

BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LAS DISFUNCIONES VERTEBRALES

(NEUROPHYSIOLOGICAL GROUND-LINE OF VERTEBRAL DYSFUNCTION)

F. HUGUENIN

Ex-Consultant de la clinique universitaire de Médecine Physique et Rééducation de Genève

Traducción: F. Colell (GBMOIM)

RESUMEN

El sistema nervioso central funciona como centro de selección, modulación y organización de toda la información que le llega de la periferia (articulaciones, músculos, piel, vista, oído interno, planta de los pies) y del medio ambiente. Organiza las respuestas ante las solicitudes del aparato locomotor, modula y crea esquemas estáticos y de comportamiento. Responde ante las disfunciones articulares, musculares y vertebrales constituyendo estereotipos de economía de movimiento y evitación del dolor. La observación del desarrollo de la motricidad y de las adquisiciones sucesivas que van del equilibrio estático al equilibrio dinámico; los conocimientos más recientes del sistema nervioso permiten comprender estas relaciones.

Palabras Clave: Disfunción vertebral – Sistema nervioso central Aparato locomotor – Reflejos arcaicos - Equilibrio - Postura.

SUMMARY

The central nervous system works as the sorting, modulating and organizing center of all the informations reaching him from the periphery joints, muscles, skin, sight, internal ear, foot sole) and of the environment. He organizes the responses to the requests of the locomotor system, modulates and creates the behavioural and static patterns. He responds the articular, muscular and vertebral dysfunctions by producing stereotypes of economy of movement and patterns of escaping pain. The observation of the development of the motricity and the successive acquisitions, which go from the static to the dynamic balance, according to the most recent knowledge on the nervous system, allows the understanding of these relationships.

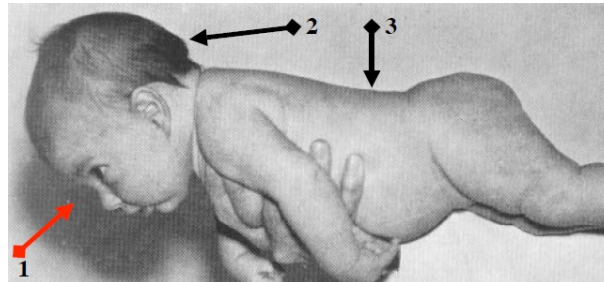
Key-words: Vertebral dysfunction - Central nervous system Locomotor system -Archaic reflexes - Equilibrium - Posture.

DESARROLLO DE LA MOTRICIDAD

EQUILIBRIO ESTÁTICO

Constituido por la información de los músculos antigravitatorios y los captosres posturales que envían sus estímulos a los centros nerviosos de integración automática, principalmente el laberinto; se manifiestan con lo que llamamos reflejos arcaicos, en los que desde el principio la cabeza tiene un papel esencial.

Un recién nacido sujetado por los pies y sostenido por el abdomen se coloca con la cabeza en extensión y en opistótonos por la estimulación de su musculatura dorsolumbar ⁽¹¹⁾.



Los reflejos arcaicos que persistirán en el adulto se observan desde el nacimiento:

- *Aumento del tono de los extensores cuando la cabeza está hiperextendida, independientemente de la posición del cuerpo en el espacio.
- *Disminución del tono de los extensores cuando se flexiona la cabeza.
- Hipertonía del hemicuerpo homolateral del lado hacia el que la cabeza está ladeada o inclinada.

La orientación de la mirada juega el mismo papel que la rotación de la cabeza.

Los informadores que actúan son:

Los músculos antigravitatorios (extensores y abductores)

Todos los informadores de la postura:

Propicepción del cuerpo (raquis, miembros, oculomotores)

Captore de la planta del pie en su apoyo en el suelo.

Estas informaciones son las bases del equilibrio estático.

PREPARACIÓN DEL EQUILIBRIO DINÁMICO

Observemos al bebé desde el momento en el que puede dirigir la mirada. Cuando se desplaza un objeto ante sus ojos, la cabeza sigue el movimiento del objeto.

Un mes más tarde el bebé seguirá el objeto con los ojos y no girará la cabeza cuando el objeto salga de su campo visual. Habrá creado un nuevo esquema de comportamiento que integra la rotación de la cabeza con el movimiento ocular.

En este estadio de adquisiciones, se instala la capacidad de anticipación que permite la estimulación interna del movimiento y su predicción *(Figura 1)*.

SIGNIFICADO DE LA ANTICIPACIÓN

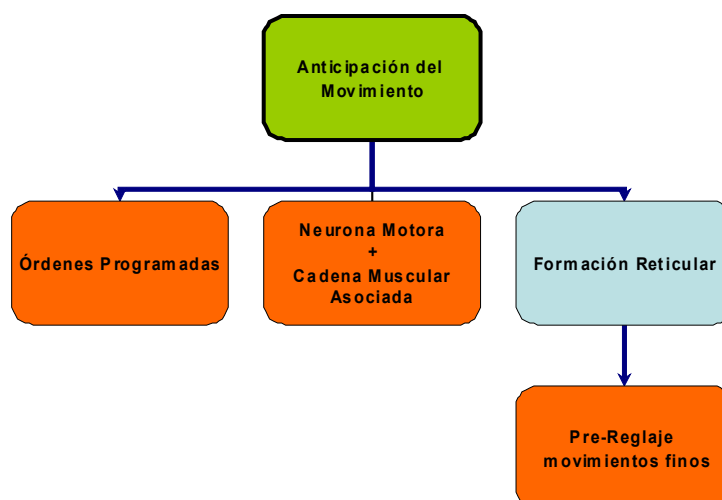


Figura 1

Esquema de la anticipación de los movimientos.

Esta forma de ver modifica nuestra concepción de la postura, que ya no se limita a un estado pasivo o de estímulos que generan reacciones.

Consiste en un estado de preparación para moverse, integrando las secuencias de movimientos necesarios para conseguir una acción. Esta propiedad prepara todos los componentes del equilibrio dinámico en el que la cabeza tiene un papel preponderante.

EQUILIBRIO DINÁMICO

Con el desplazamiento del bebé en el espacio, se organiza el aprendizaje de automatismos motores con más intensidad, y se recurre a las funciones vestibulares y a las funciones canales descubiertas con la percepción del movimiento.

Algunos ejemplos: el descubrimiento de la marcha, con la que el infante se maravilla, le crea conciencia de la libertad de las manos, le ordena un aumento de la base de sustentación, y, al principio, realiza una progresión por medio del apoyo burdo de toda la planta del pie sin moverlo específicamente.

Buscar el equilibrio en bipedestación da nacimiento a nuevas adquisiciones, como el franquear un obstáculo, y, al mismo tiempo, el comportamiento de evitación durante la caída por pérdida de equilibrio.

Señalar el papel de la mirada en la anticipación y la posición de la cabeza en estos comportamientos de evitación *(Figura 2)*.



Figura 2: Comportamiento de evitación, mano de apoyo, mano de sujeción, flexión de la pierna izquierda y restablecimiento de la posición de la cabeza como anticipación para levantarse.

Esta regla de equilibrio y orden de la posición de la cabeza la encontramos en el adulto.

Observemos, por ejemplo, a un atleta en la salida de una carrera de 100 metros lisos. Al inicio tiene la cabeza inclinada hacia adelante, lo que le permite redondear su dorso. Pero cuando ha dado el impulso de carrera, endereza la cabeza, lo que le permite optimizar la coordinación muscular y las órdenes de velocidad de ejecución. Se observa lo mismo durante la carrera (Figura 3).

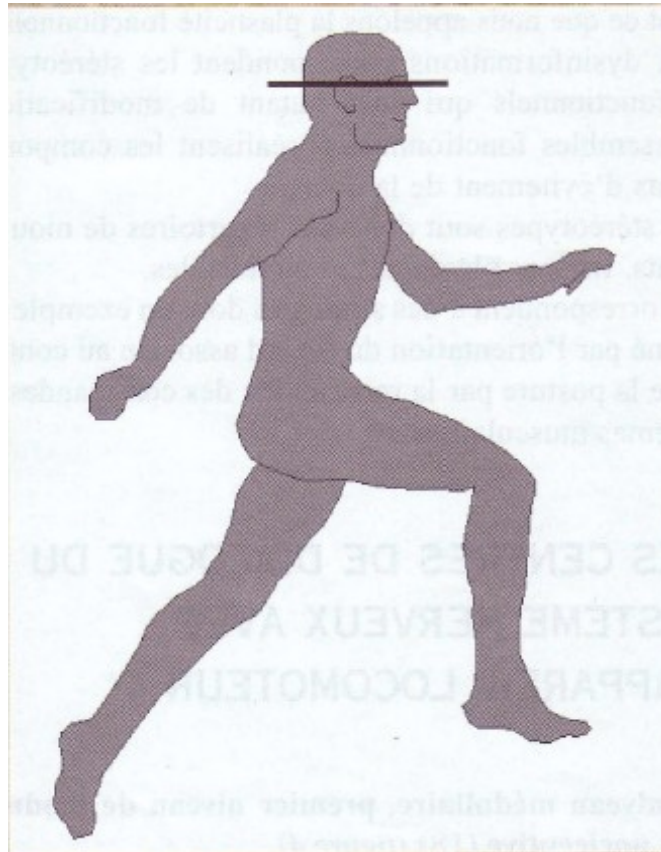


Figura 3: Mirada horizontal, indispensable para la coordinación de los movimientos

La única diferencia entre un atleta y otro está en su grado de horizontalidad que depende de la propicepción de sus esquemas musculares de equilibrio.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA NERVIOSO

Es importante comprender la organización del aparato locomotor en su relación con el sistema nervioso central (SNC).

El SNC organiza unas respuestas que hemos denominado « estereotipias funcionales » (sinergias para otros autores) (2, 6, 12, 13, 14, 16, 17). Persisten en su memoria pero son susceptibles a las modificaciones para la creación de nuevos esquemas motores. Por ejemplo, objetos de la misma naturaleza pero de dimensiones distintas ordenarán esquemas de prensión diferentes precisados por la apreciación visual.

El típico ejemplo es el de la sorpresa obtenida al levantar un objeto del que se ha subestimado el peso por la percepción visual. La repetición del mismo gesto con el mismo objeto provocará la creación de un nuevo esquema de prensión visión-motor.

Todos estos fenómenos de adaptación y anticipación visual-motriz constituyen lo que llamamos "plasticidad funcional".

A informaciones erróneas corresponden estereotipos disfuncionales que son como modificaciones de conjuntos funcionales que realizan los comportamientos de evitación del dolor.

Así pues, los estereotipos son repertorios de movimientos. Son plásticos y modulables.

Se corresponden a las estrategias de las cuales un ejemplo lo muestra la orientación de la mirada asociada al control de la postura al iniciar las órdenes de los esquemas musculares.

CENTROS DE DIALOGO DEL SISTEMA NERVIOSO CON EL APARATO LOCOMOTOR

La médula, primer nivel de modulación nociceptiva ⁽¹⁸⁾ (Figura 4).

NIVELES DE MODULACIÓN

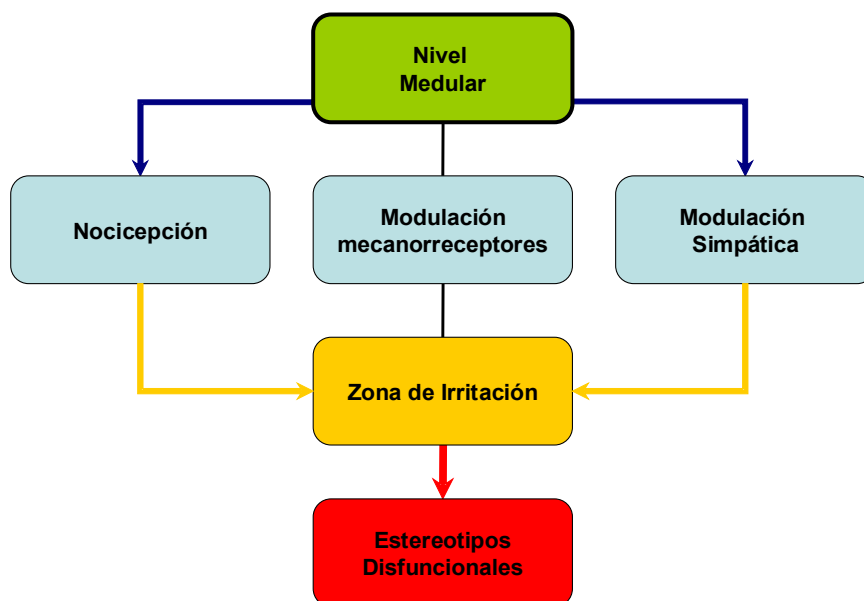


Figura 4: Esquema de Modulación medular

Distinguimos dos tipos de neuronas nociceptivas:

Las neuronas nociceptivas específicas (capa 1 de Redex) y

Las neuronas nociceptivas no específicas "wide dynamic range cells", lugar de convergencia de las aferencias musculares y viscerales (capa V de Redex).

La información nociceptiva difusa hacia la zona marginal de Lissauer puede estar unida a los segmentos supra y sub yacentes de la médula ⁽¹²⁾.

La modulación medular se efectúa en la sustancia gelatinosa y a este nivel puede bloquear las informaciones nociceptivas mediante las informaciones de los mecanorreceptores ⁽¹⁸⁾.

Cuando se sobrepasa esta modulación se envía la información por los fascículos espinotalámico y espinoreticular.

La modulación medular repercute sobre un grupo más o menos extenso de músculos (7, 8, 9). Consiste igualmente en la inhibición de las informaciones nociceptivas (fibras polimodales C y fibras Ad) por activación de las fibras cutáneas de grueso calibre, Aa y Ab que bloquean los estímulos en la medula (19).

Induce una respuesta segmentaria y periférica ante la nocicepción con verdaderos estereotipos musculares que son origen de las modificaciones posturales y de los reflejos de mantenimiento del equilibrio (16, 20).

Implica al sistema nervioso simpático (reflejos axonales) (12), modificación de informadores, perturbaciones vasculares y tisulares locales, especialmente edema de las cápsulas articulares y de la piel.

En el plano funcional, la formación reticular se organiza en dos sistemas:

- Un sistema polisináptico reticular « descendiente » que interviene en el control del tono muscular, los reflejos y el dolor (Núcleo central, núcleo rojo). Los núcleos paramedianos del rafe magnus son el origen de una vía descendente bulbo-espinal serotoninérgica, que actúa sobre las interneuronas de la capa gelatinosa de Rolando, frenando los influjos nociceptivos destinados al cuerno posterior medular (Control suprasegmentario del dolor). Las fibras noradrenérgicas provenientes del locus coeruleus son también un potente freno ante los impulsos nociceptivos.

- Un sistema polisináptico reticular « ascendente » que tiene un papel de control de la nocicepción. Interviene en la transmisión de los influjos nociceptivos: la vía paleo-retículo-espino-talámica está conectada a la sustancia gris periacuaductal donde se generarán todos los fenómenos de « re-control doloroso » descendente, que se relevarán sea en el rafe magnus, por las vías serotoninérgicas, sea en el locus coeruleus por las vías noradrenérgicas.

Esta vía paleo-retículo-espino-talámica es también ascendente, proyectándose sobre los núcleos intralaminares del tálamo, luego en el córtex singular (sistema límbico), frontal, insular, pero también sobre el hipotálamo, y la amígdala (sistema límbico). Informa de la intensidad del estímulo doloroso, da su componente penoso emocional (relevo límbico), y produce reacciones vegetativas (relevo hipotalámico). Esta vía tiene la finalidad de conservación de la especie (huida, stress,...).

En resumen, **la sustancia reticulada** tiene una función difusa de activación y de inhibición.

Cada axón y cada colateral tiene una diana precisa y modulable correspondiente a una función diferenciada (motriz, inervación recíproca, correctiva, perceptiva, etc.).

Ejerce el control de los esquemas de comportamiento desde los reflejos miotáticos a los comportamientos de evitación y a los reajustes posturales finos.

Igualmente controla toda la actividad sensorial-motriz y visceral-motriz: posición y decodificación de los receptores, dirección manual, locomoción; así como los esquemas complicados de comunicación y de expresión emotiva, incluyendo el lenguaje, los gestos y expresión de la cara.

NIVELES DE MODULACIÓN

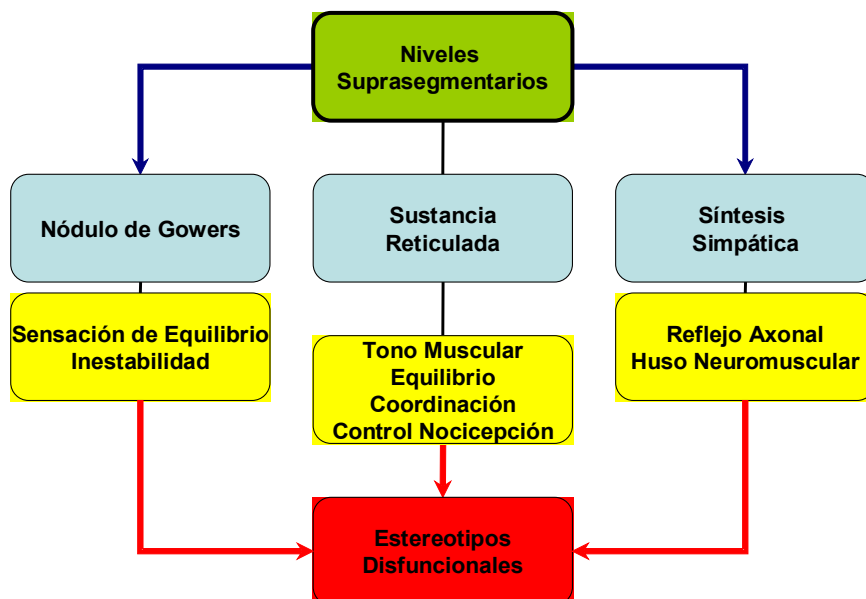


Figura 5: Esquema de Modulación Suprasegmentaria

SISTEMA SIMPÁTICO (2, 3, 6, 12, 14)

Su función esencial está en el origen de todos los reflejos axonales que contribuyen a engendrar nuevas sinergias y nuevos esquemas motores en el sentido de la evitación del dolor y la búsqueda de un nuevo equilibrio.

También inerva los husos neuromusculares y determina la contracción de los músculos autóctonos ⁽⁵⁾ compañeros de la zona de irritación.

CEREBELO

Definido en la sinergia de Babinsky (1899), participa en la anticipación como en el ejemplo del gesto de inclinarse hacia adelante con desplazamiento anticipado del centro de gravedad.

PARTICULARIDADES QUE NO HAY QUE OLVIDAR

Neuronas Motoras

Se ramifican a lo largo de todo su trayecto. Su activación induce a muchos grupos musculares en diferentes niveles del cuerpo de forma simultánea, contribuyendo a un movimiento preciso (sinergias), como en el hecho de inclinarse hacia adelante. Los mismos mecanismos intervienen en la anticipación de los movimientos.

Husos Neuromusculares

No son pasivos. El cerebro puede modificar su sensibilidad. Son accesibles a la intención motriz. Existe una regulación del cerebro sobre la sensibilidad de los captosres.

Modulación de las Velocidades de Conducción

La variabilidad de las velocidades de conducción se ha demostrado en las informaciones del mantenimiento del equilibrio: las que provienen de la planta de los pies son más rápidas que las que emanan de la musculatura sub-occipital para realizar la convergencia y la contemporaneidad de la información y resolver los problemas de desfase temporal en el mantenimiento del equilibrio dinámico ⁽¹⁾.

Estructuras importantes del aparato locomotor

Geometría del esqueleto: Reducción de los grados de libertad ⁽¹⁾.

Ejemplo: en el hombre, como en todos los mamíferos y las aves, la cabeza reposa sobre las dos primeras vértebras cervicales; ello permite mantener el oído interno en la perpendicular de la gravedad, factor fundamental en la postura y el control armonioso de los movimientos, la marcha, la carrera ^(Figura 3).

Geometría muscular ⁽¹⁾: Es este un capítulo complejo de la organización del movimiento. Simplemente queremos evocar el papel de los músculos bi-articulares por la simplificación de los movimientos y la economía energética. Ejemplo: tomar un vaso de la mesa para llevarlo a la boca.

El bíceps, los músculos supinadores asociados a los flexores de la muñeca simplifican el movimiento según una curva económica de esfuerzo.

Consecuencias para el Diagnóstico

El examen del paciente comporta, durante la anamnesis, la escucha y análisis de las quejas para la interpretación del lenguaje del dolor ^(9, 10), su localización precisa y las formas de provocación.

Durante el examen clínico, el médico analizará:

- las posturas de evitación,
- la búsqueda con la palpación de los puntos exquisitamente dolorosos paravertebrales (zonas de irritación),
- el examen de la musculatura (Trigger points y desbalances) y
- el examen de las articulaciones periféricas.

Consecuencias para el Tratamiento

Comprender para tratar

En la reeducación acordarse de: qué es la postura ⁽¹⁾, para restablecer los estereotipos de equilibrio y animar a la representación de los estereotipos funcionales (función de anticipación).

Tratamiento

El tratamiento en Medicina Manual se hará en tres etapas:

- Corrección de las informaciones erróneas (terapia manual) privilegiando las terapias de movilización y vibración articular.
- Restauración (reaprendizaje) de los esquemas o estereotipos de normalidad, también con ejercicios de representación mental del gesto normal.
- Rehabilitación en el sentido de reintegración psicomotriz (implicación de la psique) con respuesta a las dudas y problemas del paciente.

Respuesta al tratamiento

Depende de la validez de la indicación y de la calidad de las manipulaciones y del balance muscular.

Incluye la terapia de las cadenas disfuncionales ⁽⁹⁾ (raquis, músculos y articulaciones periféricas: tratar un segmento vertebral sin intervenir sobre los estereotipos musculares y articulares provocados por la disfunción, comporta recidivas decepcionantes.

Ello evoca a la reeducación de la propicepción y del equilibrio dinámico psicomotor.

CONCLUSION

La medicina manual está evolucionando en sus conceptos.

Debe abandonar los conceptos «mecanicistas» y concebir el aparato locomotor junto a su relación con el sistema nervioso central.

De esta forma ya no será una «técnica terapéutica» sino una disciplina esencial de la medicina, una especialidad que podría denominarse «Ortopedia Médica» o «Medicina del Aparato Locomotor».

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Berthoz Alain. Le sens du mouvement. Editions Odile Jacob, février 1997.
- 2- Bolton S.P. The somatosensory system of the neck and its effects on the central nervous system. *J. of Manip. and Physilogic. The.* 21 No 8 : 553-63, 1998.
- 3- Chan and al. Dynamics and directionnal sensitivity of neck muscle spindle responses to head rotation. *J. Neuropkvyiol.* 57: 1716-29, 1987.
- 4- Freeman MA, Wyke B. Articular contributions to limb muscle reflexes. The effects of partial neurectomy of the knee-joint on postural reflexes. *Br. J Surg.* 53 (1) : 61-8, 1966.
- 5- Freeman MA, Wyke B. Articular reflexes at the ankle joint: an electromyographic study of normal and abnormal influences of ankle-j'oint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. *Br. J. Surg.* 54 (12) : 990-1001, 1967.
- 6- Gillette RG, Kramis RC, Roberts WJ. Sympathic activation of cat spinal neurons responsive to noxious stimulation of deep tissues in the back. *Pain, Jan.* 56 (1) : 3 1-42, 1994.
- 7- Hubbard D.R. and Berkoff G.M. Myofascial Trigger Points Show Spontaneous Needle EMG Activity, *Spine VOL. 18, No. 13,* pp. 1803-1807, 1993.
- 8- Huguenin F. Les épicondylaigles en Médecine Manuelle, *Swiss Med 7a / 25-28,* 1987.

- 9-** Huguenin F. Médecine Orthopédique, Médecine Manuelle, Diagnostic. Paris, Milan, Barcelone, Bonn, Masson 1991.
- 10-** Huguenin F. Examen premanipulatif de la charnière sous-occipitale. Les manipulations de la charnière sous-occipitale : Les manipulations vertébrales, Hérisson, Vautravers, collection de pathologie locomotrice, 29. Masson, Paris 1994. pp. 115 sq et 162 sq.
- 11-** Illingworth R.S. The Development of the Infant and Young Child. Normal and Abnormal. Churchill Livingstone, sixth edition, 1975.
- 12-** Kolta A. In vitro investigation of synaptic relations between interneurons surrounding the trigeminal motor nucleus and masseteric motoneurons. *J. Neurophysiol* 78 (3) : 1720-5, 1977.
- 13-** Lund S. Postural effects of neck muscle vibration in man. *Experientia*. 36 : 1398, 1980.
- 14-** McCann JD, Gauthier M, Morschbacher R, Coldberg RA, Anderson RL, Fine PG, Digre KB. A novel mechanism for benign essential blepharospasm. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 15 (6) : 3 84-9, 1999.
- 15-** Prades J-M., Laurent B., Navez M-L. Anatomie clinique du système nerveux central. Masson. 1999.
- 16-** Rossignol S. Neural control of stereotypic limb movements. In: Handbook of Physiology. *Exercise : Regulation and Integration of Multiple Systems*. Bethesda, MD : Am. Physiol. Soc, sect. 12, chapt. 5, p. 173-216, 1996.
- 17-** Sutter M. Wesen, Klinik und Bedeutung spondylogeiier Reflexsyndrome, Nature, Clinic and Significance of Spondylogenic Reflex Syndrome. *Schweiz. Rundschau Med. (PRAXIS)* 64 Nr. 42, 13 5 1 1357, 1975.
- 18-** Wyke B. The neurology of 'o'nts. *Ann R Coll Surg j Engl* 41 (1) : 25-50, 1967.
- 19-** Yokota T. Thalamic mechanism of pain: shell theory of thalamic nociception. *Jpn. J Physiol*. 39 (3): 33548, 1989.
- 20-** Wicsenfeld-Hallin Z, Hallin RG. The influence of the sympathetic system on mechanoreception and nociception. A review. *Hum Neurobiol* 3 (1) : 41-6, 1984.