimos que lleve el mentón al pecho

Con todo esto vamos modificando el centro de gravedad.

**Modificamos el ángulo (aprox. 30°):**

Volvemos a repetir los movimientos 3 veces.

- A los 60° lo debemos bajar a la posición anterior y podemos realizar rotaciones con el tronco (estimulamos la propiocepción de los segmentos corporales en el espacio) o también puede cambiar al DL reduciendo su base.

**Paciente sentado al borde de la cama.**

- Colocar respaldo en la espalda, laterales y apoyo podal
  - Colocar las manos del paciente al costado de sus rodillas
  - Preguntar al paciente como se siente
  - Comenzamos en ésta posición con movimiento de ojos, luego cabeza (ojos abiertos, ojos cerrados)
  - Realizamos equilibrio dinámico de tronco con balanceo adelante, atrás y a los costados
  - Movimientos de MMSS, que levante una mano luego la otra, juntar manos hacia la rodilla. Al final que levante ambas manos.
  - Debemos siempre observar algún cambio que se produzca en el paciente.
  - Una vez tolerado estos pasos, sacamos los apoyos laterales y se le pide al paciente que despegue el tronco del respaldo. Realizamos balanceos y ajustes resistidos y compensatorios
- Resistivos: le pedimos al paciente que se ponga duro como un bloque, luego le hacemos resistencia con una mano, adelante, atrás y a los costados, soltando lentamente.

Compensatorios: empujamos al paciente en varias direcciones, primero con aviso y luego sin aviso.

**Movimientos con los MMII**

- Le pedimos al paciente que levante una pierna, luego la otra y que estire las rodillas.
- Le quitamos el apoyo podal
- Volvemos a realizar todos los movimientos nuevamente
- Disminuimos el polígono de apoyo corriendo las manos y levantando brazos
- Preguntamos y observamos al paciente
- Podemos pararlo colocando una silla al costado del paciente (lado sano)
- El fisioterapeuta tranca la rodilla del paciente, lo toma por la pelvis y lo sienta en un sillón.

**Equilibrio en paralelas.**

El paciente se encuentra sentado en una silla frente a las paralelas.

- Se pueden hacer movimientos con la cabeza a un lado y otro, al medio, ojos abiertos y cerrados.
- Levantar un brazo, luego el otro y ambos brazos
- Testear muscularmente el cuádriceps, también dorsiflexores y flexores plantares
- El paciente se toma de las paralelas con ayuda del fisioterapeuta que lo toma de la pelvis y lo ayuda
- Le pedimos movimiento de cabeza, ojos abiertos, ojos cerrados (producimos la estimulación laberíntica)
- Tomado de la pelvis lo balanceamos a un lado y otro suavemente para que sienta que su cuerpo es soportado por los pies.



- Le pedimos que separe un poco los pies (aprox. 30 cm.) y hacemos ajustes resistivos y compensatorios.

Trabajo de MMSS

- Le pedimos al paciente que deslice la mano por la paralela unas 3 veces, luego la otra.
- Luego que haga deslizamiento pero hacia atrás 3 veces
- Le pedimos que levante una mano 3 veces, luego la otra y después ambas manos y mantenerse
- Levantar una mano, apoyarla hacia delante y volver, luego la otra
- Lo mismo pero hacia atrás

Trabajo de MMII

- Le pedimos que realice una triple flexión en el lugar.

Ahora vamos a realizar el equilibrio unipodal:

- Se le pide al paciente que desplace una pierna hacia delante llevando todo el peso del cuerpo hacia esa pierna, luego la otra.
- Le pedimos que levante 3 veces una pierna, luego la otra
- Luego que levante una pierna y un brazo del mismo lado, luego del otro lado
- Contralateral

Todo esto se realiza para preparar al paciente e ir introduciéndolo a medida que avanza en la pre-marcha, para luego terminar en la reeducación de la marcha y lograr que el paciente sea totalmente independiente.

## **Consideraciones Finales.**

La reeducación de la estabilidad de la postura antigravitaria erecta se apoya en principios similares a la reeducación terapéutica del acto motor básico, pero se fundamenta además, ampliamente, en circunstancias biomecánicas perfectamente conocidas.

La adquisición de una postura erecta estable constituye una circunstancia crucial para el autoservicio y la vida independiente de un individuo, y deben prodigarse todos los esfuerzos para que ello ocurra lo antes posible, sin importar mayormente que en los comienzos, la actitud no sea perfecta ni estéticamente satisfactoria.

Esto no significa que no deba procurarse luego, la corrección gradual de la actitud aproximándola a patrones más aceptables, pero siempre a condición de que se mantenga una adecuada estabilidad (\*1)

## **Bibliografía.**

- (\*1). FERRARI, ALVARO. Fisiatría. Semiología, Fisioterapia, Rehabilitación. (cáp.18 págs. 315)
- (\*2). KARL HAINUT. Introducción a la Biomecánica. (cáp. 4 págs. 127-132)
- (\*3). GERARD J. TORTORA, SANDRA REYNOLDS GRABOWSKI. Principios de Anatomía y Fisiología. (cáp. 16 págs. 544-546)