

## EL RELAJAMIENTO DEL SISTEMA NERVIOSO

Esta tesis está dirigida a nosotros rehabilitadores, por lo tanto, personas interesadas en la resolución de problemas prácticos, asistenciales y a su aspecto teórico, y nos ofrecerá nuevas señales de reflexión sobre la aplicación del método de Las Tres Escuadras.

Sabemos que en la recuperación de las lesiones nerviosas centrales debemos plantearnos un problema fundamental que es el del aprendizaje, debemos de esta manera preguntarnos si esta técnica, como otros ejercicios de impostación pueden favorecer un reaprendizaje luego de haberse comprobado una lesión nerviosa, obviamente una lesión nerviosa central de la neurona motriz primaria

Presentaremos primeramente un encuadramiento clásico, general, para recordar la referencia dentro de la cual nos movemos :

El método de Las Tres Escuadras es un método postural.

Que significa postural ?

Postural significa que tiene un objetivo postural.

Objetivo postural significa que tiene un efecto sobre la postura, en otras palabras que tiene como fin modificarla.

La idea de proponer estos ejercicios a los pacientes nació luego de la experiencia personal del doctor Montenero, quien se sometió al método de Las Tres Escuadras por un problema no de tipo central, sino por un problema de hernia y por lo tanto luego de haber obtenido una clara ventaja.

Era un candidato a la intervención quirúrgica que aún no se hizo.

Entendiendo la postura como un mantenimiento de una adecuada posición en el espacio, es decir la posición más idónea respecto a un determinado espacio, sabemos bien que luego de las lesiones del sistema nervioso central presenciamos modificaciones del comportamiento motriz y modificaciones posturales.

Hay un gran problema en la relación entre movimiento y postura. Las modificaciones del comportamiento motriz y las modificaciones de la postura nos llevan nuevamente hacia un compromiso general de una función fundamental que es la adaptación a las características ambientales, o bien lo que nosotros llamamos adaptación plástica, porque implica una flexibilidad.

Luego de lesiones nerviosas tendemos a perder esta flexibilidad. El comportamiento y la postura tienden a ser estereotipos, rígidos, menos flexibles. Para indicar este concepto, especialmente en el campo neurológico, utilizamos a menudo la palabra "compensación motriz"

Al respecto podemos entender: la compensación motriz no es otra cosa que el resultado de esta interfaz entre las exigencias funcionales de la persona que ha tenido la lesión y estas presiones de adaptación.

Por lo tanto, alteraciones posturales, espasticidad, cansancio no son otra cosa que compensaciones de esta presión de adaptación. La reorganización de las funciones luego de una lesión, es decir la recuperación, depende de la interacción entre el organismo y el ambiente, en el cual un conjunto de fuerzas externas por un lado solicita y orienta al sistema nervioso y por el otro lado el

sistema nervioso de alguna forma orienta a las fuerzas externas a través de la intervención sobre las fuerzas internas.

Cómo podemos incluir al ejercicio terapéutico en este ámbito ?

El ejercicio terapéutico puede ser un instrumento de perturbación que dirija esta interacción entre organismo y ambiente.

Podemos decir que con el fin de que se aprenda una función deben verificarse al menos dos condiciones :

- La primera es que la función sea estable y generalizada : esto significa que no debe depender de la sesión de terapia.

- La segunda es que una vez que se ha adquirido un determinado resultado, se debe mantener el mismo.

Este es un problema muy grande porque a menudo vemos que el resultado de la sesión terapéutica varía.

Cuales son los clásicos problemas de los cuales debemos ocuparnos en las lesiones de la primera neurona motriz ?

- Hipertono
- Alteraciones del equilibrio
- Alteraciones de la postura

Quando tratamos pacientes en fase precoz debemos dirigir esa interacción entre organismo y ambiente en la mejor dirección para atenuar las compensaciones no deseadas.

Esto significa que nos movemos en el ámbito de la calidad y no de la cantidad del comportamiento motriz. Consideramos al hipertono y a las otras alteraciones como compensaciones pues estamos hablando de rehabilitación y no de examen neurológico, y por lo tanto incluimos un concepto de posible transformación de plasticidad que no está en el examen neurológico.

El tono muscular depende de tres componentes :

1. Fuerzas iniciales
2. Características mecánicas-elásticas del tejido muscular y conectivo
3. Reflejos miotáticos

La sensación de hipertono que notamos al movilizar un miembro depende prevalentemente de la alteración de los reflejos miotáticos..

Qué sucede en el arco reflejo ?

Cada reflejo nervioso se desarrolla a lo largo de un arco reflejo elemental ( arco diastáltico ) constituido por tres elementos :

NEURONAS CENTRÍPETAS SENSITIVA : Se desarrolla desde el receptor sensitivo ( piel, mucosa, tendones, etc.) al cuerno posterior de la sustancia gris de la médula, a través del ganglio de la raíz espinal posterior, sede de la célula nerviosa de la cual depende la neurona y la raíz espinal posterior.

CENTRO DE REFLEXION: se encuentra para cada reflejo en determinados niveles: de la médula espinal ( cervical, dorsal, lumbar o sacral ) o del tronco encefálico, donde se producen las conexiones entre neuronas centrípetas y neuronas centrifugas.

NEURONA CENTRIFUGA MOTORA, se desarrolla desde las células motrices del cuerno anterior al efector

1a = receptor (en este caso propioceptor tendinoso )

1b = protoneurona o neurona centrípeta sensitiva

2 = ganglio espinal

3 = raíz posterior

4 = cuerno posterior

5 = sinapsis con las células motrices del cuerno anterior

6 = neurona centrifuga motora

7 = efector (músculo cuádriceps)

Hay un nivel segmentario y un control de las estructuras superiores sobre este nivel, pero los dos aspectos están interconectados y es difícil dar un argumento jerárquico.

Sobre motoneuronas alfa inciden un número enorme de sinapsis por lo tanto debemos imaginar la salida final como una especie de sumatoria entre los impulsos de la periferia y los impulsos desde arriba.

Se entiende a la periferia como una fuente de informaciones : la salida a nivel del metámero medular a través de la motoneurona alfa y el mecanismo termo gamma son regulados por los impulsos segmentarios entrantes, ligados a las terminaciones aferentes 1<sup>a</sup>, 1B y 2, por los impulsos descendentes, por las terminaciones esteroceptivas que vienen de la piel y de los componentes inhibitorios.

Cómo es posible hacer un tratamiento en una cierta zona y tener modificaciones en la otra ?

Cómo puede ser si tratamos una determinada zona en vez de otra tenemos un efecto sobre la espasticidad ?

Cuando hablamos de comportamiento motriz debemos admitir un problema que es el del control.

Sobre que cosa puede verificarse el control ?

Control de las coordenadas espaciales, o bien podría haber un sistema de control sobre el plano de acción o sobre la ejecución del gesto. Probablemente el sistema de control está sobre todos estos ámbitos.

Cuando se elige hacer un ejercicio u otro o adoptamos una metodología u otra hacemos una elección. Decidimos en que ámbitos estar. No nos preocupamos del control espacial y de aquel sobre el plano de acción sino sólo del aspecto ejecutivo pues es de esto que nos ocuparemos eligiendo una técnica postural.

La ejecución de un movimiento implica variables :

1. La tensión muscular
2. Las propiedades mecánicas
3. Los ángulos articulares

Sobre que actúa el control del movimiento ?

Sobre el valor de referencia y sobre el punto de equilibrio.

Recordamos sin embargo que los medios que el sistema nervioso usa son :

- Mayor o menor reclutamiento de poblaciones neuronales
- Frecuencia de descarga de estas neuronas
  - Regulación de reflejos de estiramiento
- Inervación recíproca
- Co-contracción

Las unidades elementarias necesarias son:

- Los husos
- Los músculos definidos como resortes
- Los alfa
- Los gamma

El músculo como resorte

La tensión del músculo está en función de su longitud pero como está inserto dentro de un sistema de regulación, que es el SN, no podemos considerarlo como un elástico aislado. En esta dirección actuarán dos elementos :

1. El primero es una característica intrínseca de la materia y de allí su elasticidad.
2. El segundo es el efecto, que el SN , a través de los sistemas de regulación, tiene sobre el músculo.

Si fuera solo un elástico no habría problemas: el problema sin embargo es otro es decir la central que regula esta elasticidad . Dibujo 1

Entonces imaginamos a este músculo como un resorte e hipotetizamos en fijar el resorte a un punto fijo, en la pared. El otro extremo del resorte está conectado a un sistema que puede regular su tensión. En una situación como esta, ( Dibujo 1) es decir de un sistema a cremallera, si colocasemos la palanca en una determinada posición no desarrollaríamos tensión, tanto es así que el transductor no indica las variaciones. ( Dibujo 2 )

Pero si moviésemos la cremallera ( Dibujo 2 ) se vería que con la nueva longitud el resorte desarrollaría tensión. El transductor indica una variación, un valor distinto de 0, es decir tensión. Esto nos indica que la tensión del resorte, por lo tanto del músculo, está en función de su longitud

Si hiciéramos un gráfico, colocando en la ordenada la tensión y en la abscisa la longitud, tendríamos una determinada distancia desde el origen de los ejes hasta una determinada longitud, donde no se desarrollaría tensión, esto correspondería a la primera situación. ( Gráfico 1 )

Pero a partir de una determinada medida de longitud del resorte se comenzaría a desarrollar tensión y esta tensión depende de la longitud progresiva.

Cuanto más alarguemos el resorte, más se desarrollará la tensión. La relación entre la variación de tensión y la variación de longitud toma el nombre, en inglés de stiffness .( rigidez ) Grafico 2

La tensión contráctil aumenta con el aumento de la longitud del músculo hasta un punto máximo de 120-130% ldr

La stiffness muscular es la relación entre una determinada tensión y una determinada longitud.

Esto es lo que sucede en vivo. Imaginemos un conjunto de estímulos nerviosos que pueden ser comparados con un electrodo de estimulación que es colocado dentro de este sistema, que va a estimular al músculo.

Hemos sustituido el resorte con el músculo. El primer gráfico expresa una relación, una ecuación lineal, mientras que en el segundo las curvas tienen un crecimiento exponencial.

El crecimiento es irregular por lo cual podemos decir que hay una cierta stiffness considerándola pues como la suma de las características intrínsecas y elásticas del músculo, que de algún modo recuerdan a las del resorte, y que siempre la stiffness depende del hecho de que el músculo pueda ser músculo blanco, rojo, que puedan haber más fibras de un tipo que de otro, más conectivo. La tensión pues está ligada al efecto del sistema nervioso sobre el músculo.

La suma de estos dos componentes, es decir el componente muscular intrínseco y el componente ligado al sistema nervioso, determinan la tensión total del propio músculo, es decir la stiffness, o sea la curva que identifica ese músculo. Grafico 3

Del gráfico 3 se ve que la curva A es la tensión total que depende de la suma de la curva C que es la tensión pasiva, la que está ligada a las características intrínsecas del músculo, y la curva B que depende de la tensión activa, ligada por lo tanto a las contracciones que son funciones de las inervaciones.

Esto sucede en condiciones normales y en condiciones post-lesionales .

Hemos dicho que los músculos equiparados con resortes tienen una cierta longitud a partir de la cual se inicia a desarrollar tensión. Si tomásemos por ejemplo el bíceps braquial veremos según el gráfico 4 que a una longitud inferior al valor del gráfico no desarrollaría tensión, al valor sucesivo siempre del mismo gráfico si la desarrollaría.

Grafico 4

Podemos decir que la espasticidad no es otra cosa que un desplazamiento hacia la izquierda del valor de la longitud de reposo, que se llama valor de referencia "lambda".

El "lambda" es la longitud muscular a partir de la cual el músculo desarrolla tensión.

Para que sirve el Sistema Nervioso ?

Para regular el "lambda" según las funciones.

Pero si cada músculo tuviese un solo "lambda" nos moveríamos como robot, es decir no tendríamos posibilidad de adaptación.

Esto significa que cada músculo de acuerdo a sus funciones, a sus fuerzas externas, y a la suma de las fuerzas externas e internas, puede recorrer un número infinito de "lambda". Por lo tanto dispone de más valores umbral de acuerdo a como nos debamos mover.

Podemos decir que el contrario de la espasticidad, la hipotonía, no es otra cosa que el desplazamiento del valor del “lambda” hacia la derecha, inclusive en los pacientes que no desarrollan nunca el hipertono este valor esta desplazado casi al infinito..

#### Dibujo 1

Observamos el dibujo, el resorte indica el bíceps braquial . A través de la regulación nerviosa, hemos modificado, por medio de esta cremallera, el “ lambda “, es decir la longitud de reposo a partir de la cual el músculo desarrolla tensión. Esta es una situación de reposo en la cual no hay movimiento. Pero si el sistema nervioso modificara ese valor umbral, como la masa muscular permanecería igual pero con esa longitud el músculo desarrollaría tensión , se produciría el movimiento de flexión del antebrazo . ( dibujo 2 )

#### Dibujo 2

Esto sirve para demostrar que la modificación del valor umbral, es decir el “lambda” explica el movimiento.

Esta teoría combina los aspectos periféricos y los aspectos centrales.

Ya hemos dicho que hay dos sistemas : de la inervación recíproca y de la co-contracción .

Qué significa inervación recíproca ?

Entendemos la actividad del agonista y la inhibición del antagonista. Esto es posible porque se modifica el valor “lambda” de manera tal que el músculo agonista desarrolle tensión en esa longitud y simultáneamente modifica al “ lambda del músculo antagonista de manera tal que en todas las longitudes de la excursión articular del músculo agonista, el antagonista no desarrolle tensión.

Este sistema de activación del agonista y de inhibición del antagonista es un sistema muy refinado porque expone a riesgos, ya que no existe el freno del antagonista.

Cuando comparamos con una determinada performance, por ejemplo conducir, esquiar, así como el niño que comienza a aprender el movimiento no utilizamos este sistema.

Este es un sistema de personas capaces y probablemente los vencedores de carreras desarrollan mucho más este sistema que el de la co-contracción. En esta última el lambda ya sea del músculo agonista que antagonista, desarrolla tensión, aun siendo el agonista el que desarrollará más tensión que el antagonista si quisiéramos obtener una flexión del antebrazo. Esto significa que la tensión que desarrolla el bíceps es superior a la que desarrolla el tríceps incluso si el tríceps que desarrolla tensión tiene la función de freno.

Por lo tanto quien no tiene capacidad para moverse o aprende a moverse o hace un deporte por primera vez utiliza este sistema. Cuanto más capaz sea menos necesitará la co-contracción. Hemos dicho que cada compensación motriz es la resultante de una cadena cinética que es entendida como cadena cinética funcional y no como cadena cinética muscular ya que hablamos de

comportamiento motriz y no de movimiento. Cadena cinética funcional que ha perdido sin embargo, su flexibilidad.

Como podemos obtener por ejemplo la reducción del hipertono para poder así asistir a un determinado movimiento que de otro modo no tendría modo de existir ?

#### Grafico 5

Mirando el gráfico 5 observamos que un músculo con una curva normal fisiológica en una determinada longitud desarrolla tensión y su stiffness es normal ( curva D ). Si considerásemos otro músculo, aun partiendo de la misma longitud, su curva, C en este caso, se levanta, entonces el valor umbral es el mismo pero la stiffness ha aumentado y si nos movilizáramos nos daríamos cuenta que hay hipertono. En la situación de la curva B sin embargo, tenemos el umbral y la stiffness aumentados. En la primera situación ( A y B ), no obstante, la stiffness es normal aun si el valor umbral es reducido y podremos advertir la espasticidad.

Las curvas A-C-B indican espasticidad

Nuestro ejercicio terapéutico puede cambiar estos umbrales ?

La reducción del hipertono pasa a través del cambio de estos umbrales o a través de la modificación de una stiffness ?

SI.

Haremos las siguientes hipótesis:

Una hipótesis es que, para modificar estos sistemas es necesario una puesta en crisis del propio sistema, a través de un contraste informativo. Esto no significa que el contraste informativo este presente en la consciencia. Podría haber un contraste de informaciones que jueguen por ejemplo sobre el nivel segmental, o de alguna manera sobre la suma neural, obligando al sistema nervioso a otro estilo, otro modo de funcionamiento, para hacer que se desplacen estos umbrales desde la izquierda hacia la derecha.

Lograremos la reducción de la espasticidad y la posible aparición de movimientos.

Pero hay otro problema : cuales son las zonas musculares a tratar ? Esta cadena cinética funcional es un conjunto coordinado que tiene que ver con una secuencia espacial pero sobre todo con una secuencia temporal.

Dentro de la secuencia espacial podemos hipotetizar la existencia de anillos críticos. Por ejemplo en un paciente con un recurvatum de rodilla el anillo crítico podría ser el cuádriceps o el vasto según el paciente. Otro paciente que en la locomoción usa una compensación interrumpida por una dificultad de modulación del pie nos podría hacer hipotetizar en los flexores dorsales y en los isquiotibiales como anillos sensibles que pueden modificar la cadena cinética en su conjunto.

Pero si sosteniéramos esto , deberíamos hacer referencia a una teoría de la información según la cual a través del ejercicio que nosotros proponemos a los anillos sensibles de las cadenas, estos últimos pudieran modificar la propia cadena.

Por ejemplo la aparición de los movimientos distales aún habiendo trabajado sobre los isquiotibiales : pero en este caso no porque se haya reducido la espasticidad sino porqué ha cambiado la regla del funcionamiento de la cadena a través del anillo sensible. Probablemente los sistemas a los cuales podemos hacer referencia en esta fase son dos, el que hemos descrito y la modificación del hipertono entendida como variación del  $\lambda$ .

El ejercicio postural podría actuar como perturbación, y por consiguiente como la puesta en crisis del sistema que puede generar una nueva configuración, es decir obliga al sistema nervioso a una nueva configuración.

En lo que respecta al problema de la co-contracción podemos decir que los nuevos puntos de equilibrio dependen de la regulación del  $\lambda$  de agonista y antagonista y que el sistema de inervación recíproca respecto al sistema de la co-contracción es favorito. Esto permitiría al paciente moverse con mayor fluidez y es la observación que a menudo hacemos y empíricamente decimos el paciente está más suelto.

En efecto, no hemos asistido a una modificación en el sentido de aparición de un nuevo movimiento sin embargo asistimos a pequeños cambios, como por ejemplo una mayor simetría en el paso por menor rigidez. La menor rigidez posiblemente dependa de una reducción del sistema de co-contracción.

Resumiendo : la metodología de las Tres Escuadras puede permitir descubrir las zonas musculares silenciosas las cuales presionadas pueden favorecer la reconstitución del  $\lambda$  en las zonas hipertónicas.

Obviamente es necesario interpretar a los pacientes neurológicos, es decir verificar su necesidad y su urgencia, porque a veces, no solo no están en grado de modificarlas sino no es ni siquiera oportuno hacerlo.

La postura en primera escuadra puede permitir la adquisición de un medio. Se puede adquirir longitud, se pueden percibir compensaciones y es importante que además del terapeuta lo perciba también el paciente; pero como hemos dicho que todo esto no implica una afectación cortical, consciencia, puede existir o no percepción por parte del paciente, pero es fundamental que la tenga el terapeuta y entonces podemos aceptar dichas compensaciones o tratar de modificarlas.

El sistema de las correas y su modalidad operativa pone en crisis al sistema, podría ponerlo en crisis tratando de romper los vínculos estructurados luego de la lesión, favoreciendo por lo tanto una disociación y una selección en las diferentes zonas musculares. Y también esto puede justificar la aparición del movimiento.

Sucesivamente procederemos a una atenuación de los fenómenos de irradiación que en el paciente hemipléjico se verifica cuando comienza a moverse, hacia la intención del acto.

El fin es el de dosificar la cantidad de inervaciones de manera tal que no haya, o que haya la menor irradiación posible.

A continuación podemos favorecer modificaciones del comportamiento motriz en general que en este punto son posibles realizar modificaciones de todos estos umbrales.

Hacemos las tres últimas preguntas : el cuándo, el dónde, el cómo dirigir nuestros ejercicios

EL CUANDO nos vuelve a ubicar en la cuestión general del tiempo en el cual se mantiene la receptividad del sistema nervioso. Podemos decir que hemos observado a distancia de tiempo asistiendo a las modificaciones.

EL DONDE sería la búsqueda de aquellas zonas musculares que son aquellos anillos críticos para la reorganización de las cadenas cinéticas funcionales. Importante es no razonar como cadena cinética pura y no condicionarse demasiado por la kinesiología en este campo, sino razonar sobre la función.

EL COMO implica un estudio sobre las modalidades de ejercicios, sobre los tiempos específicos del ejercicio, sobre el dosaje del ejercicio dentro del cuadro de referencia del propio ejercicio.

Concluamos con una citación :

“ la raíz de cada sufrimiento es la separación. Si nosotros percibiéramos nuestro cuerpo separado del mundo que nos rodea, el cuerpo limitado a la superficie de la piel y el mundo fuera de nosotros, esta separación crearía un gran sufrimiento. Todo nuestro sentido de quien y que cosa somos está basado sobre nuestras sensaciones corpóreas y sobre nuestra imagen y la de nuestro cuerpo “ ( FREUD )

