

Importancia del Tratamiento Propioceptivo tras un Síndrome de Latigazo cervical.

Importance of the Proprioceptive Treatment after Whiplash Syndrome.

**Sonia Liébana Sánchez-Toscano.
Trabajo de fin de Carrera.
Curso: 2004-2005.
Departamento de Fisioterapia.
Facultad de Medicina.
Universidad San Pablo-CEU.**

ÍNDICE

Resumen y palabras clave	3
Abstract and key words.....	4
Introducción	5
Objetivos.....	7
Material y métodos.....	8
Resultados:	
Biomecánica.....	9
Clínica.....	12
Lesión propioceptiva.....	13
Tratamiento conservador.....	16
Introducción al tratamiento propioceptivo.....	18
Propuesta de tratamiento propioceptivo.....	24
Conclusiones.....	31
Bibliografía.....	32

RESUMEN

El síndrome del latigazo cervical está cobrando una gran importancia en la actualidad, debido a su creciente incidencia y a la prolongación sintomática, causada por la diversidad de su clínica, por la carencia de medios diagnósticos apropiados y por su tratamiento inespecífico.

Diversos estudios recientes muestran la existencia de lesión propioceptiva en pacientes afectados por el síndrome del latigazo cervical mediante la valoración del equilibrio estático y dinámico, reflejos posturales, oculomotricidad, sistema vestibular y percepción postural, observándose disfunción en todos ellos. Por ello, la Fisioterapia busca la causa de la lesión más allá del mecanismo bidimensional clásico de distensión muscular y ligamentosa por “hiperextensión”, apuntando hacia el desorden propioceptivo tridimensional, con el objetivo de aplicar un tratamiento propioceptivo que restituya los patrones de movimiento del sincronismo normal.

PALABRAS CLAVE

Síndrome del Latigazo Cervical; Biomecánica lesional; Propiocepción; Tratamiento; Facilitación Neuromuscular Propioceptiva.

ABSTRACT

Whiplash associated disorders have recently become very important, due to their increasing incidence and to their ongoing effects, caused by the diversity of the symptoms, the lack of appropriate diagnostic means and by their unspecified treatments.

Various recent studies have shown the existence of proprioceptive injuries in patients affected by whiplash associated disorders through the evaluation of the static and dynamic equilibrium, postural reflexes, ocular motor function, vestibular system and postural perception, with dysfunction being observed in them all. This is why Physical Therapy is seeking the cause of the injury beyond the classic two-dimensional mechanism of muscular and ligament distension by “hyperextension”, moving towards a three-dimensional proprioceptive disorder, with the objective of applying a proprioceptive treatment that restores the movement patterns of normal synchronism.

KEY WORDS

Whiplash Associated Disorders; Biomechanical injury; Proprioception; Treatment; Proprioceptive Neuromuscular Facilitation.

INTRODUCCIÓN

El origen del término *whiplash injury* fue introducido por Harnold Crowe^{1,2} en 1928, quien lo utilizó para referirse a la lesión cervical que se producía, hasta entonces con más frecuencia, en el ámbito de la aviación, siendo Davis^{1,2} el primero en emplear dicha nomenclatura en el contexto accidental automovilístico en el año 1945.

El Síndrome del latigazo cervical está cobrando una gran importancia en la sociedad occidental actual^{3,4,5,6}, dado el creciente número de colisiones automovilísticas, causa lesional⁷ y mortal (en menores de 35 años, según Siegmund et al)⁸ más frecuente (el 95% de los afectados, lo sufrieron a causa de un accidente de tráfico, según un estudio llevado a cabo por Pujol et al⁹) aunque no única, con una incidencia del 1/1000.

En el caso de España, los estudios de Herreros¹⁰ con accidentados, mostraron una afectación cervical en el 37'5 %, siendo definidos como *esguinces cervicales* el 84% de ellos. Pero este término, frecuentemente usado hasta ahora, no se corresponde con la realidad lesional⁵.

Dado el absentismo laboral¹¹ (el 5-7% de los afectados no se reincorpora al puesto de trabajo)⁷ y la discapacidad funcional^{1,12,13} para las actividades de la vida diaria que esta patología produce, son frecuentes y cuantiosas las indemnizaciones que reciben los afectados^{1,5,6,14,15} lo cual, en adición a la diversidad de su clínica y a la carencia de medios diagnósticos apropiados^{14,16,17,18,19,20,21}, contribuye a que un 4'5-33% de los afectados no sean detectados como “lesionados”²² y a la inclusión de la terminología referente a esta entidad en un “cajón desastre” de nomenclaturas, alusivas principalmente a la biomecánica, que sólo lleva a la confusión clínica y terapéutica⁵.

En lo que a corrección terminológica se refiere, los autores Barnsley et al²³ y Loudon et al²⁴ diferencian adecuadamente la nomenclatura en los ámbitos de la biomecánica, lesión y clínica:

Latigazo cervical (cervical whiplash), es el mecanismo lesional que afecta al conjunto biomecánico cervico-cefálico, por aplicación indirecta de fuerzas de aceleración y deceleración en cualquier plano del espacio que, con mayor frecuencia, se produce en el contexto accidental automovilístico.

Lesión por latigazo cervical (whiplash injury), es la lesión de alguno de los elementos integrantes del conjunto biomecánico cervical, provocada por el mecanismo de latigazo cervical, cuyo síntoma principal es el dolor.

Síndrome del latigazo cervical (whiplash syndrome), es el conjunto de signos y síntomas clínicos, caracterizado por un patrón de dolor cervical a irradiado a otras regiones, al que pueden asociarse otros síntomas como consecuencia de las lesiones por latigazo cervical.

Es importante recalcar que la lesión puede suceder en cualquier plano del espacio, de cara a orientar hacia la causa de la lesión propioceptiva, pues numerosos estudios valoran el choque frontal o el alcance trasero, siendo estas condiciones ideales que poco se acercan a la realidad de la asimetría cefálica u oblicuidad de la colisión en el momento del impacto²⁵.

A parte de estos, y debido al elevado número de afectados que experimentan cronificación sintomatológica (de 15% al 50%, según los estudios, se ha introducido el término *Whiplash Associated Disorders* o *Síndrome del Latigazo Cervical Postraumático*^{2,5,12,13,14,23,26} para identificar la prolongación del síndrome agudo más allá de los 6 meses del traumatismo, con el dolor cervical a la cabeza del cuadro clínico^{5,13, 23}.

OBJETIVOS

Dado el alto índice de cronificación y a la escasa resolución de la terapéutica clásica que todavía se lleva a cabo, en esta revisión literaria se pretende realizar un estudio del alcance de la alteración propioceptiva en el síndrome del latigazo cervical, su valoración objetiva, y las secuelas que provoca, así como proponer un tratamiento de reeducación neuromuscular propioceptiva eficaz, basado en estudios biomecánicos y clínicos por ser elementos clave en la elección de un tratamiento óptimo, que muestran las alteraciones funcionales de pacientes reales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de Medline y PEDro en Internet, relacionando las palabras clave *whiplash injury, biofeedback and electromyography in whiplash, cervical proprioception, proprioception in whiplash associated disorders, proprioceptive treatment in whiplash* y *treatment in whiplah associated disorders*. También a través de Internet se ha llevado a cabo una búsqueda en la base editorial Doyma, relacionando las palabras clave *latigazo cervical, biofeedback y electromiografía en el latigazo cervical, propiocepción cervical, alteraciones propioceptivas el síndrome del latigazo cervical y tratamiento propioceptivo en el síndrome del latigazo cervical*. Se ha establecido un límite de antigüedad de diez años desde la presente fecha y los artículos, en su versión extendida, se han encontrado en la base de datos del Instituto de Salud Carlos III, introduciendo el término clave *C17* en el buscador genérico *Google*. También se ha realizado una búsqueda libre en función de la bibliografía encontrada. En base a esta búsqueda, se han incluido algunos artículos referenciados de forma reiterada en las bibliografías, aunque sean anteriores al límite de antigüedad establecido, por considerarlos de gran importancia en lo que al Síndrome del Latigazo Cervical se refiere.

La bibliografía seleccionada debía explicar aspectos referentes a la epidemiología, terminología y patogenia, biomecánica, propiocepción cervical y alteraciones propioceptivas como consecuencia de la lesión y tratamiento facilitador neuromuscular propioceptivo, estar basados en la evidencia y escritos en Español, Inglés, Francés, Portugués e Italiano, siendo descartados todos aquellos que no cumplieran los requisitos citados.

RESULTADOS

BIOMECÁNICA DEL LATIGAZO CERVICAL

A continuación se realiza un breve análisis de la biomecánica del latigazo cervical, dada la importancia que tiene de cara a una correcta orientación del tratamiento propioceptivo, cuya lesión contempla el modelo actual, así como el frecuente hallazgo en la práctica clínica de las lesiones descritas en el modelo clásico.

Perspectiva clásica:

Se trata de un modelo de “movimientos forzados” que sostiene que el latigazo cervical consta de dos fases^{5,27} y que la lesión se origina a consecuencia del movimiento “más allá de lo fisiológico” (Fig. 2) al que se ve sometido el complejo estructural cervical por la inercia cefálica, más frecuentemente por el mecanismo de “hiperextensión”²⁷:

Fase I: En la que el cuerpo sufre una aceleración (alcance trasero) o deceleración (choque) por la sujeción del tronco al vehículo que ofrece el cinturón de seguridad, mientras la cabeza sigue su recorrido en el espacio por la acción de la inercia. En el caso de alcance trasero se produce una extensión máxima con apertura de la boca, mientras que en el choque tiene lugar una flexión máxima con cierre brusco de la boca.

Fase II: En la que el tronco cesa el movimiento mientras la cabeza lo mantiene por la inercia que provocó el impacto inicial. En esta fase se produce una flexión máxima en reacción a la hiperextensión, en el caso de alcance trasero, o hiperextensión en reacción a la flexión máxima, en el caso de choque.

Lesiones por el mecanismo de extensión:^{2,5,23} Desgarro de la musculatura paravertebral, Escalenos, Esternocleidomastoideo y ligamento común vertebral anterior, arrancamiento de la inserción anterior del disco intervertebral, fractura de la apófisis odontoides y espinosas, fracturas cigoapofisarias, hemartrosis y edema retrofaríngeo, con dificultad en la fase aguda para la deglución y la fonación (Fig. 1).

Lesiones por el mecanismo de flexión:^{2,5,23} Desgarro de la musculatura paravertebral, del complejo ligamentoso nucal y occipito-atloideo, del ligamento interespinoso y de las fibras posteriores del anillo fibroso intervertebral así como fractura por arrancamiento de las apófisis espinosas. Las lesiones derivadas de este mecanismo son menores por la mayor resistencia de las estructuras (Fig. 1).

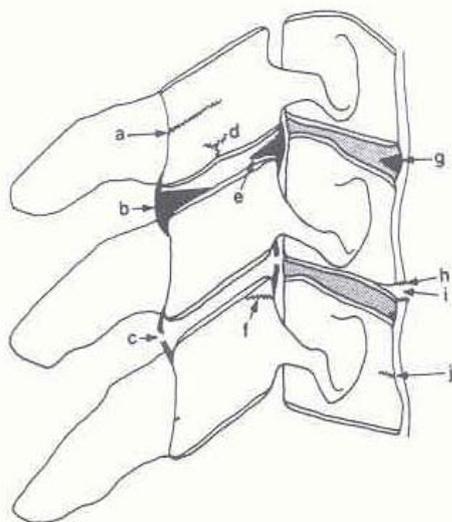


Fig.1. Lesiones más frecuentes en el latigazo cervical. A: Fractura del pilar articular, B: Hemartrosis de la articulación cigoapofisaria, C: Rotura o desgarro de la cápsula articular cigoapofisaria, D: Rotura del hueso subcondral, E: Contusión de los meniscos intra-articulares de las articulaciones cigoapofisarias, F: Fractura con afectación de la superficie articular, G: Desgarro del anillo fibroso del disco intervertebral, H: Desgarro del ligamento longitudinal anterior, I: Hernia y/o rotura discal y J: fractura del cuerpo vertebral. Barnsley et al²³

Las lesiones secundarias son la causa de la cronificación del síndrome¹⁴, y tienen, por lo general, carácter neural, degenerativo o como consecuencia de la deformidad que producen las fracturas (callos óseos y osteofitos), pues todas ellas comprometen la movilidad y el correcto reestablecimiento de la función propioceptiva tras el periodo agudo⁵.

Aunque la mayoría de los latigazos cervicales en el área automovilística se producen por impacto trasero y a baja velocidad⁹, este no es el único modo, pues también ocurre en choques frontales, laterales y oblicuos, y a grandes velocidades. Este mecanismo lesional va quedando obsoleto en la actualidad, ya que la visión bidimensional no se corresponde con la realidad lesional tridimensional a baja velocidad y en el contexto de las características de cada individuo, pero no es del todo incierto, pues se da en colisiones a gran velocidad en planos sagitales, contexto originario del *cervical whiplash* en la aviación.

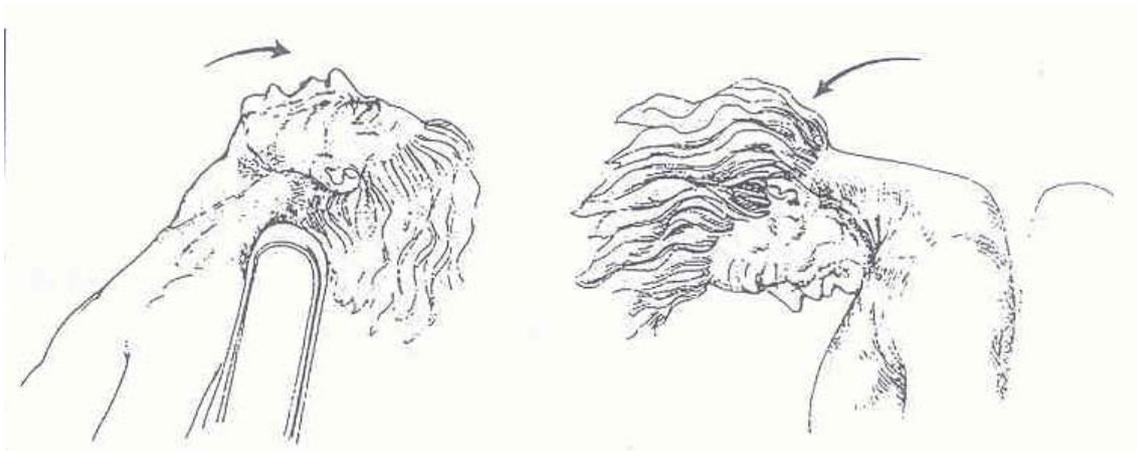


Fig.2. Visión clásica del latigazo cervical en un alcance trasero. Hoppenfeld²⁸

Perspectiva actual

Se originó a finales de los 80^{5,14,19}, mediante estudios con voluntarios, animales, cadáveres y preparados anatómicos de columna cervical, en los que se reproducía el mecanismo lesional a diferentes velocidades, captándose cada movimiento y acción muscular con cámaras de alta velocidad, cámaras de infrarrojos, tomografía axial computarizada y electromiografía^{5,15,17,19,29}, entre otros.

Grauer et al³⁰ realizaron un estudio en 1997, en el que confirmaban la existencia de dos fases en el latigazo cervical, pero en esencia muy diferenciadas de la visión clásica:

Fase I: Formación en S de la columna cervical a los 50-70 ms del impacto, con extensión en los niveles cervicales inferiores y flexión secundaria en los superiores, pues la cabeza tiende a mantener su posición por la inercia.

Fase II: Extensión generalizada de la columna cervical, que no sobrepasa los límites fisiológicos, a los 100-125 ms del impacto.

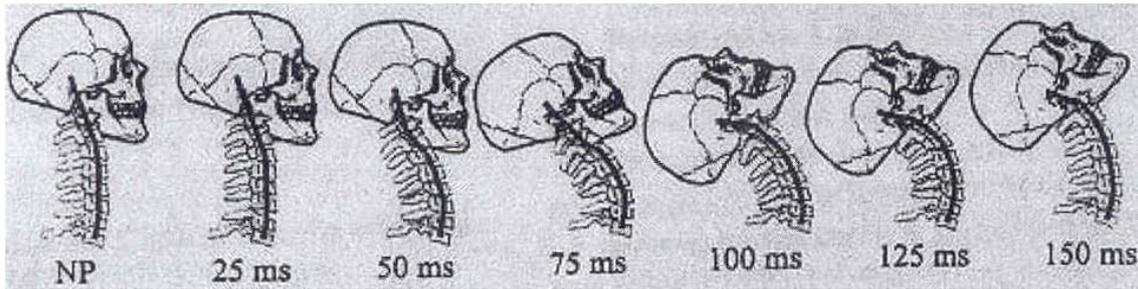


Fig.3. Visión actual del latigazo cervical: La formación en S de la columna cervical. Grauer et al³⁰

Aunque se estudian disociadas de cara a realizar un análisis más exhaustivo de la biomecánica y mecanismo lesional, estas dos fases van íntimamente unidas y no puede darse una sin la otra, como se muestra en la Fig. 3: La cabeza tiende a mantener su posición por la inercia, pero la energía cinética que ha adquirido el tronco por el impacto se va transmitiendo de proximal a distal por la columna cervical, que adopta una curvatura en S que se mantiene hasta que esa energía cinética alcanza el punto más distal de la cabeza en último lugar y se transforma en energía potencial, provocando una extensión generalizada que no sobrepasa los límites fisiológicos de la biomecánica cervical.

Entonces cabe pensar: “*Si no se rebasan los límites fisiológicos de la flexo-extensión cervical, ¿por qué se genera lesión en consecuencia?*” La respuesta viene dada, no por la forma de la extensión, sino por el modo en que se alcanza, pues no es un modelo de movimientos forzados, sino de *moción afisiológica*^{5,11,17,31}. La curvatura en S somete a un estrés excesivo a las estructuras integrantes de los segmentos superior e inferior de forma diferenciada: Estrés neural en el segmento C1-C2 por la flexión afisiológica, y estrés compresivo en las articulaciones cigoapofisarias en el segmento inferior C4-C7¹⁷ (Fig. 4).

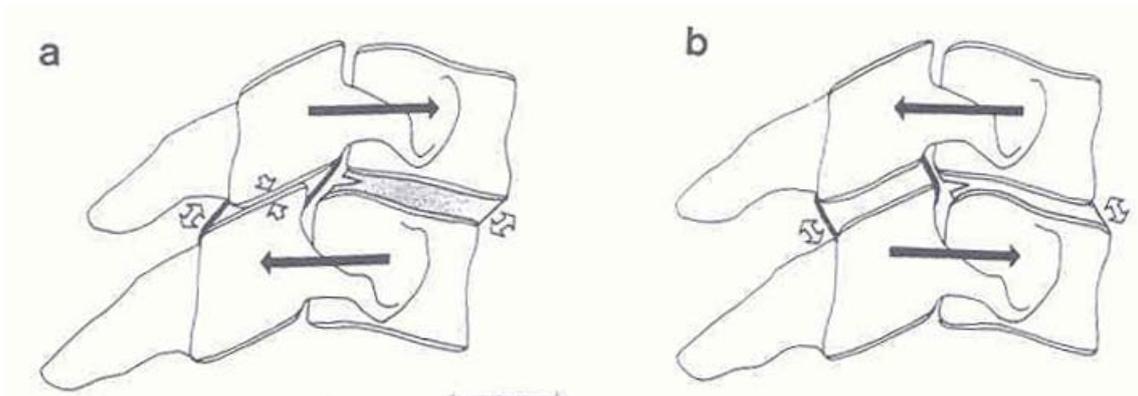


Fig. 4. Ejemplo de fuerza horizontal aplicada a un segmento vertebral. A: La vértebra superior se desplaza anteriormente sobre la inferior, y el movimiento es resistido por el enfrentamiento compresivo de las superficies articulares cigoapofisarias, sus cápsulas articulares y la tensión de las fibras anteriores del anillo fibroso del disco intervertebral. B: La vértebra superior se desliza hacia posterior sobre la inferior, y el movimiento es resistido por las cápsulas articulares cigoapofisarias y las fibras posteriores del disco intervertebral. Barnsley et al²³.

CLÍNICA

Las manifestaciones del latigazo cervical pueden no ser inmediatas. Ortega¹⁴ muestra que el 80% de los afectados acuden al servicio médico el mismo día del accidente, el 17.5% a las 48 horas y el 2.5% después de 48 horas.

Con el dolor cervical liderando en incidencia e intensidad^{5,14,23, 32} -originado por el estrés compresivo en los niveles inferiores-, el síndrome del latigazo cervical se presenta, en orden de frecuencia^{5,7,14,23,24,25,33,34}, en forma de cefaleas -causadas por el estrés neural en el segmento superior-, restricción del rango articular cervical, alteración del reflejo oculomotor, mareos, patrones de dolor referido -más frecuentemente a la musculatura superficial de la zona dorsal alta y grupos musculares de la cabeza, pecho, hombros y brazos-, con activación de puntos gatillo miofasciales, parestesias en miembros superiores y región dorsal, debilidad, fatiga, vértigo -por lesión de las arterias vertebrales-, trastornos del equilibrio, dolor en la articulación temporomandibular, lumbalgia -de origen miofascial o por alteración postural propioceptiva, más frecuente a largo plazo-, alteración de los reflejos propioceptivos en la columna cervical, síndrome del desfiladero torácico -por compresión del plexo braquial entre los escalenos anterior y medio-, visión borrosa breve y alternante -por afectación de las arterias vertebrales o del simpático cervical, tinnitus -por lesión temporomandibular o daño en el oído interno-, signos neurológicos vinculados a la distensión radicular, alteraciones de la concentración y la memoria, disfagia -a consecuencia del edema retrofaríngeo-, síndrome de stress postraumático y alteraciones neurológicas vinculadas al traumatismo intracraneano en los traumatismos más graves.

Numerosos autores han descrito diferentes variantes y niveles de gravedad del síndrome atendiendo a diversos criterios. Fernández et al¹ mencionan en su estudio una clasificación basada en la anatomía clínica, de frecuente hallazgo en la práctica fisioterápica, en las que distingue tres variantes del mismo: *Síndrome cervical local*, caracterizado por dolor y rigidez benignos adscritos a la columna cervical, *Síndrome cervical ascendente* o Síndrome cervicocéfálico, en los casos que presentan alteraciones cocleovestibulares, oculares, cognitivas y/o psiquiátricas y *Síndrome cervical descendente* o Síndrome cervicobraquial, cuando existe radiculopatía. Pero la clasificación más extendida en la actualidad es la que propuso la *Québec Task Force on Whiplash Associated Disorders*³⁵ en 1995:

Clasificación del síndrome del latigazo cervical, según la gravedad de sus signos y síntomas²¹:

- Grado 0: Sin síntomas ni signos físicos.
- Grado I: Sintomatología cervical sin signos físicos.
- Grado II: Sintomatología cervical con signos musculoesqueléticos.
- Grado III: Sintomatología cervical con signos neurológicos.
- Grado IV: Sintomatología cervical con fractura y/o luxación.

La *Québec Task Force on Whiplash Associated Disorders* descarta las luxaciones y fracturas (grado IV) del cuadro clínico del síndrome del latigazo cervical^{1,2,5}.

En todos los grados pueden darse trastornos auditivos, vértigo, cefalea, alteración de la concentración y memoria, disfagia y dolor en la articulación temporomandibular, pudiendo incluso presentar alteraciones incapacitantes para las actividades de la vida diaria pacientes con un síndrome del latigazo cervical grados I y II en las cuatro semanas posteriores al accidente³⁶, lo cual lleva al planteamiento de una cuestión: “*Si estás alteraciones pueden aparecer también en grados en los que no hay sintomatología (grado 0) ni signos físicos (grados I y II), ¿qué factor las produce?*” La respuesta que los estudios dan parece apuntar a la existencia de lesión propioceptiva.

Según recientes investigaciones, la cronificación, que aparece en un 15%^{5,11} de los afectados, dando problemas a largo plazo, parece estar íntimamente ligada a la afectación de los mecano y nociceptores capsulares (corpúsculos de Pacini y de Ruffini) cigoapofisarios^{2,5,14,23,34} como ya observaron Karlberg et al³⁷, ligamentos y discos intervertebrales, aunque existen otros factores de vulnerabilidad (biológicos, psicológicos y sociales), no lesionales, que pueden favorecer la cronificación^{3,7,11,14,26,34} como: ansiedad, situación psicosocial, autoestima, capacidad intelectual limitada, edad avanzada, sexo femenino, menor diámetro del canal medular, cervicalgias y cefaleas previas al accidente, umbrales bajos de dolor, escasa formación académica, excesiva responsabilidad familiar y/o laboral, entorno social y reclamación legal de indemnización (objeto de controversia en la actualidad). Por otra parte, Ortega¹⁴ habla del *modelo biológico de lesión*, postulando que la capacidad de recuperación depende tanto del órgano lesionado como de la capacidad de curación del individuo.

La diversidad de la clínica y la falta de medios diagnósticos apropiados hacen más ardua la objetivación del alcance lesional y difícil el diagnóstico correcto, por lo que el tratamiento es inespecífico e inadecuado a las necesidades concretas del paciente^{1,4,14-16,18-22,29,33}.

LESIÓN PROPIOCEPTIVA

La propiocepción es el proceso neuromuscular que informa a los niveles superiores del control postural de la posición de los distintos elementos del aparato locomotor permitiendo, mediante estímulos aferentes que informan de la estabilidad y orientación del organismo en la locomoción y estática, elaborar respuestas eferentes eficaces ante la intensidad y dirección de las fuerzas externas (Mumenthaler, 1977; Laskowski, 1999; Saal 2001).

Penning³⁸, en sus estudios, ya apoyó las alteraciones clínicas del síndrome del latigazo cervical en los fallos propioceptivos que se dan a consecuencia del mismo asociándolos, en concreto, a la afectación del aparato ligamentoso suboccipital. Como se ha visto, dado el alto índice de cronicidad y existencia de alteraciones y síntomas sin signos fisiológicos aparentes³⁶, se ha profundizado en la causa lesional del latigazo cervical desde finales de los 80 de tal forma que, en la actualidad, prácticamente todos los estudios corroboran la existencia de lesión propioceptiva tanto en la musculatura como en las articulaciones cigoapofisarias y aparato ligamentoso^{4,39}.

La lesión propioceptiva ocurre durante la pérdida de la curvatura cervical fisiológica, en la formación en S en los primeros 100 ms tras el inicio de la aceleración. Debido al reflejo miotático, tiene lugar una contracción refleja de la musculatura

bruscamente elongada, que se incrementa proporcionalmente al nivel de aceleración y que, como se verá posteriormente, no es suficiente para contrarrestar el movimiento lesional. Por otra parte, y como cabe suponer, la lesión también depende de la dirección del impacto y de la posición cefálica:

*Impacto frontal con la cabeza*⁴⁰

1. *En posición neutra*: Esta es una condición ideal y poco frecuente, en la que la carga del impacto recae principalmente sobre los Esternocleidomastoideos, de forma bilateral.
2. *Rotada a la izquierda* (como ocurre en la mayoría de los casos): El Esternocleidomastoideo derecho genera un 88% de la contracción máxima voluntaria (CMV), el izquierdo, ambos Trapecios y Esplenio generan sólo un 10-30% de la CMV.
3. *Rotada a la derecha*: El Esternocleidomastoideo izquierdo genera un 94% de la CMV, el derecho, ambos Trapecios y el Esplenio sólo el 6% restante.

Debido a que la mayor parte de la carga recae sobre los Esternocleidomastoideos y son estos los que generan una gran parte de la fuerza contrarrestante, en los casos de rotación cefálica, el riesgo de lesión aumenta notablemente para el Esternocleidomastoideo contralateral al lado de la rotación.

*Impacto lateral u oblicuo con la cabeza*⁴¹

1. *En posición neutra*: La carga es soportada por el Esplenio.
2. *Rotada*: La capacidad de CMV se ve notablemente reducida en toda la musculatura.

El tiempo de inicio y pico electromiográficos de todos los músculos que reflejan contracción automática decrece progresivamente a medida que se incrementa el nivel de aceleración⁴⁰. Estudios⁴¹ que reprodujeron el mecanismo lesional en impactos a baja velocidad, mostraron una respuesta muscular que generaba menos del 45% de la CMV. Este intento “fallido” de contracción en contra del mecanismo lesional⁴¹, junto con el compromiso articular ya citado, es el que da lugar al desorden propioceptivo.

También cabe destacar que en los estudios llevados a cabo por Siegmund et al⁴² con electromiografía, se observaron cambios significativos tanto en la musculatura como en la cinemática cervical a partir de la segunda perturbación, con disminución de la respuesta refleja al mecanismo lesional, lo cual indica un alto potencial de acomodación, que puede llevar a confusión en estudios posteriores (cada vez deberían usarse sujetos control que nunca hubieran sufrido un latigazo cervical).

Aunque todavía no se tienen los medios necesarios para averiguar el momento, mecanismo y alcance de la lesión propioceptiva, sí existe evidencia científica del daño de este sistema, mediante el estudio de sujetos afectados por síndrome de latigazo cervical que presentan alteraciones propioceptivas mesurables como:

1. Reposicionamiento cefálico impreciso^{24,34,43} con respecto al tronco tras una desestabilización desde una posición neutral inicial, así como disfunción en la capacidad de apreciación de movimiento de la cabeza con respecto al tronco y viceversa, e inexactitudes en la percepción rotacional de lo cual, y en base a los estudios de Bly y

Sinnot⁴⁴, Loudon et al²⁴ concluyeron que la habilidad de reposición cefálica requiere integración de información propioceptiva. Por otra parte, aunque se ha comprobado que el sistema vestibular contribuye a la percepción de la orientación, Loudon et al²⁴ también mencionan en su estudio que la propiocepción cervical contribuye más que el sistema vestibular al correcto posicionamiento de la cabeza. Por otra parte, Heikkilä y Astrom⁴³ comprobaron que la habilidad mejoraba tras seis semanas de rehabilitación.

2. Estudios mediante procainización de los erectores lumbares en sujetos que presentaban nistagmus y lumbalgia mostraron **disfunción asimétrica en los propioceptores lumbares**, en concreto en los **de los erectores de columna**, con afectación secundaria de los miembros inferiores, apreciable tanto en estático, donde referían sensación de inestabilidad, como durante la marcha, en la que se apreciaban desviaciones laterales y signos atáxicos leves⁴⁵. En concreto, estos hallazgos soportan que, desde el punto de vista del equilibrio corporal, *hay dos fases integrantes de reflejo laberíntico, una de perturbación y otra de coordinación*, que puede ser aplicada a la interpretación del origen del reflejo propioceptivo lumbar en relación con el nistagmus.

3. **La restricción motriz cervical** (algunos autores¹⁴ sostienen que la más afectada es la flexo-extensión, mientras que otros¹⁵ afirman que es la latero flexión observándose, tanto en un caso como en el otro, una importante restricción del rango de movimiento global) **conlleva cambios en la calidad de la información propioceptiva cervical**, en concreto la **aferente, que afecta al sistema ocular y vestibular**³⁴. Aunque no existe lesión cerebelosa, la señal posicional cefálica, percibida por los propioceptores cervicales, de los cuales cabe mencionar una mayor afectación en el grupo extensor⁴³, se envía alterada y por eso no se da una correcta coordinación del movimiento.

4. Simultáneamente, en el estudio llevado a cabo por Heikkilä y Wenngren³⁴, se valoró la **relación entre el reflejo oculomotor, el rango de movimiento cervical activo y la sensibilidad cinestésica** en afectados de síndrome de latigazo cervical y sujetos control, observándose disfunción en todas las direcciones de reposicionamiento en el 62% de los afectados tras dos años de haber sufrido el traumatismo, con pérdida de la sensibilidad cinestésica, sobre todo en el reposicionamiento vertical. La pérdida de la capacidad de reposicionar es indicativa de disfunción propioceptiva aferente y, de forma compensatoria, se abren otras vías de búsqueda de información sensitiva a través de los grupos musculares antagonistas para así realizar el reposicionamiento “por confirmación”.

5. Por otra parte, y también en el estudio llevado a cabo por Heikkilä y Wenngren³⁴, se observó, entre otros hallazgos, que algunos de los **pacientes asintomáticos también** presentaban **disfunción oculomotora y cinestésica**, y que los pacientes que aquejaban mareos e inestabilidad, presentaban una mayor disfunción que los que no los padecían.

6. Loudon, Ruhl y Field²⁴, postulan que existe una gran concentración de propioceptores cervicales de torsión en la musculatura profunda intervertebral, y las aferencias desde estos músculos tienen gran repercusión en los reflejos posturales, gracias a la información que aportan sobre la longitud muscular y tipo de cambio de longitud, mediante las **motoneuronas gamma**, que **se inhiben** en presencia de dolor e inflamación muscular. Si esta inhibición se da durante un periodo de tiempo

prolongado, conlleva un “olvido” de la zona, lo cual ocurre durante la inmovilización principalmente.

7. Johanson y Sojka⁴⁶ plantearon la hipótesis de alteración propioceptiva basada en el incremento de la sensibilidad cinestésica de la musculatura cervical⁴⁷, por aparición de reflejos osteotendinosos de estiramiento de forma secundaria a la tensión muscular generada por dicha hipersensibilidad, regulada por el sistema nervioso simpático a través de las fibras intrafusales que transmiten el estiramiento e interneuronas motoras (inervación recíproca de Sherrington) que portan dicho reflejo de la médula al músculo. Esta *hipersensibilidad neuronal e hipertonicidad muscular* da señales propioceptivas aferentes erróneas, lo cual se agrava si la afectación es asimétrica, como ocurre en la mayoría de los casos. La convergencia de información errónea al sistema nervioso central, provoca signos vestibulares, con sensación de mareo e inestabilidad por la percepción errónea del esquema corporal y su interacción con el espacio, así como cronificación del síndrome por sensibilización de los sistemas moduladores tanto a nivel espinal como a nivel supraespinal^{16,48}.

8. En el síndrome de latigazo cervical crónico existe hiperalgesia mecánica en la columna cervical, con hipersensibilidad generalizada a la presión y estímulo térmico, lo cual puede ser indicativo de **cambios** a nivel de los **mecanismos centrales procesadores del dolor**^{7,47}.

TRATAMIENTO CONSERVADOR

Como introducción al tratamiento propioceptivo, es esencial citar las prácticas terapéuticas conservadoras, pues constituyen la base hacia la búsqueda de la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva al no haber evidencia científica de su efecto terapéutico beneficioso^{1,13,20,21,23}.

Fase aguda

Efectividad del collarín. Los órganos sensoriales, tanto superficiales como profundos, que no han sido dañados a causa de la lesión, ven disminuida su estimulación por la inmovilización, degenerándose y perdiendo precisión a consecuencia del desuso, motivo por el cual se recomienda evitar el uso del collarín, excepto en los casos de potencial compromiso medular², así como la movilización activa-asistida en el periodo post-lesional. Se ha probado que el collarín no da resultados beneficiosos en el 80% de los casos¹. Es más, Borchgrevink et al⁴⁹ demostraron en un ensayo clínico aleatorio la tardía recuperación de los pacientes con síndrome de latigazo cervical que emplearon collarín frente a los que siguieron realizando sus actividades de la vida diaria. Este tratamiento todavía está extendido en España¹⁴, soliendo prescribir el blando¹(excepto en caso de fractura), que limita la movilidad de forma relativa e inespecífica, conllevando atrofia parcial de la musculatura paravertebral y agravación de la lesión propioceptiva por inhibición, por lo que prolonga el periodo de recuperación e incrementa el riesgo de cronificación.

Movilización precoz. Los estudios prueban la mejoría que ofrece frente al dolor e incapacidad, pudiéndose combinar con reposo relativo, farmacoterapia analgésica y

miorrelajante y collarín blando a tiempo parcial, dependiendo de las necesidades del paciente^{1,6,14,20,23,50,51}.

Manipulaciones. Existe controversia acerca de su eficacia. Hurwitz et al⁵² y Fernández et al^{1,31,32} encontraron beneficios a largo plazo en cuanto a las cefaleas y cervicalgias, posición a la cual también es favorable la *Québec Task Force*³⁵. Por otro lado, se contraindica, pues se han descrito casos de isquemia vertebro-basilar y disección arterial y no hay evidencia que descarte la manipulación como causa, a parte de considerar sus efectos como activos a corto plazo⁵³.

Electroterapia de baja y media frecuencia. Con fines analgésicos, es aplicada en la musculatura posterior, también por su efecto miorrelajante. En la actualidad es frecuente la práctica dados los buenos resultados que ofrece, aunque existe poca evidencia que verifique su efecto beneficioso^{1,14}.

Fase subaguda

Programa de cinesiterapia. De efecto beneficioso demostrado en todos los casos, frente al reposo y uso de collarín^{1,6,14,23,50,51}.

Tratamiento de puntos gatillo miofasciales. Fernández et al^{1,31,32} mencionan la existencia de alteración secundaria del tejido miofascial, incluyendo dentro de las técnicas de tejido blando el tratamiento de los puntos gatillo miofasciales, frecuentemente activados en Trapecios, Angulares de la escápula, Escalenos, Esternocleidomastoideos, Pectoral menor⁵⁴ y Serrato menor posterosuperior⁵⁵.

Estiramientos. Muy usados en la actualidad, también con aplicación de crioterapia, por su efecto antiálgico y antiespasmódico, sobre todo para las afectaciones del tejido blando (por lo general musculatura paravertebral posterior), aunque no existe evidencia acerca de su eficacia¹.

Terapia electromagnética: Onda Corta, Microonda y Ultrasonido. De uso habitual en la práctica clínica aunque, una vez más, de eficacia en sí no probada, aunque se han observado efectos beneficiosos frente a los tratados con collarín, reposo y analgesia^{1,6,23}.

Fase de cronicidad

Laserterapia. Con escasa evidencia a su favor¹.

Tracción cervical. No debe aplicarse hasta los cinco meses, por el riesgo de aparición de signos vegetativos. Existe controversia¹ en las investigaciones, algunos no muestran efecto beneficioso, otros obtuvieron resultados dudosos y un estudio de Swezey y Warner⁵⁶ mostró una mejoría del 100% en pacientes grado I y una mejoría del 44% en pacientes grado II mediante la tracción aislada en sesiones de 5 minutos, dos veces al día.

Como hemos visto, la eficacia individual de cada tratamiento no está probada, aunque sí se ha demostrado que los pacientes que reciben tratamiento de fisioterapia evolucionan mejor y en menor tiempo que los que realizan reposo y tratamiento inmovilizador con collarín y/o farmacoterápico^{1,14,51} pero, dado el alto índice de cronificación, la prolongación de la curación y la poca evidencia científica en que se basan, la tendencia actual lo enfoca hacia la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva^{1,20,21,23}.

INTRODUCCIÓN AL TRATAMIENTO PROPIOCEPTIVO

Cuando tiene lugar una alteración propioceptiva de causa traumática como el latigazo cervical, se genera una limitación al movimiento, con pérdida segmentaria de la capacidad funcional de ajuste mecánico y sensitivo. Tiene lugar una **desestructuración funcional con ruptura del movimiento integrado**^{5,17,34}, para cuya recuperación es necesaria una reeducación propioceptiva funcional que tiene lugar mediante el aprendizaje sensorio-motor, para lo cual se requieren dos condiciones fundamentales: Necesidad de desarrollar una nueva destreza y esfuerzo físico, que se conseguirán mediante el *aumento de la respuesta motora* a través de una estimulación sensitiva y mediante la *repeticón, por la cual se integra el patrón motor normal y se mejora la conducción sináptica*. Más allá, autores como Avedaño et al⁵⁷ creen más apropiado el término *reeducación sensitivo-perceptivo-motriz*, por considerar imposible la reeducación puramente propioceptiva pues, ciertamente, el bucle funcional Receptor-Sistema Nervioso Central (SNC)-Elector no está integrado únicamente por elementos propioceptivos.

Loudon et al²⁴ hacen referencia a Feeman, Dean y Hanham en su estudio pues, originariamente y aunque en una aplicación sobre los miembros inferiores (en concreto el tobillo), demostraron que la reeducación propioceptiva y entrenamiento de la coordinación tenían un efecto positivo en la restauración de la conciencia cinestésica tras la lesión.

Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP)

El término “*técnica de facilitación propioceptiva*” fue uno de los primeros referentes del actual método conocido como Facilitación Neuromuscular Propioceptiva, cuyo creador fue el Dr. Herman Kabat. El estudio del Método Kabat comenzó en la década de 1940, basado en los principios neurofisiológicos de los trabajos de Sherrington. Pero no fue hasta los 50 cuando surgió el método de la experimentación con sus pacientes, mediante la combinación de movimientos hasta obtener máxima resistencia y estiramiento como facilitadores de la respuesta de un músculo distal débil, por irradiación desde un músculo proximal mas fuerte sinergista, primero mediante *resistencia máxima, estabilización rítmica, inversión rápida, contracción-relajación, sostén y estiramiento* y, a partir de 1951, con la adición de *inversión lenta y sostén, y relajación y movimiento activo*, quedando cerrado el método desde entonces⁵⁸.

Definido como *conjunto de técnicas destinadas a promover que el paciente se mueva más y mejor, mediante la aceleración de la respuesta de sistema neuromuscular por medio de estímulos propioceptivos*, el método Kabat se basa, fundamentalmente, en

la potenciación de las vías sensoriales para facilitar las actividades neuromusculares mediante patrones de movimiento que evocan el comportamiento motor normal perdido o inhibido tras la lesión⁵⁸. Se trata de un método de refuerzo muscular, desarrollo y reeducación del Sistema Nervioso en el que los patrones de movimiento, dada su similitud fisiológica con el aprendizaje motor normal, facilitan la integración de los segmentos “desintegrados” en la funcionalidad global, mediante la realización del movimiento del mismo modo que se hace en las actividades motrices de la vida diaria⁵⁹. Por otra parte, otro pilar de la neuro programación motora es la capacidad de autoanálisis instantáneo de nuestro sistema nervioso por los mecanismos de *feedback*, que recoge, afina y aprende, trabajando con la información obtenida tras la realización del movimiento para ajustar movimientos futuros, y *feedforward*, que reajusta y adapta, mejorando la calidad del movimiento en curso, más rápido e improvisado, pues trabaja mientras se lleva a cabo el movimiento, mediante la comparación del programa motor previsto y lo que en realidad está sucediendo⁶⁰.

La facilitación neuromuscular propioceptiva produce una excitación en el sistema nervioso central, mediante estímulos tanto extero como interoceptivos, que disminuye la resistencia de las motoneuronas al paso del impulso, a la vez que mejora la conducción sináptica por la repetición de los estímulos facilitadores (*contracciones repetidas*), lo cual se traduce en acto motor tras su integración, análisis y procesamiento⁵⁹. Considera la sensibilidad condición fundamental para el aprendizaje motor, basándose también en la **plasticidad del sistema nervioso**, incrementada tras la lesión, para mejorar la funcionalidad durante la recuperación⁵⁷.

Los movimientos se desarrollan “en masa”, pues son estos los que realizamos en la actividad motora normal, como resultado de una combinación óptima y coordinada del trabajo en conjunto de diferentes grupos musculares. Por ello también son de carácter espiral y diagonal, en torno a un pivote proximal estabilizador del sincronismo normal. Los patones van dos a dos y son antagónicos entre sí, en las diagonales del espacio correspondientes a su pivote. En las extremidades la flexo-extensión va asociada a abducción aducción y rotación externa rotación interna, pero en el tronco y columna cervical la flexo-extensión va asociada a la latero-flexión y rotación^{58,59,61}.

Para que el tratamiento de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva sea correcto debe constar tanto de procedimientos básicos, por los que se cumplirán los principios de la facilitación neuromuscular propioceptiva, como de técnicas específicas (*variaciones de las contracciones y distribución de la resistencia máxima*), que personalizan y adecuan el tratamiento a la patología concreta del paciente⁵⁸.

Procedimientos básicos^{58,59,61} :

Resistencia máxima (en relación con el principio de desbordamiento) y *manual*: Adaptada a las capacidades del paciente. Kabat demostró que la resistencia manual era la más efectiva.

Reflejos tónicos posturales: Reflejo tónico simétrico, reflejo tónico asimétrico, reflejo de equilibración, reflejo de estabilización, reflejo tónico laberíntico y principio de conjugación de reflejos, para facilitar el movimiento. El método Kabat presta mayor atención a los procesos facilitadores para conseguir el movimiento coordinado y eficaz.

Sincronismo normal, disto-proximal, que da lugar al movimiento natural. La contracción muscular se inicia desde el punto más distal, al igual que en el desarrollo del aprendizaje motor normal y la coordinación.

Principio de desbordamiento. A medida que aumenta la resistencia, también aumenta el reclutamiento muscular sinérgico, por irradiación. Está ligado a las contracciones repetidas. Tanto la fuerza como el equilibrio comienzan a trabajarse desde los segmentos proximales hasta los distales, pues el control del sector proximal es clave en el principio de irradiación o de desbordamiento de energía. Cuello y tronco deben trabajarse siempre en primer lugar, pues sus receptores o atroquinéticos están activos tanto en reposo como en movimiento, recibiendo información sensorial de los segmentos distales de forma continua.

Inducción sucesiva, por la inervación recíproca de Sherrington.

Contracciones repetidas. La primera respuesta motora frente a cualquier estímulo no es la más efectiva. El dominio del movimiento coordinado se consigue mediante la repetición del mismo hasta conseguir la adaptación y precisión de forma que, con el menor gasto energético posible, sea capaz de rendir al más alto nivel según sus capacidades. La capacidad contráctil aumenta a medida que se repite rítmicamente la contracción, dado el gran número de estímulos que emite el asta anterior medular, por la facilitación de la actividad neuronal en la placa motora y fibras musculares. Pero esto tiene lugar hasta un pico a partir del cual se produce fatiga, por lo que Kabat postulaba que la repetición debería ser con resistencia máxima, pero no un gran número de veces.

Máximo estiramiento, por eso se emplean patrones diagonales y espirales, ya que evitan la atrofia al explotar la capacidad de elongación-contracción muscular, a la vez que integran la interacción agonista-antagonista. Iniciar el patrón en los extremos del recorrido articular estimula los receptores atroquinéticos de la cápsula, huso muscular y aparato tendinoso de Golgi, poco adaptables en estos rangos, por lo cual, si se realiza un pre-estiramiento brusco y de poca amplitud en este punto (inervación gamma) tiene lugar un reflejo de contracción en la musculatura estirada que imprime mayor velocidad al movimiento.

Técnicas específicas ^{58, 59, 61} :

Iniciación rítmica. Muestra visual y, posteriormente, muestra pasiva del patrón que se va a reeducar, seguido de aprendizaje activo del mismo.

Contracciones repetidas. Repetición del patrón que favorece al agonista debilitado varias veces, iniciándose con una postura fácil, se va describiendo con contracciones isotónicas y se refuerza con contracciones isométricas en los recorridos más debilitados.

Relajación de antagonistas. Se basa en la inervación recíproca de Sherrington. Está indicada en los casos en que el antagonista limita el movimiento del grupo agonista, y sus variantes son: *Sostén-relajación*, para dolor con limitación al movimiento, *Contracción-relajación*, que guarda cierta similitud con el estiramiento postisométrico e *Inversión lenta, sostén-relajación*.

Inversión de antagonistas. Se trata de un mecanismo de refuerzo de la contracción del grupo agonista, y sus variantes son: *Estabilización rítmica* (contracciones isométricas de grupo agonista y antagonista en los puntos del recorrido donde exista mayor debilidad), *Inversión lenta* (útil en debilidad, atrofia e hipotonía, pues aumenta el tono muscular, con resistencia máxima), *Inversión lenta y sostén* (contracción isométrica al final de cada contracción isotónica de agonistas y antagonistas) e *Inversión rápida* (similar a la inversión lenta, pero con resistencia submáxima durante el recorrido y contracción isométrica al finalizar la contracción agonista).

Las técnicas específicas y el principio de desbordamiento permiten la adaptación de la técnica según las capacidades residuales y de recuperación del individuo.

Los objetivos de la reeducación propioceptiva son restaurar la función propioceptiva tras una alteración del sistema (desafereenciación o inhibición) y prevenir nuevas lesiones^{58,59,61}. Ya que no hay ningún método específico de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva, excepto el descrito por Kabat, nos basaremos en las pruebas de diagnóstico para realizar la propuesta reeducativa en las fases iniciales del tratamiento, puesto que miden parámetros lesionales de forma objetiva, permitiendo así dividir el tratamiento en fases, para la adaptación del mismo a las necesidades específicas del paciente.

Como se ha visto^{7,16,24,,34,43,44,45,46,47,48}, existe lesión de las vías aferentes sensitivas, lo cual conduce al uso de vías antidrómicas en el inicio de la reeducación, hasta que las vías aferentes estén integradas de nuevo. De igual la forma, aunque se ha comprobado⁶² que proporciona más información la vía propioceptiva que la laberíntica, podemos servirnos de esta última como facilitación en la reeducación.

Tiene una gran importancia la anamnesis y exploración pre-tratamiento¹⁴ para conocer las habilidades que tenía el paciente antes de la lesión y que ahora están limitadas, y determinar así los patrones de movimiento que su sistema nervioso dominaba mejor para comenzar por ellos el tratamiento y que, posteriormente, puedan irradiar la restauración a los segmentos debilitados⁵⁹.

CABEZA, CUELLO Y TRONCO

Ideas previas

- La estabilidad de cuello y cabeza son de vital importancia en la realización de las actividades de la vida diaria^{59,61}.
- La resistencia al movimiento de la cabeza irradia la fuerza muscular hacia la parte superior del tronco^{58,61}.
- El movimiento armónico de cabeza y cuello es guía del movimiento del tronco superior, pues son complementarios, por lo que, en la fase final del tratamiento, también se debe trabajar la integración con respecto a tronco y miembros superiores^{58,61}.

El movimiento en el patrón

Se integrará por tres componentes: Flexión o extensión, inclinación lateral y rotación, en dos segmentos: Columna cervical superior o segmento distal (C1 – C3) y columna cervical inferior y torácica superior o segmento proximal (C4 – T6), y el movimiento en todo el recorrido será guiado y reforzado por la dirección de la mirada⁶¹. En el caso de la columna cervical, los patrones de movimiento tienen los componentes de flexo-extensión e inclinación lateral como principales y el componente de rotación como secundario, partiendo del máximo estiramiento del grupo agonista y yendo hasta el máximo acortamiento del mismo, con la gravedad como estímulo facilitador o inhibidor del movimiento^{58,61}. La suma de los componentes principales y secundarios integra el movimiento armónico, junto con la velocidad e intensidad uniformes⁵⁸.

Asimismo, es importante para reforzar el patrón el movimiento de la mandíbula, pues asocia el movimiento de la cabeza con el del cuello de la siguiente forma: la apertura de la boca y la flexión del segmento superior se refuerzan mutuamente al igual que lo hacen el cierre de boca y la extensión de dicho segmento⁶¹.

Presas

Una presa sobre la barbilla controla la flexo-extensión superior y la rotación, aplicando la resistencia a lo largo de la rama mandibular, tan centrada como sea posible, para evitar la sobrecarga de una de las articulaciones temporomandibulares. La otra, sobre la cabeza, controla las tres componentes del movimiento, un poco descentrada hacia el lado de la inclinación lateral y con los dedos apuntando en el sentido del movimiento del patrón⁶¹.

Resistencia

Ha de ser máxima, pero siempre dentro de las posibilidades del paciente, sin que le produzca dolor o tensión, y debe estar acompañada de tracción en la resistencia de la flexión y coaptación en la resistencia de la extensión. Se trabaja de forma máxima en el rango articular intermedio, no en los de máxima amplitud.^{58,59,61}

Parámetros de progresión

Se basan en la calidad de ejecución de cada ejercicio y son:

Posición del paciente^{59,61}. De ella depende directamente el control del movimiento, pues esta repercute sobre la fuerza muscular máxima (1% de la variación articular supone un 10% de la variación de la contracción máxima voluntaria).

Se recomienda comenzar a tratar desde la *sedestación*, por ser ésta una posición funcional, estable y cómoda, que evita la carga total del peso cefálico en contra de la gravedad. El *decúbito lateral* elimina la resistencia que ofrece la gravedad en extensores y flexores, y es una posición idónea para comenzar a trabajar el volteo. Para el refuerzo de la musculatura extensora, o comienzo de la facilitación en flexores, el paciente debe colocarse en *decúbito prono* apoyado sobre sus codos para aprovechar la acción en contra o a favor de la gravedad. Para el entrenamiento del volteo y el paso a sedestación,

trabajamos desde el *decúbito supino*, mediante los patrones de flexión, en contra de la gravedad. También cabe la opción de trabajar finalmente en *bipedestación*, para lo cual han de incluirse en los patrones de movimiento las resistencias en cintura escapular y pélvica, con resistencia suave en el cuello.

En todo momento se deben evitar posiciones que cursen con dolor o provoquen incomodidad al paciente, pues bloquean el aprendizaje^{58,59,60,61}. Asimismo, es importante que el paciente esté concentrado, para así mejorar la capacidad de reacción⁵⁹.

Superficie de apoyo⁵⁷. En estadios iniciales se emplean planos estables (superficies duras), tanto llanos como inclinados, para pasar en fases más avanzadas al empleo de planos inestables tanto unidireccionales (p.e. Monopatín) como multidireccionales (p.e. Plato de Böhler) y superficies blandas (p.e. colchoneta).

Estímulos y parámetros de estimulación⁵⁷. La dificultad en el aprendizaje aumenta a medida que se retiran referencias visuales y verbales, se van eliminando las reiteraciones, se incrementa la velocidad de ejecución, se aumenta la amplitud de las oscilaciones y desestabilizaciones así como su intensidad y frecuencia, se emplean brazos de palanca más largos, se suprime la estimulación exteroceptiva coadyuvante, se dan estímulos múltiples, antagónicos, alternantes y se reducen los periodos de descanso entre ejercicios.

PROPUESTA DE TRATAMIENTO PROPIOCEPTIVO

FASE INICIAL: Reposicionamiento y reeducación de la carga

Es la más sencilla, y en ella serán tratados los receptores superficiales (aferecias sensitivas) y profundos (captore de la presión).

1. Huída de estímulos táctiles⁵⁷, en todos los planos del espacio, para el trabajo de los receptores superficiales de la sensibilidad. Puesto que los receptores táctiles son muy acomodables, realizaremos su estimulación de forma rápida, variada y constante, empleando técnicas como el *effleurage*, pequeñas vibraciones superficiales o deslizamiento de una pelota de tenis, golf, ping-pong, etc., a libre elección del terapeuta según los fines que busque y su imaginación.

2. Reconocimiento de presiones⁵⁷. Consiste en reconocer una presión aplicada sobre cualquier punto de la cabeza que, posteriormente, se hará dinámica. El paciente ha de procurar mantenerla mediante huidas del estímulo, si la presión aumenta, o seguimiento del mismo si la presión disminuye. Se realiza con los ojos cerrados y se emplea para el trabajo tanto de los receptores profundos de la presión como de los superficiales de la sensibilidad. Aplicadas directamente sobre el raquis cervical, inducen a la toma de conciencia de la curvatura lordótica correcta Vs la frecuente rectificación que presentan estos pacientes por la tensión muscular.

3. Reposicionamiento de la cabeza frente a desestabilizaciones en todos los planos del espacio, para el trabajo de los receptores superficiales de la sensibilidad y profundos de la presión, al igual que en el ejercicio anterior. Está basado en los estudios de Loudon et al²⁴, y permite valorar y controlar el progreso mediante la medición de los ángulos articulares a través de un mecanismo adaptado a la cabeza, del cual se toman referencias de posición con respecto a los tres planos del espacio. El movimiento en los planos sagital y frontal se mide con un goniómetro gravitatorio, mientras que el movimiento transversal se mide con un goniómetro de compás y una placa magnética colocada sobre los hombros. En otros estudios, observaron que el reposicionamiento era más preciso tras cinco semanas de tratamiento.

Esta técnica es útil y precisa en los estudios pero, en cierto modo, algo utópica en la práctica clínica dado el elevado coste de los medios empleados y el tiempo de preparación y medición que requieren. Por ello, una posible adaptación al tratamiento fisioterápico consistiría en posicionar al paciente frente a una pizarra y fijar un punto diana que, mediante la proyección del haz de luz de un puntero láser fijado a su cabeza, debe mantenerse equilibrado frente a las desestabilizaciones que le sean aplicadas.

4. Introducción a la noción de superficie y adaptación a las fuerzas de reacción que esta produce, para el trabajo de los receptores profundos. Basado en los estudios de Hinoki y Ushio⁴⁵ y Hoyos et al⁶³, este ejercicio es introductorio a la integración de toda la columna vertebral en el conjunto global del cuerpo, pues la noción de superficie y respuesta equilibradoras vendrán dadas por los miembros inferiores y todos los estabilizadores de tronco y columna vertebral. Se trata de un análisis funcional y medible del equilibrio, que se realiza mediante la localización del centro de gravedad, simetría en el reparto de cargas, reacciones de equilibrio y balance para el mantenimiento postural, superficie de apoyo y amplitud de la base de sustentación y

repetitividad del gesto equilibrador. En él se valora tanto el sistema propioceptivo como la oculo-motricidad y sistema vestibular y puede, a su vez, dividirse en dos fases:

4.1. *Reeducación del control y habilidad (Fig. 5)*. Se evalúa y trabaja el control rítmico direccional (antero-posterior y medio-lateral) y los límites de estabilidad en ocho direcciones del espacio de forma independiente, mediante el seguimiento de los desplazamientos del centro de gravedad a través de una diana que representa sus desplazamientos en el plano, reflejando los movimientos equilibradores del paciente en ordenador (software NedSVE/IBV⁶³).

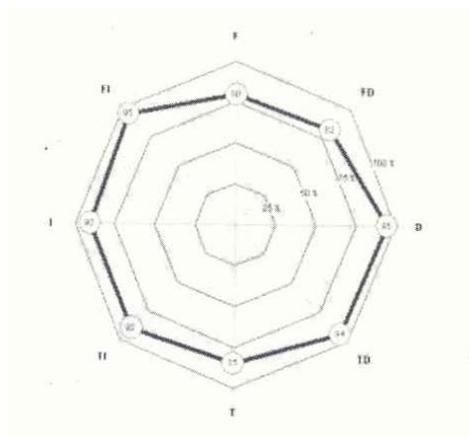


Fig. 5. Representación gráfica de las puntuaciones obtenidas en cada una de las direcciones de los límites de estabilidad en el sistema de valoración del equilibrio NedSVE/IBV por un paciente con Síndrome del Latigazo Cervical⁶³

4.2. *Reeducación de la sensibilidad dinámica*. Se evalúa y trabaja mediante posturografía sobre la plataforma dinamométrica, con una duración de 30 segundos cada prueba, y realizadas en el siguiente orden:

1. Romberg con ojos abiertos (ROA), con la mirada al frente.
2. Romberg con ojos cerrados (ROC).
3. Romberg con ojos abiertos en superficie blanda (RAB).
4. Romberg con ojos cerrados en superficie blanda (RCB).

Se trata de un mecanismo de *biofeedback*, puesto que los resultados están computerizados y el paciente puede ver sus errores durante la progresión del ejercicio, para realizar las correcciones pertinentes en cada momento. De forma muy similar o ligeramente modificada con respecto al ejercicio 3, en la práctica clínica, el feedback se llevará a cabo mediante las instrucciones que el fisioterapeuta transmite al paciente a viva voz.

5. Introducción a Kabat. Si el paciente no presenta dolor que se lo impida, en sedestación se puede comenzar a trabajar en **iniciación rítmica activo-asistida** los **patrones de Kabat para cabeza y cuello**, de forma suave y sin alcanzar los límites del recorrido articular, como preparación al posterior tratamiento con dicho método de manera más intensiva y específica. La estimulación de la musculatura paravertebral, si se encuentra muy debilitada, se realizará inicialmente por irradiación desde los miembros superiores. Una vez preparada dicha musculatura, se trabajará la estabilidad cervico-cefálica cuando la cabeza se acerque al rango de movimiento del eje central de

la columna, mediante **estabilización rítmica** por co-contracción isométrica de agonistas y antagonistas^{58,59,61}.

FASE INTERMEDIA: Trabajo dinámico de la carga

1. Mantenimiento del equilibrio frente a las desestabilizaciones⁵⁷. Con la mirada al frente, se inician desestabilizaciones con un brazo de palanca corto, primero en plano duro y finalmente en plano blando, más inestable. Pidiéndole que resista el movimiento se están solicitando contracciones isométricas. Una retirada suave del estímulo prepara la musculatura estabilizadora de los pivotes proximales mientras que una retirada brusca mejora la velocidad de las reacciones de equilibrio y balance y la coordinación agonista-antagonista, por lo cual se incrementa la capacidad de adaptación frente a los desequilibrios. Finalmente, las desestabilizaciones se realizan con brazo de palanca largo, pudiéndose lanzar objetos como variante, en cuyo caso se dirigirá la mirada al objeto.

2. Human body equilibration⁶⁴. Trabaja la reeducación neuromotriz mediante feedback en tres niveles de tratamiento: *Discovery*, *Intermediate* y *Advanced*. El feedback se produce por interacción del paciente con el *Human Body Equilibrator* mediante los brazos ergonómicos, que poseen *sensores de empuje o tracción*, acciones que se le solicitarán en mayor o menor medida durante los desequilibrios; *captoreos podales de presión* en la plataforma; *diana luminosa* a la altura de los ojos, que registra y muestra el grado de fuerza que realiza en cada desequilibrio, tanto en miembros superiores como en miembros inferiores, para que pueda modificarla en caso de exceso o defecto (en cada programa existe un índice de coordinación que permite un margen de error para dar tiempo a la corrección y que regula, a su vez, la intensidad y dificultad).

Las sesiones deben tener unos 30 min de duración, durante los cuales la plataforma somete al paciente a continuos desequilibrios, trabajando la resistencia de forma isométrica, al no poder variar la posición de brazos y piernas, y a la vez dinámica, mediante la variación constante del centro de gravedad. Refuerza la musculatura profunda estabilizadora del raquis, de caudal a craneal, el equilibrio, la propiocepción, la coordinación y la postura. En el caso de afectación de la columna cervical, el agarre de los brazos debe ser bajo (tan inferior como la postura fisiológica lo permita), con triple flexión de miembros inferiores y desplazamiento del centro de gravedad hacia posterior.

Efectos: elevación de la frecuencia cardiaca y tensión arterial al iniciar el ejercicio, aumento de la fuerza muscular máxima y de la capacidad viscoelástica del tejido y mejora de la coordinación (a medida que esto se produce, el gasto energético es menor). *La fuerza estabilizadora global de la columna vertebral mejora en un 15% y la coordinación en un 30% a partir de octava sesión.*

Una vez más, de cara al enfoque clínico en la práctica, se puede realizar una adaptación produciendo el feedback por interacción del paciente con dos fisioterapeutas: Uno de ellos le tomará de las manos, actuando a modo de “brazos ergonómicos” al percibir el empuje o tracción que realiza, y otro desestabilizará el plano (preferiblemente plato de Böhler) y controlará la posición de los miembros inferiores.

Mientras el ejercicio se lleva a cabo, ambos le van corrigiendo a viva voz las posiciones equilibradas erróneas que adopta.

3. Whole body vibration (WBV)⁶⁵. El método fue introducido por Najarov en 1980, en la Unión Soviética, como alternativa para mejorar el entrenamiento de la fuerza y flexibilidad muscular, con el fin de evitar el estrés físico que este produce, observando que mejoraba la fuerza y flexibilidad sin que se produjera acortamiento de la musculatura, a la vez de proporcionar un gran efecto mio-relajante.

La terapéutica se basa en las contracciones musculares reflejas que provocan las vibraciones mecánicas, circunscritas a determinados músculos según se varíe su frecuencia y amplitud, así como la posición del paciente. Tiene efecto sobre los tendones, músculos, tejido conectivo, cápsulas articulares y ligamentos, cartílago y tejido óseo.

Los parámetros condicionantes del efecto de la vibración son:

1. *Dirección (vertical u oscilante)*: en el trabajo de miembros inferiores se emplean vibraciones oscilantes pero, en el caso de la columna, tronco y miembros superiores se utilizan las verticales, pues el movimiento vibratorio se transmite mejor. Es importante que el paciente se posicione adecuadamente para que la vibración no se transmita en bloque por el cuerpo de forma incontrolada: triple flexión de miembros inferiores, rodillas y caderas en semiflexión (45° aproximadamente), con flexión plantar de tobillo y de puntillas (para evitar el estrés en el tendón de Aquiles), con los pies paralelos y en proyección a caderas y hombros, espalda recta, mirada al frente y agarrado a la barra frontal. Para trabajar de forma específica sobre la columna cervical, realizar un agarre inferior y desplazar el centro de gravedad hacia posterior.

2. *Amplitud o intensidad*: 1.10mm.

3. *Frecuencia vibratoria*: 15-60Hz.

15-20 HZ para la estimulación de fibras lentas (tono y coordinación) con vibración oscilante y amplitud mayor, para trabajar la resistencia mediante el aumento de la fuerza isométrica en descarga; y 20-60HZ para la estimulación de fibras musculares rápidas, con vibración vertical y amplitud menor, trabajando así la fuerza dinámica y explosiva. La plataforma comienza a vibrar suavemente, a baja frecuencia, hasta alcanzar los parámetros terapéuticos.

4. *Aceleración*: Es proporcional al peso del individuo. Cada periodo vibratorio dura aproximadamente 30s, y alterna con periodos de descanso, durante 8-10 min.

Efectos de la WBV que favorecen la recuperación:

Activación de las fibras musculares IIa y IIb, con un gran reclutamiento de fibras motoras, por lo que mejora la calidad dinámica del tejido con un gran ahorro energético. *Mejora de la coordinación de la unidad neuromotora sinérgica, el tono muscular y la capacidad de elongación* por lo que favorece la preparación a la facilitación neuromuscular propioceptiva.

A nivel hormonal: Aumenta la concentración de la Hormona del Crecimiento, que favorece el proceso de regeneración, y la de la Neurotrofina, que favorece la plasticidad del sistema nervioso, mientras que el Cortisol disminuye, induciendo la relajación.

Está contraindicado en procesos artríticos y artrósicos avanzados, así como en osteoporosis avanzada.

4. FNP: Sostén-Relajación inicialmente, para trabajar el dolor que produce limitación al movimiento, y así poder mejorar después la atrofia y la hipotonía en el rango de articular más amplio posible mediante **inversión lenta**. Posteriormente se realizarán **contracciones repetidas** para favorecer el grupo agonista debilitado desde una posición inicial fácil y cómoda para el paciente, trabajando el recorrido con contracciones isotónicas y realizando **estabilizaciones rítmicas** en los puntos más debilitados.

FASE FINAL: Refuerzo y perfeccionamiento

Antes de detallar su descripción, cabe mencionar que es una fase que no siempre se lleva a cabo en la práctica clínica pues, por lo general, ya no existe dolor y el paciente abandona el tratamiento creyendo que, por ello, la lesión ha revertido.

Como se ha visto anteriormente, la posición del paciente se elegirá en función del grupo muscular y rango articular más afectado, según sus necesidades, con la diferencia de que ya no emplearemos la sedestación sino otras posturas que impliquen un mayor compromiso antigravitatorio de la musculatura en adición a la resistencia, que ahora será máxima en todo el recorrido (excepto si presenta dolor en algún momento del mismo y en los últimos grados de moción articular).

Puesto que se trata de una fase de refuerzo y perfeccionamiento de lo anteriormente “reintegrado”, el trabajo en los diferentes patrones será mucho más exigente, combinando técnicas específicas de menor a mayor intensidad^{58, 58,61}:

Inversión lenta con resistencia máxima.

Inversión lenta con resistencia máxima y sostén, para reforzar el pivote proximal en los últimos grados de movimiento mediante contracción isométrica al final de cada contracción isotónica de agonistas y antagonistas.

Inversión rápida con resistencia submáxima durante el recorrido y ***sostén con resistencia máxima*** al finalizar la contracción de agonistas y antagonistas en cada recorrido.

Las diagonales^{58,61} y los músculos que intervienen, según Kendall y McCreary⁶⁶:

- Flexión con inclinación lateral derecha y rotación derecha.
- Extensión con inclinación lateral izquierda y rotación izquierda.
- Flexión con inclinación lateral izquierda y rotación izquierda.
- Extensión con inclinación lateral derecha y rotación derecha.

- Flexión con inclinación y rotación a la derecha:

Rotadores: Esternocleidomastoideo izquierdo, Recto lateral izquierdo, Recto anterior mayor derecho y Recto anterior menor derecho.

Depresores mandibulares: Infrahioideo y Suprahioideo derechos y Platisma tendinoso del cuello.

Flexión Occipito-Atloidea: Esternocleidomastoideo derecho, Recto anterior mayor derecho y Recto anterior menor derecho.

Flexión Cervical: Esternocleidomastoideos, Escalenos (principalmente el derecho), Recto anterior mayor y Largo del cuello.

- Extensión con inclinación y rotación a la izquierda.

Rotadores: Oblicuos superior e inferior izquierdos, Trapecio superior derecho.

Elevadores maxilares inferiores y extensión Occipito-atloidea: Oblicuo inferior, Rectos mayor y menor de la cabeza, Semiespinoso dorsal y Esplenio de la cabeza.

Extensión Cervical: *Lado izquierdo:* Semiespinoso dorsal, Largo de la cabeza, Largo del cuello, Iliocostal cervical, Esplenio dorsal del cuello, porción superior Trapecio, Interespinosos e Intertransversos. *Lado derecho:* Semiespinoso cervical y Multífido.

(Para la otra diagonal, la musculatura actora es la homóloga del lado contralateral a la descrita).

En caso de desbalance muscular, debemos trabajar la irradiación favoreciendo al hemigrupo más debilitado desde el fortalecimiento del grupo más fuerte^{59,61}.

Un patrón de cabeza y cuello se continúa con su homólogo de tronco superior y viceversa, mediante la línea media del tronco⁵⁹ (Fig. 6 y 7). La irradiación de la flexión y extensión de cuello facilita la flexión y extensión del tronco, respectivamente, mientras que la rotación del cuello es facilitadora de la inclinación lateral del tronco⁶¹. En base a esto y como periodo final de la reeducación propioceptiva, se pueden integrar en los patrones de cabeza y cuello a columna dorsal alta y los miembros superiores, trabajando de igual modo las técnicas específicas anteriormente citadas^{58,59,621}. Inicialmente se parte desde la sedestación para finalizar en bipedestación, en la que se puede variar la posición de miembros inferiores y la base de sustentación, realizando una toma cefálica en todo momento y otra en escápula o en una zona proximal del miembro superior para la integración de la columna dorsal alta, o en la zona más distal del miembro superior, en caso de que se requiera la integración de este último⁶¹. Cabe recordar que, en todo momento, los movimientos deben producirse armoniosamente durante todo el recorrido del patrón.

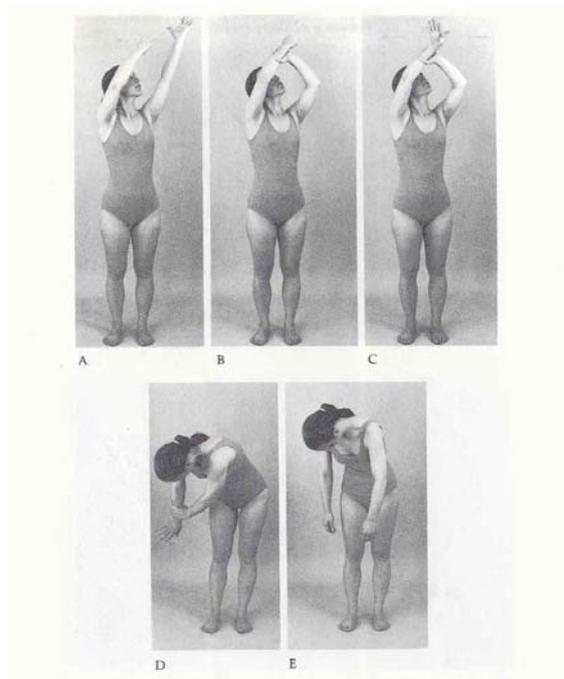


Fig. 6. Trabajo de cabeza, cuello y tronco mediante la flexión y la acción de “hachar leña” ⁵⁸.

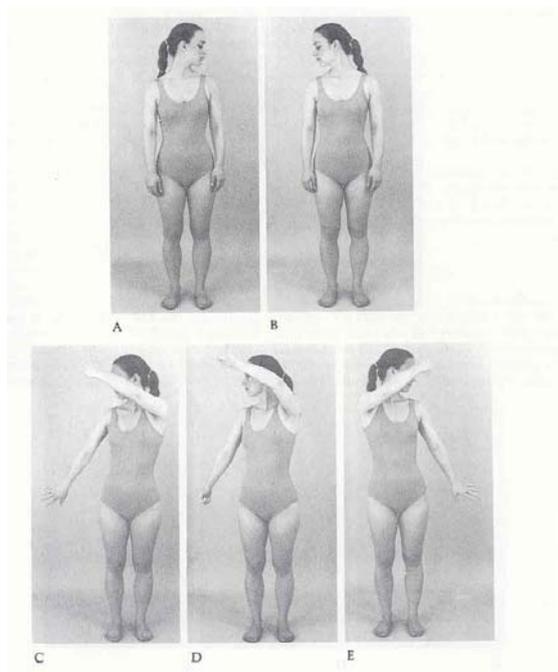


Fig. 7. Trabajo de miembros superiores y cabeza mediante patrones de rotación. Obsérvese la disociación de los brazos durante el ejercicio ⁵⁸.

También es importante recalcar que, según la filosofía del método Kabat, el tratamiento debería ser iniciado desde las partes “más fuertes” del cuerpo, que no tuvieran dolor, como los miembros inferiores, la pelvis o el tronco inferior y, a medida que remitiera el periodo agudo, introducir la cintura escapular y los miembros superiores para que fortalecieran por irradiación el cuello, hasta que estuviera preparado para ser tratado de forma directa⁶¹. De igual modo, primero ha de tratarse el acortamiento para conseguir un recorrido máximo y así poder integrar posteriormente el grupo muscular afecto en el recorrido más amplio posible, para que el movimiento sea plenamente funcional⁵⁸. Puesto que la inhibición es un componente primario del movimiento coordinado, en los casos de acortamiento e hipertonicidad, Kabat utiliza la crioterapia, electroterapia y vibraciones de forma coadyuvante⁵⁸.

CONCLUSIONES

Aunque existen numerosos estudios que demuestran la existencia de alteración propioceptiva tras el latigazo cervical y todo apunta a que un tratamiento facilitador neuromuscular propioceptivo favorecería la evolución de la recuperación, no se pueden sacar conclusiones certeras acerca de la efectividad del mismo porque no se ha hallado evidencia. Por ahora, los estudios son insuficientes e inespecíficos en cuanto a tratamiento se refiere, por lo que sólo se puede lanzar una propuesta de tratamiento basada en la bibliografía.

Se necesita una mayor investigación para poder comprender los mecanismos que, hasta ahora, han pasado desapercibidos y que son causa que graves alteraciones funcionales incluso en individuos asintomáticos, en vez de focalizar la patología al cuello, para crear un mayor abanico de posibilidades de tratamiento.

Desde muchos de los estudios revisados se hace un llamamiento al ámbito de la Fisioterapia acerca de la necesidad de un tratamiento propioceptivo, pero todavía no se han realizado propuestas o hipótesis de planteamiento acerca del mismo. Por ello, es fundamental tomar conciencia del creciente problema, e investigar para valorar la importancia y alcance de la lesión, así como el tratamiento propioceptivo post-latigazo cervical verdaderamente eficaz y curativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Carnero J, Fernández de la Peñas C, Palomeque del Cerro L: *Efectividad del tratamiento fisioterápico en las lesiones por aceleración-deceleración del raquis cervical*. Fisioterapia 2002; 24 (4):206-213.
2. Rodríguez Fernández AL: *Fractura de la apófisis odontoides en un latigazo cervical: a propósito de un caso*. Fisioterapia 2001; 23(2):77-88.
3. Ferrari R, Lang C: *A cross-cultural comparison between Canada and Germany of symptom expectation for whiplash injury*. J Spinal Disord Tech. 2005;18(1):92-7. (Abstract)
4. Kelders WP, Kleinrensink GJ, van der Geest JN, Schipper IB, Feenstra L, De Zeeuw CI, Frens MA: *The cervico-ocular reflex is increased in whiplash injury patients*. J Neurotrauma.2005; 22(1):133-7. (Abstract)
5. Rodríguez Fernández AL, Castillo de la Torre A: *Relación entre la biomecánica del latigazo cervical en colisiones traseras a baja velocidad y la aparición de lesiones: revisión de la literatura*. Rev Iberoam Fisioter Kinesiología 2004; 7 (2):99-106.
6. Conlin A, Bhogal S, Sequeira K, Teasell R: *Treatment of whiplash-associated disorders--part I: Non-invasive interventions*. Pain Res Manag. 2005;10(1):21-32. (Abstract)
7. Sterner Y, Gerdle B: *Acute and chronic whiplash disorders--a review*. J Rehabil Med. 2004; 36(5):193-209; quiz 210. (Abstract)
8. Siegmund GP, Heinrichs BE, Chimich DD, DeMarco AL, Brault JR: *The effect of collision pulse properties on seven proposed whiplash injury criteria*. Accid Anal Prev. 2005; 37(2):275-85. (Abstract)
9. Pujol A, Puig L, Mansilla J, Idiaquez I: *Síndrome del latigazo cervical: factores relevantes en el pronóstico médico-legal*. Med Clin 2003; 121:209-215.
10. Herreros R, Vázquez A, Diezhandino R: *Estudio epidemiológico sobre los accidentados de circulación y sus lesiones musculoesqueléticas*. Mapfre Medicina 1997; 8: 241-250.
11. Malt EA, Sundet K: *Whiplash injuries--a psychosomatic perspective*. Tidsskr Nor Laegeforen. 2002; 122(13):1291-5. (Abstract)
12. Silber JS, Hayes VM, Lipetz J, Vaccaro AR: *Whiplash: Fact of fiction?* J Orthop, 2005; 34 (1):23-8. (Abstract)
13. Ventegodt S, Merrick J, Andersen NJ, Bendix T: *A combination of gestalt therapy, Rosen Body Work, and Cranio Sacral therapy did not help in chronic whiplash-associated disorders (WAD)--results of a randomized clinical trial*. ScientificWorld Journal 2004; 4:1055-68. (Abstract)

14. Ortega Pérez A: *Revisión crítica sobre el síndrome del latigazo cervical (II): ¿Cuánto tiempo tardará en curar?* Cuadernos de Medicina Forense N° 34 Oct 2003.
15. Antonaci F, Bulgheroni M, Ghirmai S, Lanfranchi S, Dalla Toffola E, Sandrini G, Nappi G: *3D kinematic analysis and clinical evaluation of neck movements in patients with whiplash injury.* Cephalalgia. 2002; 22(7):533-42. (Abstract)
16. van Wilgen CP, Keizer D: *The sensitization model: A method to explain chronic pain to a patient.* Ned Tijdschr Geneeskd, 2004; 148 (51): 2535-8. (Abstract)
17. Cusick JF, Pintar FA, Yoganandan N: *Whiplash syndrome: Kinematic factors influencing pain patterns.* Spine 2001; 26(11):1252-8. (Abstract)
18. Osterbauer PJ, Long K, Ribaud TA, Peterman EA, Fuhr AW, Bigos SJ, Yamaguchi GT: *Three-dimensional head kinematics and cervical range of motion in the diagnosis of patients with neck trauma.* J Manipulative Physiol Ther 1996; 19 (4): 231-7. (Abstract)
19. Ashgar Rezasoltani: *Individual cervical muscle function in Biomechanical Studies: A review of the Literature.* J Phys Ther Sci 2001; 13: 139-143.
20. Seferiadis A, Rosenfeld M, Gunnarsson R: *A review of treatment interventions in whiplash-associated disorders.* Eur Spine J. 2004;13(5):387-97. (Abstract)
21. Verhagen AP, Scholten-Peeters GG, de Bie RA, Bierma-Zeinstra SM: *Conservative treatments for whiplash.* Cochrane Database Syst Rev. 2004;(1):CD003338.
22. El Fegoun AB, Staccini P, Gille O, de Peretti F; SOFCOT: *Delayed diagnosis of inferior cervical spine injury.* Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2004; 90(6):517-24.
23. Barnsley L, Lord S, Bogduk N: *Whiplash Injury. A clinical review.* Pain 1994; 58: 283-307.
24. Loudon JK, Ruhl M, Field E: *Ability to reproduce head position after Whiplash Injury.* Spine 1997; 22 (8): 865-868.
25. Kumar S, Ferrari R, Narayan Y: *Turning away from whiplash. An EMG study of head rotation in whiplash impact.* J Orthp Res 2005; 23(1):224-30.
26. Gun RT, Osti OL, O'Riordan A, Mpelasoka F, Eckerwall CG, Smyth JF: *Risk factors for prolonged disability after whiplash injury: a prospective study.* Spine 2005; 30(4):386-91. (Abstract)
27. Macnab I: *Acceleration injuries of the cervical spine.* J Bone Joint Surg 1964; 46-A:1797-1799.
28. Hoppenfeld S: *Neurología ortopédica.* México: Manual moderno 1981.

29. Bonelli A, Donati P, Maltoni G, Puglisi F, Norelli GA: *Neck motion evaluation after whiplash: a radiographic and kinematic protocol*. Ital J Anat Embryol. 2000;105(1):51-62. (Abstract)
30. Grauer JN, Panjabi MM, Cholewicki J, Nibu K, Dvorak J: *Whiplash produces an S-shaped curvature of the neck with hiperextension at lower levels*. Spine, 1997; 22: 2489-2494. (Abstract)
31. Fernández de las peñas C, Fernández Carnero J, Palomeque del Cerro L: *Biomecánica del síndrome del latigazo cervical y su analogía osteopática*. Fisioterapia 2004; 26 (4):211-9.
32. Fernández de las Peñas C, Palomeque del Cerro L, Fernández Carnero J: *Manual treatment of post-whiplash injury*. J. of Bodywork and Movement Therapies (en prensa)
33. Ferrari R, Russell AS, Carroll LJ, Cassidy JD: *A Re-Examination of the Whiplash-Associated Disorders (WAD) as a Systemic Illness*. Ann Rheum Dis. 2005 24; [Epub ahead of print] (Abstract)
34. Heikkilä HV, Wenngren B-I: *Cervicocephalic kinesthetic sensibility, active range of cervical motion, and oculomotor function in patients with whiplash injury*. Phys Med Rehabil 1998; 79:1089-94.
35. Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR, Cassidy JD, Duranceau J, Suissa S, Zeiss E: *Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: redefining "whiplash" and its management*. Spine. 1995 Apr 15;20(8 Suppl):1S-73S. (Abstract)
36. Scholten-Peeters GG, Verhagen AP, Neeleman-van der Steen CW, Hurkmans JC, Wams RW, Oostendorp RA: *Randomized clinical trial of conservative treatment for patients with whiplash-associated disorders: considerations for the design and dynamic treatment protocol*. J Manipulative Physiol Ther. 2003; 26(7):412-20.
37. Karlberg M, Magnusson M, Johansson R: *Effects of restrained cervical mobility on voluntary eye movements and postural control*. Acta Otolaryngol (Stockh 1991; 111:664-70)
38. Penning L: *Backward hypertranslation of the head: participation in the whiplash injury mechanism of the cervical spine?* Orthopade 1994; 23: 268-274. (Abstract)
39. Kazmierczak H, Pawlak-Osinska K, Kasprzak H: *The influence of the cervical proprioception on the postural reflexes- experimental and clinical study*-.Otolaryngol Pol. 2004; 58(4):839-42.
40. Kumar S, Ferrari R, Narayan Y: *Looking away from whiplash: effect of head rotation in rear impacts*. Spine 2005; 30(7):760-8. (Abstract)
41. Kumar S, Ferrari R, Narayan Y: *Cervical muscle response to head rotation in whiplash-type left lateral impacts*. Spine 2005; 30(5):536-41. (Abstract)
42. Siegmund GP, Sanderson DJ, Myers BS, Inglis JT: *Rapid neck muscle adaptation alters the head kinematics of aware and unaware subjects undergoing multiple whiplash-like perturbations*. J Biomech. 2003; 36(4):473-82. (Abstract)

43. Heikkila H, Astrom PG: *Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with whiplash injury*. Scand J Rehabil Med. 1996; 28(3):133-8
44. Bly NN, Sinnott PL: *Variations in balance and body sway in middle-aged adults*. Spine 1991; 16:325-30.
45. Hinoki M, Ushio N: *Lumbomuscular proprioceptive reflexes in body equilibrium*. Acta Otolaryngol Suppl. 1975; 330:197-210. (Abstract)
46. Johansson H, Sojka P: *Pathophysiological mechanisms involved in genesis and spread of muscular tension in occupational muscle pain and in chronic musculoskeletal pain syndromes: a hypothesis*. Med Hypotheses. 1991; 35(3):196-203. (Abstract)
47. Scott D, Jull G, Sterling M: *Widespread sensory hypersensitivity is a feature of chronic whiplash-associated disorder but not chronic idiopathic neck pain*. Clin J Pain. 2005; 21(2):175-81. (Abstract)
48. Eliav E, Gracely RH, Nahlieli O, Benoliel R: *Quantitative sensory testing in trigeminal nerve damage assessment*. J Orofac Pain. 2004 Fall;18(4):339-44. (Abstract)
49. Borchgrevink GE, Kaasa A, McDonagh D, Stiles TC, Haraldseth O, Lereim I.: *Acute treatment of whiplash neck sprain injuries. A randomized trial of treatment during the first 14 days after a car accident*. Spine. 1998; 23(1):25-31. (Abstract)
50. Sarig-Bahat H: *Evidence for exercise therapy in mechanical neck disorders*. Man Ther. 2003; 8(1):10-20. (Abstract)
51. Willis C, Niere KR, Hoving JL, Green S, O'Leary EF, Buchbinder: *Reproducibility and responsiveness of the Whiplash Disability Questionnaire*. Pain 2004; 110 (3): 681-8. (Abstract)
52. Hurwitz EL, Aker PD, Adams AH, Meeker WC, Shekelle PG: *Manipulation and mobilization of the cervical spine. A systematic review of the literature*. Spine. 1996; 21(15):1746-59; discussion 1759-60. (Abstract)
53. Haneline M, Triano J: *Cervical dissection. A comparison of highly dynamic mechanisms: Manipulation versus motor vehicle collision*. J Manipulative Physiol Ther. 2005; 28 (1):57-63. (Abstract)
54. Hong CZ, Simons DG: *Response to treatment for pectoralis minor miofascial pain syndrome after whiplash*. J Musculoskeletal Pain 1993; 5 4 (1):99-106.
55. A. L. Rodríguez Fernández, A. Castillo de la Torre, J. C. Zuñil Escobar, C. B. Martínez Cepa, J. L. Bartolomé Martín: *Síndrome escapulocostal tras un latigazo cervical: a propósito de dos casos*. Cuestiones de Fisioterapia-Fisioterapia Actual 2004; 25: 67-75.
56. SwezeyRL, Swezey AM, Warner K: *Efficacy of home cervical traction therapy*. Am J Phys Med Rehabil. 1999; 78 (1):30-2. (Abstract)

57. Avendaño Coy J, Ferri Morales A, López Molina M.^a I., Berenguer Pavón C: *Tratamiento de lumbalgias en el puerperio mediante reeducación sensitivo-perceptivo-motriz*. Fisioterapia 2000; 22 (2): 89 – 101.
58. Voss D. E, Ionta M. K, Myers B. J: *Facilitación Neuromuscular Propioceptiva. Patrones y técnicas*. Editorial Médica Panamericana. Madrid: 1996.
59. Torres Costoso AI, Basco López JA, Ferri Morales A, López Molina M^a I: *El método Kabat y la lesión medular espinal*. Fisioterapia, Monogr 2003; 1:2-11.
60. Bettina Paeth: *Experiencias con el Concepto Bobath. Fundamentos, tratamiento y casos*. Editorial Médica Panamericana. Madrid: 2001.
61. Adler SS, Beckers D, Buck M: *La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la Práctica*. 2^a Edición, Editorial Médica Panamericana. Madrid: 2002.
62. Taylor JL, Mc Closkey DI: *Proprioception in the neck*. Exp Brain Res 1988; 70:351-60.
63. Hoyos J.V., Montero, J., Belda, J.M., Brizuela, G., Sánchez-Lacuesta, J.: *Plataforma dinamométrica Dinascan-IBV*. Biomecánica. Cuadernos de información. Octubre, 1997: 21-26. (Instituto de Biomecánica de Valencia).
64. D. Jordi Arnau: *Huber: Innovación en el tratamiento y activación de la musculatura profunda de la columna*. Comunicación: X Jornadas Nacionales de Fisioterapia en el Deporte. Logroño 6 y 7 de Mayo de 2005.
- 65: D. José Jesús Aparici Marín. *Plataformas de vibración y recuperación funcional*. Comunicación: X Jornadas Nacionales de Fisioterapia en el Deporte. Logroño 6 y 7 de Mayo de 2005.
66. Kendall FP, McCreary EK: *Muscles, testing and function*. Williams and Wilkins, Baltimore, 1983.