

Article

Ejercicio Terapéutico en Patologías Cervicales

Prof. Víctor Segarra Núñez y Prof. Juan Ramón Heredia Elvar

IICEFS - Instituto Internacional Ciencias Ejercicio Físico y Salud

RESUMEN

En la actualidad son numerosas las personas que padecen o han padecido lesión o dolor en la columna cervical; siendo una de las lesiones más incapacitantes y una de las causas de lesión que más visitas tienen en los centros clínicos. Dichas personas pueden recibir numerosos tipos de tratamiento según su caso, sin embargo, el ejercicio terapéutico es uno de los grandes olvidados en su tratamiento tanto por profesionales clínicos de la salud como por profesionales del ejercicio, hecho que puede ser debido al desconocimiento en la patología en el caso de los profesionales del ejercicio o al desconocimiento del ejercicio en los profesionales clínicos de la salud. En el presente artículo nos referimos al whiplash como un ejemplo de una lesión característica de dolor cervical y abordamos también el dolor cervical en sí; los trastornos que produce el dolor cervical en el paciente, y una progresión lógica de ejercicios que, basados en la evidencia y en los trastornos que existen en el paciente, se deberán llevar a cabo tanto como ayuda durante el tratamiento de fisioterapia como para la prevención, una vez recuperado de la lesión, de futuras recidivas.

Palabras Clave: dolor, cervical, ejercicio, musculatura profunda

INTRODUCCIÓN

El dolor de cuello es una queja relativamente frecuente y afecta a alrededor del 70% de las personas en algún momento de sus vidas. Existen datos epidemiológicos a nivel internacional que sugieren que el 40% de la población sufrirá dolor de cuello en un año con una prevalencia puntual de entre el 10 y el 20% [1]

Ningún grupo de edad u ocupación parece inmune y el dolor de cuello es sólo superado por el dolor lumbar en los costes anuales de baja laboral [2] Por otra parte el dolor de cuello tiende a ser un desorden persistente y recurrente y hasta el 60% de las personas se puede esperar cierto grado de dolor continuo durante muchos años después de su primer episodio [3]. Estas estadísticas desafían a profesionales de la salud de todas las disciplinas para mejorar el valor de los programas de prevención y rehabilitación para los trastornos cervicales.

No obstante, en relación con un diagnóstico definitivo, la mayoría de las presentaciones de dolor de cuello no puede haber ningún consenso absoluto de la causa patoanatómica del dolor. Como resultado, se ha diagnosticado que el dolor de cuello se clasifica sólo como de origen idiopático (es decir, no existe una causa evidente aparente del dolor) o como resultado de un traumatismo, como el latigazo cervical o whiplash [4]. Los principales inconvenientes de estas categorizaciones genéricas son que asumen falsamente cierta homogeneidad dentro de cada categoría del dolor de cuello, no obstante, en este artículo se va a abordar la temática desde el Whiplash o Latigazo cervical como una patología traumática genérica que produce dolor, y el tratamiento de este dolor cervical, que puede o no ser causado por Whiplash o latigazo cervical, por medio de ejercicio físico.

Whiplash o latigazo cervical

En 1882, Erichsen acuñó los términos de “railway spine” y “railway brain” para referirse a un grupo de trastornos psiconeuróticos consecutivos a los accidentes por colisión y frenazos bruscos en tren, la sintomatología incluía cefaleas, mareos, reducción de la capacidad mental, reducción de la vitalidad, cambios de personalidad, etcétera. En la misma época, Page (1885) consideraba que la etiopatogenia del trastorno debía buscarse en un trastorno de base de personalidad de tipo histérico que precipitaría las manifestaciones sintomáticas [5].

En 1928, Harold Crowe definió el término Whiplash injury como aquel mecanismo de producción de lesiones cervicales como consecuencia de mecanismos bruscos de aceleración, donde la cabeza es movida sucesivamente produciendo una distensión del cuello, con lesión de los tejidos blandos del mismo debido a una colisión posterior entre dos vehículos[6], a pesar de ello, el término Whiplash no fue usado hasta 1945 de la mano de Davis, A.[7]. Durante mucho tiempo no ha habido consenso sobre la nomenclatura que definiera la patología de la forma más precisa, utilizando términos como latigazo cervical, lesión de aceleración-desaceleración, lesión por hiperextensión, etcétera; sin embargo todas ellas hacen referencia a golpes posteriores provocados por otro vehículo.

En 1995, la revista Spine publica las conclusiones de la Québec Task Force (QTF) sobre una encuesta nacional en Canadá relativa a la producción de lesiones por mecanismo de latigazo cervical en accidentes de tráfico[8]; a pesar de los errores metodológicos que presenta el estudio, es la primera publicación que hace un reflejo claro del estado epidemiológico global del latigazo cervical; al mismo tiempo es la primera publicación que aborda de forma sistemática los aspectos de definición del concepto de “trastornos asociados al latigazo cervical” (Whiplash associated disorders o WAD) [5].

La incidencia promedio de este tipo de lesión como consecuencia de accidentes de tráfico en los países occidentales está en torno a 1/1000 por año [9,10], aunque otros autores defienden que la incidencia media se encuentra entre 2-4 por cada 1000 habitantes/año [11]. Existen diferencias entre países en cuanto a la incidencia de la lesión, por ejemplo, en Nueva Zelanda la incidencia anual es de 13/100.000 habitantes y año [12]; en Suiza 44/100.000 habitantes y año [12]; 106 por cada 100.000 en Australia [13]; entre 188 y 325 por cada 100.000 habitantes año en los Países Bajos [14]; en EEUU en 1993 la incidencia fue de 3.8 por cada 1000 habitantes [11]; 70 casos por cada 100.000 habitantes en Québec en 1987 [8], en el año 2000 esa cifra se incrementó a 1,3 casos/1000 personas al año en la misma ciudad [15]. En España se encontró una incidencia de patología cervical del 35,7%, siendo el 84,2% de los afectados diagnosticados como lesión por aceleración-desaceleración [16].

En cuanto a su recuperación e incapacidad, en un estudio cohorte desarrollado en Australia se observó que sólo el 34% de los sujetos estuvieron libre de dolor y discapacidad a los tres meses [17] y esto aumentó sólo un 39% en 6 meses; otro estudio, también llevado a cabo en Australia tiene datos muy parecidos, obteniendo un 38% de personas sin dolor a los 6 meses [18]. Esta lesión puede llegar a ser invalidante si no se realiza un tratamiento correcto; se estima que entre el 30% y el 62% de los afectados en accidente de tráfico que acuden a un hospital presentan dolor agudo en el cuello y síntomas asociados (principalmente síntomas neurovegetativos); el 35% de los mismos presentan estos síntomas entre las 12-48 horas tras el accidente [19]. A los 3 meses existe una probabilidad de un tercio de que no exista el dolor inicial, un tercio de que siga el dolor aunque a menor intensidad y un tercio de que se mantenga o incremente el dolor [17], siendo este último el causante de la cronificación y el causante del mayor coste por latigazo cervical [8]. La prevalencia de incapacidad tras la colisión se estima entre el 2% y el 87% [20]. A pesar de que la mayor parte de estas lesiones suele ser por accidente de tráfico, también se puede producir en el ámbito deportivo [21].

El conocimiento de su incidencia en los distintos países es variable, en sus comparaciones regionales, nacionales e internacionales, no tanto en cuanto a su sustantividad real que, insistiendo en ello, es enorme, sino por la falta de una uniformidad en la recopilación de datos, la ausencia de criterios normalizados para establecer una información adecuada, un diagnóstico correcto o el mismo uso apropiado de la terminología la hacen difícil de estudiar. Además juega un papel importante la legislación de cada país en relación a las indemnizaciones económicas por lucro cesante tras el accidente [8, 12, 22].

El esguince cervical hace referencia a lesiones de cuello con afectación muscular y otros tejidos (como cápsula, ligamentos e incluso huesos), como resultado de un traumatismo [23]. Las lesiones por latigazo cervical y el desarrollo del dolor crónico y la incapacidad, son un problema clínico y social en aumento [24]. Es una patología dolorosa cada vez más frecuente en la vida diaria, y sobre todo en los países industrializados. El síndrome clínico incluye dolor de cuello, dolor en la columna torácica alta, cefaleas (estos tres son los más comunes) dolor de cabeza cervicogénico, dolor en la zona lumbar, mareos, fibromialgia, restricción del rango de movimiento cervical, tinnitus, dolor de hombro, hernias discales, rigidez, parestesias y visión borrosa entre otras de menor frecuencia [25-28]. En la mayoría de los casos el dolor es atribuido a desórdenes musculoesqueléticos[25, 29] como la elongación muscular y Ligamentaria [25,29].

Mecanismo lesional en Whiplash

Generalmente se diferencian dos fases en las que se produce el mayor índice de lesión, a pesar de que otros autores diferencian más fases; estas fases son las siguientes:

Fase I:

Según el autor (Panjabi, M. et al. 2006, entre los 74 ms y los 128 ms, Grauer et al. 1997, entre los 50 ms y los 75 ms. Kaneoka et al. 1999, a los 110 ms y McConnell et al. 1995, entre 60 ms y 80 ms) explican que durante estos períodos de tiempo tras la colisión, aunque con cierta controversia a la hora de objetivar el tiempo (estas diferencias pueden ser debidas a que en cada estudio la velocidad del coche que realiza el impacto sea diferente, sin embargo la secuencia siempre sigue con el mismo orden [30]), se produce un fenómeno que se conoce como "S-shape" (forma de S) [30-34], dicho fenómeno es causado por el empuje del respaldo en la columna lumbar y torácica, que hacen trasladarse a todas las vértebras dorsales hacia anterior, pero en la zona cervical, donde no existe apoyo en el asiento (por lo cual no reciben el mismo impacto que el resto del raquis) las vértebras cervicales inferiores se desplazan mucho más rápido que las superiores; este desplazamiento genera fuerzas de ruptura hacia anterior que son transmitidas desde la zona de la charnela cervico-dorsal (C7-D1) hacia C6, la vértebra C6 sufre una extensión máxima, esta extensión fuerza a su vez la extensión de la vértebra C5, lo que hace generar tensión en los tejidos blandos periarticulares y articulaciones cigapofisarias vértebra a vértebra; la zona de mayor conflicto articular se encuentra entre los cuerpos vertebrales de C5-C6, que aparece como un "libro abierto", seguido de C6-C7 y C4-C5 [35,36], aunque otros autores defienden que las zonas de mayor lesión son C6-C7 y C-7-D1 [33,34,37], esto produce que en esos primeros momentos las vértebras cervicales inferiores estarían extendidas mientras que las superiores estarían en una flexión relativa [30-33], la cabeza no muestra una extensión significativa hasta los 150 ms [31].

La fase en "S-Shaped" (Imagen 1) es la fase más peligrosa para la columna cervical en impactos a baja velocidad, en esta fase se ven afectadas las articulaciones cigapofisarias de los segmentos inferiores. El ligamento longitudinal fuerza el estiramiento por el impacto entre las facetas articulares [31,32]; durante la lesión se produce tanto un componente de compresión como de deslizamiento (cizalla), lo que produce que la parte posterior de las articulaciones sea más comprometida que la parte anterior de las mismas, generando un pellizco y distensión de la cápsula articular en la región anterior de los cuerpos vertebrales [32]; también se ha visto la excesiva elongación de la arteria vertebral en esta fase [34]. La respuesta muscular necesaria para proteger la columna cervical se da en torno a los 150-200 ms, por lo cual la musculatura no llega a ser utilizada como agente protector dado que el periodo más lesional se da antes de los 150 ms [34, 37], además la tensión que acumulan músculos anteriores, como el ECOM, en los primeros 75 ms iniciales lo único que consigue es aumentar el riesgo de lesión, facilitado por la traslación posterior de la cabeza sin extensión [38].

Al final de esta fase la cabeza mantiene su posición en el espacio produciéndose una extensión total de la columna cervical por la traslación anterior del tronco y hombros bajo la cabeza.

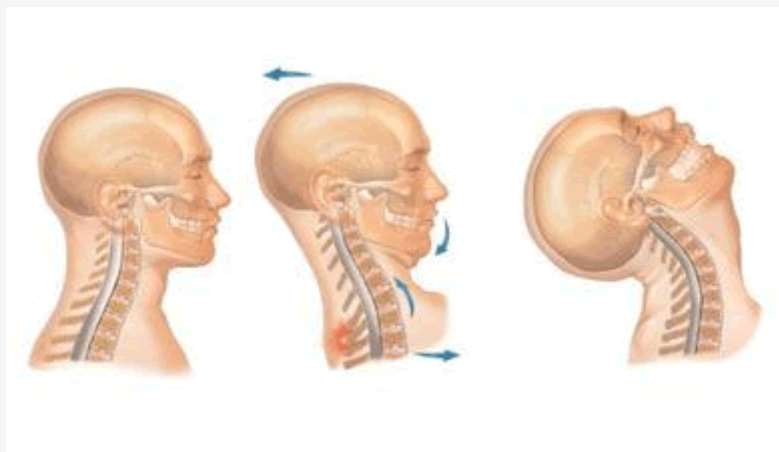


Imagen 1. Mecanismo de lesión ligamento cervical, en la imagen central se observa la fase S-Shaped que tanta lesión produce.

Fase II:

Debido a la desaceleración que sufre el vehículo tras la fase I, el tronco se frena repentinamente en su traslación anterior facilitándose la frenada por el cinturón de seguridad y transmitiéndose la aceleración anterior a la cabeza que se

encontraba extendida. Así es como se produce la hiperflexión de la columna cervical

En cuanto a la influencia de las distintas aceleraciones en la cinética de la columna cervical [34, 37, 39, 40], llegando a la conclusión de que a menores aceleraciones se producen mayores desplazamientos de la cabeza pero nunca superando los límites fisiológicos de movimiento [37]

No obstante es en la Fase I donde se rebasan de manera significativa los rangos fisiológicos, a pesar de que lo lógico sería pensar en la fase II.

En esta fase, las lesiones son de tipo cápsulo-ligamentoso y hemorrágico, en el primer caso por elongación de la región anterior de la cápsula articular que, aunque reforzada respecto al resto no responde a la energía del movimiento, y en el segundo por compresión de las carillas articulares.

Como se ha comentado al inicio, el latigazo cervical es una de las causas que producen dolor cervical, a continuación se expondrán los cambios más evidentes que existen en pacientes con dolor cervical:

En pacientes con dolor cervical se ha observado una reducción en la movilidad cervical segmentaria en comparación con pacientes sanos [41,42].

Trastornos en la musculatura cervical en personas con dolor

Cambios en la fuerza muscular en personas con dolor cervical

Existen varios estudios que muestran déficits en fuerza isométrica y resistencia en cuanto a flexores cervicales [43,44], flexores craneocervicales [45, 46], y extensores cervicales [47,48] en combinación con desórdenes musculares de cuello, incluso con cefaleas de origen cervical y dolor de cuello tanto de origen insidiosos como traumático.

Por otra parte los déficits de resistencia en los flexores craneocervicales se han observado en un rango de intensidades de contracción (contracción voluntaria máxima (MVC), 50% y 20% MVC) [45,46]. Esto concuerda con los hallazgos de que los flexores de cuello tienen reducido su eficiencia neuromuscular, particularmente con contracciones a niveles bajos (25% MVC) [49]

Interesante ver también, que personas con dolor de cuello exhiben un pobre estado de contracción en poca carga (20% MVC) [43] comparado con grupos control y esto puede reflejar otras manifestaciones de fatiga muscular como temblor muscular [50].

Estos déficits contráctiles de baja intensidad de los músculos flexores cervicales observados en los pacientes con dolor de cuello puede ser perjudicial para la estabilidad de la columna cervical, en particular durante las prolongadas tareas relativamente estáticas comúnmente requeridas en muchas ocupaciones de la vida diaria.

Características espaciales de la activación muscular

Estudios EMG han demostrado que el dolor de cuello se asocia con una inhibición de los músculos flexores cervicales profundos, [51] longus colli y longus capitis, músculos clave posturales que soportan las articulaciones cervicales y la lordosis [52-57].

La reducción en la activación observada en los músculos flexores profundos cervicales tiene relación con una mayor activación de los músculos superficiales - el escaleno anterior y esternocleidomastoideo, lo que indica una reorganización de la estrategia motora para llevar a cabo la tarea [51].

En relación con esta observación, estudios adicionales han demostrado una mayor actividad de los músculos flexores cervicales superficiales en personas con dolor de cuello durante las contracciones isométricas en flexión cervical [49] y durante las tareas que implican el movimiento dinámico de la extremidad superior [58,59]. De forma similar, se ha observado mayor coactivación de los flexores superficiales y los músculos extensores superficiales en personas con dolor crónico de cabeza en contracciones isométricas [60] y en los trabajadores de oficina con dolor de cuello durante una tarea de escritura [61] que también puede aumentar la carga de compresión sobre la columna cervical.

La reorganización de la actividad del músculo extensor cervical y músculos axioescapulares ha sido observado en personas con dolor en el cuello. Se ha observado un incremento de la actividad en los extensores cervicales de trabajadores de oficina con dolor de cuello en una tarea de escritura de 5 minutos [61]. Sin embargo, también se ha observado la disminución de la actividad de los músculos extensores cervicales con un aumento de la actividad del músculo trapecio superior durante una tarea prolongada en el ordenador [62]. Las alteraciones en la cinemática escapular y la actividad muscular axioescapulares sin duda han sido demostrados en los individuos con trastornos primarios de la cintura

escapular, como los síndromes de impingement [63-66].

Se han observado cambios en la actividad superior del músculo trapecio también en pacientes con dolor de cuello de tanto origen traumática [67] como de origen no traumático [58,68] durante el movimiento repetitivo de las extremidades superiores.

Es posible que la función alterada de la musculatura axioescapulares y la relación en la alteración de la longitud-tensión dentro del grupo muscular puede poner en peligro la estabilidad de la columna cervical. Esto es particularmente cierto para los músculos accesorios de la columna cervical, como el elevador de la escápula y el trapecio que inducen el movimiento [69] y carga mecánica [70] en los segmentos de movimiento cervicales, potencialmente demandando mayor amplitud de la actividad muscular sinérgica para estabilizar la cabeza y el cuello [71].

Es probable que los cambios en la coordinación de la musculatura axioescapular sobrecargará las estructuras de la columna cervical, así como creará fatiga en los músculos axioescapulares, perpetuando así la condición dolorosa.

Además de los cambios en la activación muscular, las personas con dolor en el cuello muestran una disminución de capacidad de relajar el escaleno anterior y esternocleidomastoideo después de la activación, [44,58] y esto puede indicar un déficit en el sistema sensorial, o un cambio en la disminución de la activación [72].

El trapecio superior también muestra disminución de la capacidad para relajarse entre [73] y después [58,68] de movimientos de los brazos repetitivos, muestra reducción de periodos de descanso durante las tareas repetitivas [74,75] y es generalmente susceptible a la mayor actividad durante las tareas que implican la demanda mental [76,77,78].

Características temporales de la activación muscular

Se han observado también cambios en el timing de la musculatura cervical en personas con dolor cervical. En tareas funcionales, durante la realización de movimientos rápidos de brazo se observa una activación previa de los músculos cervicales en personas sin dolor [79-82]; sin embargo, en pacientes con dolor cervical no ocurre lo mismo, siendo la musculatura superficial y profunda los que tienen cierto retraso respecto al deltoides [79]. Se ha observado en un modelo biomecánico cervical regiones de inestabilidad segmentaria cuando se ha simulado un movimiento con contracción la musculatura superficial del cuello en ausencia de activación de la musculatura profunda [83]

A modo de resumen, en personas con dolor de cuello se han observado cambios en la musculatura profunda cervical [51, 79, 84-87], en las estrategias de control motor, que puede resultar en un pobre mantenimiento y sobrecarga de las estructuras cervicales [58,85, 68], existe también mayor fatigabilidad en personas con dolor de cuello [88-90], disminución de la fuerza y la resistencia [44, 45, 46,48,91, 92] y existen cambios morfológicos e histológicos en la musculatura cervical [93,94].

Ejercicio terapéutico en trastornos cervicales

Se sabe que el ejercicio terapéutico específico para el cuello es efectivo para disminuir el dolor, mejorar la funcionalidad y prevenir recidivas [95-101]

Las modificaciones en la actividad muscular en personas con dolor cervical crónico puede ser el resultado de la combinación de un input neural alterado y cambios en las propiedades musculares [102], es por lo que el ejercicio terapéutico debe ir enfocado hacia esos aspectos; además, la evidencia sugiere que estos déficits funcionales de los músculos cervicales se dan precozmente en presencia de dolor [103] y no se resuelven de forma automática una vez disminuido o cesado los síntomas [103,104].

El ejercicio terapéutico no debe provocar dolor, debe ir encaminado a corregir las alteraciones vistas anteriormente, la repetición de los ejercicios es necesaria para aprender el movimiento adecuado y el control muscular, y los ejercicios deben ser incluidos en tareas funcionales y contextos específicos [105].

Basándonos en la progresión que ofrece Jull G y cols, 2008 [105]; el ejercicio terapéutico se puede dividir en 3 fases:

-La fase I: se orienta hacia la precisión del ejercicio para activar la musculatura cervical profunda y la axioescapular y se entrenan patrones básicos de movimiento de la región cervical y escapular.

-La fase II: se continúa con la reeducación muscular entrenando la coordinación y patrones de movimiento del cuello y la cintura escapular, coactivación de la musculatura profunda del cuello en posturas al igual que en tareas específicas, en esta fase se puede ir incrementando la carga en algunos ejercicios.

-La fase III: se enfoca hacia la fuerza y resistencia de los músculos y entrenamientos progresivos hasta el nivel requerido

hasta llegar a hacer tareas de la vida diaria de la persona.

Los ejercicios en baja carga, aquella donde se produce la mejor activación de la musculatura profunda craneocervical, longus colli y longus capitis, es efectiva para incrementar la activación de la musculatura profunda cervical [106], aumentando la rapidez en la columna cervical por su activación durante una perturbación postural [96] y mejorando la habilidad de mantener una postura correcta en sedestación durante un periodo largo de tiempo [98]. Sin embargo, es necesario un entrenamiento con más carga para mejorar la fuerza de la musculatura cervical [107].

FASE I

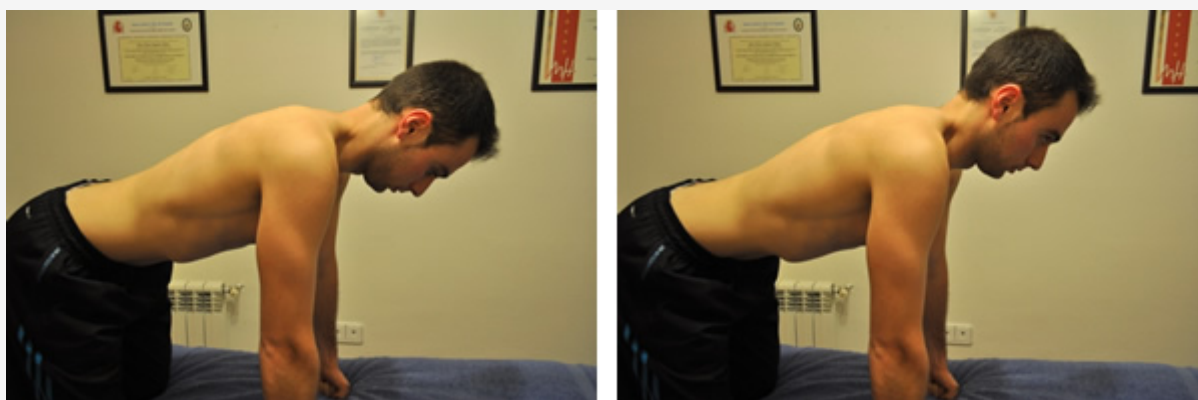
Como hemos dicho, en esta fase el objetivo es activar y entrenar la musculatura cervical profunda e integrar los ejercicios con una posición erguida, en esta fase los ejercicios se realizan con poca carga. En esta fase se deben explicar los ejercicios por separado.

Los ejercicios a utilizar en esta fase son:

-Activación de los flexores craneocervicales; los músculos largo de la cabeza y largo del cuello se activan en la flexión cráneo cervical [108]; con la persona tumbada en supino, esto elimina la carga de la cabeza y permite focalizar la atención en la musculatura que interesa, la cabeza debe rotar sobre el apoyo sin llevar a cabo una activación exagerada que nos puede hacer que se activen músculos superficiales (esternocleidomastoideo y escalenos). El objetivo final es mejorar la resistencia de los flexores profundos en posturas funcionales, pero en primer lugar debemos fijarnos en que el ejercicio se realice con un patrón correcto, para ello debemos hacer el movimiento lento con énfasis en el control y la precisión. El fallo más común es que se llevan a cabo estrategias de sustitución, sobre todo al principio, que no se conoce bien la técnica y puede no activarse la musculatura profunda, por ello sería adecuado colocar una mano en la musculatura superficial del cuello para así cerciorarse de que se está haciendo y sin contracción de la musculatura superficial. Existe aparatología que nos puede ayudar a la hora de dar feedback, como por ejemplo el Stabilizer. Se realizarán 10 repeticiones de 10 seg [105].



-Activación extensores de cuello: En posición de cuadrupedia (se puede poner en prono si tiene dolor en la muñeca). Hay que fijar la atención en la posición de la espalda y de las escápulas, brazos y piernas en ángulo recto y raquis alineado con el cuello paralelo al plano de la camilla o suelo, desde esta posición ya estamos activando la musculatura extensora cervical para aguantar la cabeza. Desde esta posición Jull et al, 2008 [105] realizan tres variantes, una es realizar una extensión y flexión (como una acción de cabeceo o el gesto de decir "sí") mientras mantiene la columna cervical en posición neutra; el segundo ejercicio es igual pero se hace rotación de unos 40º (como si dijéramos "no") y el tercer ejercicio (el que se ve en las imágenes) es para la musculatura extensora profunda, multifidus y semiespinoso cervical, el ejercicio consta de hacer una extensión cervical normal manteniendo la articulación craneocervical en posición neutra, en este ejercicio la musculatura extensora profunda actúa en coactivación con la musculatura flexora profunda.



-Activación de los músculos escapulares: Se ha visto como la inclusión de estos ejercicios ha sido satisfactoria en el tratamiento del dolor cervical [95, 109,110], en esta fase se realizará un entrenamiento de la orientación escapular, donde se asistirá el movimiento escapular en rangos de movimiento pequeños desde la posición de sedestación con el fin de corregir las malas alineaciones (síndrome cruzado superior o escápulas aladas entre otras) que el paciente tiene enfatizando el movimiento a favor del trapecio inferior; por otro lado podemos llevar a cabo otro ejercicio que proponen Jull et al., 2008 [105] es el de tumbado en decúbito lateral, con el brazo a 140º de flexión, se facilitan igualmente los movimientos de protracción, retracción y depresión del borde medial de la escápula con el fin de enfatizar nuevamente la activación del trapecio inferior, de ambos ejercicios se realizarán 10 repeticiones de 10 segundos dos veces al día [105].



-Reeducación de la postura neutra del raquis: Este ejercicio nos permite realizar correcciones posturales en situación de sedestación para, más adelante, poder llevarlas a cabo en tareas funcionales, además es una actividad clave que nos

permite entrenar nuevamente la musculatura flexora profunda del cuello en tareas funcionales [111]. La reeducación del control raquídeo en sedestación debe empezar por la pelvis, además se requiere precisión en la corrección puesto que el mero hecho de decirle que se siente erguido muestra menor activación de la musculatura de los músculos largo de la cabeza y largo del cuello [111], la persona debe tener una correcta posición del raquis manteniendo todas las curvaturas fisiológicas, sobre todo una correcta posición lumbopélvica.

FASE II

-Ejercicios de estabilización rítmica: El ejercicio se realiza en sedestación, llevamos el occipital hacia arriba para facilitar la activación del largo del cuello y largo de la cabeza, desde esta posición hacemos rotación cervical añadiendo una ligera resistencia con la mano del propio paciente en un lado de la cara, la mirada debe seguir la dirección del movimiento, el paciente realiza contracciones isométricas alternativamente con una retención y una liberación de la resistencia de manera lenta, la resistencia a aplicar sería de alrededor un 10% de esfuerzo para evitar la coactivación de los músculos superficiales.

-Entrenamiento del control de la extensión del raquis cervical: Paciente en sedestación, mira hacia el techo y sigue el techo hacia atrás, de manera que la cabeza hace extensión sobrepasando el plano frontal de los hombros permaneciendo en un rango libre de dolor y controlable; en el retorno a la posición inicial se entrena el control concéntrico iniciada por la flexión craneocervical, por lo que existe activación de los músculos flexores cervicales profundos.

-Entrenamiento del control escapular con movimiento de brazo y carga: El control de la orientación escapular va progresando hasta entrenar con movimiento o en situaciones con carga de los miembros superiores como en las actividades de la vida diaria. En las tareas cotidianas la elevación del brazo suele ser mínimo, y por lo tanto el movimiento escapular también, es por ello que el control de la orientación escapular es desafiado con los movimientos de brazo menores a 40º de elevación, lo que conlleva que los músculos axioescapulares proporcionen una base estática y de apoyo estable para las actividades del brazo. En este ejercicio el paciente mantendrá la orientación escapular correcta mientras realiza un pequeño rango de elevación del brazo y/o movimientos de rotación, y al realizar una actividad previamente agravante como coger el ratón del ordenador. Las tareas pueden ser progresivas durante el tiempo para mejorar la resistencia y el control escapular que ejerce la musculatura axioescapular puede cambiar añadiendo movimientos más rápidos de brazo o una resistencia. Tanto la orientación escapular como el control de los músculos axioescapulares tiene que ser entrenados durante todo el rango de movimiento.

FASE II

Esta fase se centra en el entrenamiento de la fuerza y la resistencia. El nivel de entrenamiento debe estar acorde con sus requerimientos funcionales, niveles mayores puede estar indicado en algunas personas pero no en todas.

-Flexores profundos: El paciente en decúbito supino con la cabeza ligeramente en alto (con dos almohadas o una pelota deshinchada) para reducir la carga de la gravedad la cabeza se levanta con una flexión craneocervical, seguida de flexión cervical para poder despegar la cabeza del apoyo, este ejercicio se realiza 5 repeticiones con 1-2 segundos de realización de ejercicio, incrementando el número de repeticiones o tiempo según las características de la persona.



-Extensores profundos: En este caso, la fuerza de los extensores se puede realizar en bipedestación o en cuadrupedia, con una goma, peso, o resistencia propia del paciente con una toalla; el movimiento al inicio será corto y se irá aumentando el rango de movimiento conforme vaya avanzando.

Conclusiones

El ejercicio terapéutico es clave para el tratamiento y prevención de futuras recidivas en el dolor cervical, sobre todo de origen idiopático o Whiplash (latigazo cervical); para ello el ejercicio debe abordar las necesidades del paciente según las alteraciones que presenta en cuanto a activación, fuerza o coordinación de la musculatura profunda del cuello y axioescapular.

El ejercicio terapéutico debe realizarse mediante una progresión lógica que ayude a abordar todas las alteraciones que presenta el paciente, siendo la primera fase de aprendizaje y activación; la segunda fase de coordinación, control y coactivación; y la tercera fase de mejora de la fuerza y la resistencia básicamente.

El ejercicio terapéutico debe hacerse en un entorno lo más real posible, siendo un aspecto fundamental desarrollar los ejercicios en tareas del día a día de la persona y corregir los aspectos o alineaciones anómalas y/o perjudiciales.

REFERENCIAS

1. Fejer R, Kyvik K, Hartvigsen J (2006). The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J*; 15:834-848
2. Wright A, Mayer T, Gatchel R (1999). Outcomes of disabling cervical spine disorders in compensation injuries. A prospective comparison to tertiary rehabilitation response for chronic lumbar spinal disorders. *Spine*; 24:178-183
3. Gore D, Sepic S, Gardner G, et al (1987). Neck pain: a long-term follow-up of 205 patients. *Spine*; 12:1-5
4. Australian Acute Musculoskeletal Pain Guidelines Group (2004). Evidence Based Management of Acute Musculoskeletal Pain. *Brisbane: Australian Academic Press*
5. Garamendi, P.M. y Landa, M.I (2003). Epidemiología y problemática médico forense del síndrome de latigazo cervical en España.

6. Crowe, H (1928). Western Orthopaedic Association: Injuries of the cervical spine. *Paper at the meeting. San Francisco*
7. Davis, A (1945). Injuries of the cervical spine. *JAMA.* 127:145-56
8. Splitzer, W.O., Skovron, M.L., Salmi, L.R. et al (1995). Scientific monograph of the QTF on whiplash associated disorders: redefining whiplash and its management. *Spine; 20 (85): 1-73*
9. Barnsley L, Lord S, Bogduck N (1994). Clinical review: whiplash injury. *Pain; 58:283-307*
10. Fernández Carnero, J., Fernández de las Peñas, C. y Palomeque, L (2002). Efectividad de tratamiento fisioterápico en las lesiones por aceleración-desaceleración del raquis cervical. *Fisioterapia; 24 (4): 206-213*
11. Juan, F.J (2004). Síndrome asociado a latigazo cervical. *Rev Clin Esp; 204(6):326-30*
12. Verhagen AP, Peeters GGM, de Bie RA, Oostendorp RAB (2001). Conservative treatment for whiplash (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library, 4. Oxford: Update Software. CD003338*
13. Miles, K.A., Maimaris, C., Finlay, D. y Barnes, M.R (1988). The incidence and prognostic significance of radiological abnormalities in soft tissue injuries to the cervical spine. *Skeletal Radiol; 17: 493-496*
14. Wismans, K.S.H.M. y Huijken, C.G (1994). Incidentie en prevalentie van het "whiplash"-trauma. *TNO report 94. R.B.V.041*
15. Hartling, L., Brison, R.J., Ardern, C. y Pickett, W (2001). Pronostic value of the Quebec Classification of whiplash associated disorders. *Spine; 26:36-41*
16. Díaz, A (1998). Estudio clínico y epidemiológico del esguince cervical. *Rev S Traum Ort; 18: 61-72*
17. Rebbeck T, Sindhusake D, Cameron I, et al (2006). A prospective cohort study of health outcomes following whiplash associated disorders in an Australian population. *Injury Prevent; 12:86-93*
18. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J, Darnell R (2005). Physical and psychological factors predict outcome following whiplash injury. *Pain; 114:141-8*
19. Fernández Carnero, J., Fernández de las Peñas, C. y Palomeque, L (2002). Efectividad de tratamiento fisioterápico en las lesiones por aceleración-desaceleración del raquis cervical. *Fisioterapia; 24 (4): 206-213*
20. Ameratunga, S.N. Norton, R.N. Bennett, D.A. y Jackson, R.T (2004). Risk of disability due to car crashes: a review of the literature and methodological issues. *Injury; 35:1116-27*
21. Torg JS, Pavlov H, O'Neill MJ, Nichols CE, Sennett B (1991). The axial load teardrop fracture. A biomechanical, clinical and roentgenographic analysis. *Am J Sports Med; 19:355-64*
22. Collins SL, Moore RA, McQuay HJ (1997). The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimeters?. *Pain; 72: 95-97*
23. Gómez-Conesa, A. y Valbuena, S (2005). Incapacidad laboral tras esguince cervical. *Rev Iberoam Fisioter kinesiol; 8 (1):17-27*
24. McClune, T., Burton, A.K. y Waddell, G (2002). Whiplash associated disorders: a review of the literature to guide patient information and advice. *Emerg Med J; 19:499-506*
25. Fernández de las Peñas, C., Palomeque, L. y Fernández Carnero, J (2005). Manual treatment of post-whiplash injury. *Journal of Bodywork and Movement Therapies; 9 : 109-119*
26. Drottning, M., Staff, P.H. y Sjaastad, O (2002). Cervicogenic headache after whiplash injury. *Cephalalgia; 22:165-171*
27. Dvorak, J., Valach, I., y Schmid, S.T (1989). Cervical spine injuries in Switzerland. *Journal of Manual Medicine; 16: 7-16*
28. Barnsley, L., Lord, S. y Bogduk, N (1995). The pathophysiology of whiplash. En: Malanga, G.A. (Eds.). *Cervical flexion-extension whiplash injuries. Philadelphia. pp.209-242*
29. Wiley, A.M., Lloyd, G.L., Evans, J.G. y Stewart, B.M (1986). Musculoskeletal. *Sequelae of whiplash injuries; 7: 65-74*
30. McConnell, W.E., Howward, R.P., Van Poppel, J., et al (1995). Human head and neck kinematics after low velocity rear-end impacts-understanding "whiplash". En: *Proceedings of the 39th Stapp Car Crash Conference. Coronado (California); p.215-238*
31. Kaneoka, K., Ono, K., Inami, S. y Hayashi, K (1999). Motion analysis of cervical vertebrae during whiplash loading. *Spine; 24; 763-70*
32. Fernández de las Peñas, C., Fernández del Cerro, J. y Palomeque, L (2004). Biomecánica del síndrome de latigazo cervical y su analogía osteopática. *Fisioterapia; 26 (1); 211-219*
33. Panjabi, M., Pearson, A.M., Ito, S., Ivancic, P. y Wang, J.L (2004). Cervical spine curvature during simulated whiplash. *Clinical Biomechanics; 19; 1-9*
34. Grauer, J.N., Panjabi, M.M., Cholewicki, K., Dvorak, J (1997). Whiplash produces an S-shaped curvature of the neck with hyperextension at lower levels. *Spine; 22:2489-94*
35. Álvarez García, B., Granados, E., Reyes, A. y Campos, P (2002). Valor pronóstico de las lesiones secundarias de esguince cervical diagnosticadas por resonancia magnética. *Revista mexicana de medicina física y rehabilitación; 14:20-25*
36. Martínez Cruz, F., Hernández Romero, L.A., García Torres, J.L., Dufo, M., García López, O., López Palacios, J. y Carranco, G (2004). Muscle spasm of the neck in cervical sprain and its correlation to the severity of the injury. *Acta Ortopédica Mexicana; 18 (Supl. 1): 7-12*
37. Cholewicki J, Panjabi MM, Nibu K, Babat LB, Grauer JN, Dvorak J (1998). Head kinematics during in vitro whiplash simulation. *Accid Anal Prev; 30:469-79*
38. Brault, J. R., Siegmund, G.P., y Wheeler, J. B (2000). Cervical muscle response during whiplash: evidence of a lengthening muscle contraction. *Clinical biomechanics; 15: 426-435*
39. Panjabi MM, Cholewicki J, Nibu K, Babat LB, Dvorak J (1998). Simulation of whiplash trauma using whole cervical spine specimens. *Spine; 23:17-24*
40. Panjabi MM, Cholewicki J, Nibu K, Grauer JN, Babat LB, Dvorak J (1998). Mechanism of whiplash injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon); 13:239-49*
41. Zwart JA (1997). Neck mobility in different headache disorders. *Headache; 37:6-11*
42. Dvorak J, Froehlich D, Penning L, et al (1988). Functional radiographic diagnosis of the cervical spine: flexion/extension. *Spine; 13:748-755*

43. Silverman JL, Rodriguez AA, Agre JC (1991). Quantitative cervical flexor strength in healthy subjects and in subjects with mechanical neck pain. *Arch Phys Med Rehabil*; 72:679-681
44. Barton PM, Hayes KC (1996). Neck flexor muscle strength efficiency, and relaxation times in normal subjects and subjects with unilateral neck pain and headache. *Arch Phys Med Rehabil*; 77:680-687
45. O'Leary S, Jull G, Kim M, et al (2007). Craniocervical flexor muscle impairment at maximal, moderate, and low loads is a feature of neck pain. *Man Ther*; 12:34-39
46. Watson DH, Trott PH (1993). Cervical headache: an investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. *Cephalalgia*; 13:272-284
47. Vernon HT, Aker P, Aramenko M, et al (1992). Evaluation of neck muscle strength with a modified sphygmomanometer dynamometer: reliability and validity. *J Manipul Physiol Ther*; 15:343-349
48. Placzek JD, Pagett BT, Roubal PJ, et al (1999). The influence of the cervical spine on chronic headache in women: a pilot study. *J Manual Manipul Ther*; 7:33-39
49. Falla D, Jull G, Edwards S, et al (2004). Neuromuscular efficiency of the sternocleidomastoid and anterior scalene muscles in patients with chronic neck pain. *Disabil Rehabil*; 26:712-717
50. Gandevia SC (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev*; 81:1725-1789
51. Falla D, Jull G, Hodges PW (2004). Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine*; 29:2108-2114
52. Boyd Clark LC, Briggs CA, Galea MP (2001). Comparative histochemical composition of muscle fibres in a preand a postvertebral muscle of the cervical spine. *J Anat*; 199:709-716
53. Boyd Clark LC, Briggs CA, Galea MP (2002). Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscles of the cervical spine. *Spine*; 27:694-701
54. Conley MS, Meyer RA, Bloomberg JJ, et al (1995). Noninvasive analysis of human neck muscle function. *Spine*; 20:2505-2512
55. Mayoux-Benhamou MA, Revel M, Vallee C, et al (1994). Longus colli has a postural function on cervical curvature. *Surg Radiol Anat*; 16:367-371
56. Vasavada AN, Li S, Delp SL (1998). Influence of muscle morphometry and moment arms on the moment-generating capacity of human neck muscles. *Spine*; 23:412-422
57. Winters JM, Peles JD (1990). Neck muscle activity and 3D head kinematics during quasistatic and dynamic tracking movements. In: Winters JM, Woo SL-Y (eds) Multiple Muscle Systems: Biomechanics and Movement Organisation. New York: Springer-Verlag; 461-480
58. Falla D, Bilenkij G, Jull G (2004). Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine*; 29:1436-1440
59. Johnston V, Jull G, Souvlis T, et al (2008). Neck movement and muscle activity characteristics in office workers with neck pain. *Spine*; 33: 5: 555-563
60. Fernandez-de-las-Penas C, Falla D, Arendt-Nielsen L, et al (2008). Cervical muscle co-contraction in isometric contraction is enhanced in chronic tension type headache patients. *Cephalalgia*; 28, 744-751
61. Johnston V, Jull G, Souvlis T, et al (2008). Alterations in cervical muscle activity in functional and stressful tasks in female office workers with neck pain. *Eur J Appl Physiol*; 103:253-264
62. Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB (2005). A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work 1: Neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Man Ther*; 10:270-280
63. Ludewig PM, Cook TM (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther*; 80:276-291
64. Lukasiewicz A, McClure P, Michener L, et al (1999). Comparison of 3-dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther*; 29:574-586
65. Endo K, Ikata T, Katoh S, et al (2001). Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sci*; 6:3-10
66. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al (2003). Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement syndrome. *Am J Sports Med*; 31:542-549
67. Nederhand MJ, Ijzerman MJ, Hermens HJ, et al (2000). Cervical muscle dysfunction in the chronic whiplash associated disorder grade II (WAD-II). *Spine*; 25:1938-1943
68. Nederhand MJ, Hermens H, Ijzerman MJ, et al (2002). Cervical muscle dysfunction in the chronic whiplash associated disorder grade 2: the relevance of the trauma. *Spine*; 27:1056-1061
69. Moore KL, Dalley AF (1999). Clinically Orientated Anatomy, 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins
70. Behrsin JF, Maguire K (1986). Levator scapulae action during shoulder movement. A possible mechanism of shoulder pain of cervical origin. *Aust J Physiother*; 32:101-106
71. Eliot DJ (1996). Electromyography of levator scapulae: new findings allow tests of a head stabilization model. *J Manipul Physiol Ther*; 19:19-25
72. Hodges P (2004). Pain Models. In: Richardson C, Hodges P, Hides J (eds) Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain. Edinburgh: Churchill Livingstone; 129-137
73. Fredin Y, Elert J, Britschgi N, et al (1997). A decreased ability to relax between repetitive muscle contractions in patients with chronic symptoms after whiplash trauma of the neck. *J Musculoskel Pain*; 5:55-70
74. Hägg GM, Anstrom A (1997). Load pattern and pressure pain threshold in the upper trapezius muscle and psychosocial factors in medical secretaries with and without shoulder/neck disorders. *Int Arch Occup Environ Health*; 69:423-432
75. Veiersted KB, Westgaard RH, Andersen P (1990). Pattern of muscle activity during stereotyped work and its relation to muscle pain. *Int Arch Occup Environ Health*; 62:31-41
76. Bansevicius D, Sjaastad O (1996). Cervicogenic headache: the influence of mental load on pain level and EMG of shoulder-neck and facial muscles. *Headache*; 36:372-378

77. Laursen B, Jensen BR, Garde AH, et al (2002). Effect of mental and physical demands on muscular activity during the use of a computer mouse and a keyboard. *Scand J Work Environ Health*; 28:215-221
78. Westgaard RH (1999). Muscle activity as a releasing factor for pain in the shoulder and neck. *Cephalalgia*; 19:251-258
79. Falla D, Jull G, Hodges PW (2004). Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Exp Brain Res*; 157:43-48
80. Falla D, Rainoldi A, Merletti R, et al (2004). Spatiotemporal evaluation of neck muscle activation during postural perturbations in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol*; 14:463-474
81. Gurfinkel VS, Lipshits MI, Lestienne FG (1988). Anticipatory neck muscle activity associated with rapid arm movements. *Neurosci Lett*; 94:104-108
82. Van der Fits IBM, Kilp AWJ, van Eykern LA, et al (1998). Postural adjustments accompanying fast pointing movements in standing, sitting and lying adults. *Exp Brain Res*; 120:202-216
83. Winters JM, Peles JD (1990). Neck muscle activity and 3D head kinematics during quasistatic and dynamic tracking movements. In: Winters JM, Woo SL-Y (eds) Multiple Muscle Systems: Biomechanics and Movement Organisation. *New York: Springer-Verlag*: 461-480
84. Elliott J, Jull G, Noteboom JT, et al (2006). Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders: a magnetic resonance imaging analysis. *Spine*; 31:847-855
85. Jull GA (2000). Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash. *J Musculoskel Pain*; 8:143-154
86. Hallgren RC, Greenman PE, Rechten JJ (1994). Atrophy of suboccipital muscles in patients with chronic pain: a pilot study. *J Am Osteopath Assoc*; 94: 1032-1038
87. McPartland JM, Brodeur RR, Hallgren RC (1997). Chronic neck pain, standing balance, and suboccipital muscle atrophy - a pilot study. *J Manipul Physiol Ther*; 20:24-29
88. Gogia PP, Sabbahi MA (1994). Electromyographic analysis of neck muscle fatigue in patients with osteoarthritis of the cervical spine. *Spine*; 19:502-506
89. Falla D, Rainoldi A, Merletti R, et al (2003). Myoelectric manifestations of sternocleidomastoid and anterior scalene muscle fatigue in chronic neck pain patients. *Clin Neurophysiol*; 114:488-495
90. Falla D, Farina D (2005). Muscle fiber conduction velocity of the upper trapezius muscle during dynamic contraction of the upper limb in patients with chronic neck pain. *Pain*; 116:138-145
91. Jull G, Amiri M, Bullock-Saxton J, et al (2007). Cervical musculoskeletal impairment in frequent intermittent headache. Part 1: subjects with single headaches. *Cephalalgia*; 27:793-802
92. Treleaven J, Jull G, Atkinson L (1994). Cervical musculoskeletal dysfunction in post-concussional headache. *Cephalalgia*; 14:273-279
93. Uhlig Y, Weber BR, Grob D, et al (1995). Fiber composition and fiber transformations in neck muscles of patients with dysfunction of the cervical spine. *J Orthop Res*; 13:240-249
94. Lindman R, Hagberg M, Angqvist K, et al (1991). Changes in muscle morphology in chronic trapezius myalgia. *Scand J Work Environ Health*; 17: 347-355
95. Jull G, Trott P, Potter H, et al (2002). A randomized controlled trial of exercise and manipulative therapy for cervicogenic headache. *Spine*; 27:1835-1843
96. Jull G (2005). Cervical flexor muscle retraining: physiological mechanisms of efficacy. 2nd International Conference on Movement Dysfunction. Cairns M, Comerford M, Gibbons S et al (eds). Kinetic Control and Manipulation Association of Chartered Physiotherapists (UK). *Edinburgh, Scotland: L01*
97. Falla D, Jull G, Hodges P, et al (2006). An endurance-strength training regime is effective in reducing myoelectric manifestations of cervical flexor muscle fatigue in females with chronic neck pain. *Clin Neurophysiol*; 117:828-837
98. Falla D, Jull G, Russell T, et al (2007). Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. *Phys Ther*; 87:408-417
99. Jull G, Sterling M, Kenardy J, et al (2007). Does the presence of sensory hypersensitivity influence outcomes of physical rehabilitation for chronic whiplash? . A preliminary RCT. *Pain*; 129:28-34
100. Stewart MJ, Maher CG, Refshauge KM, Herbert RD, Bogduk N, Nicholas M (2007). Randomized controlled trial of exercise for chronic whiplash-associated disorders. *Pain*; 128: 59-68
101. Kay TM, Gross A, Santaguida PL, Hoving J, Goldsmith C, Bronfort G (2009). Exercise for mechanical neck disorders. *The Cochrane Library*
102. Falla D, Farina D (2008). Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *J Electromyogr Kinesiol* 18:255-261
103. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J y Darnell R (2003). Development of motor system dysfunction following whiplash injury. *Pain*; 103 (1-2):65-73
104. Falla D, Jull G, Hodges P, Vicenzino, B (2006). An endurance-strength training regime is effective in reducing myoelectric manifestations of cervical flexor muscle fatigue in female with chronic neck pain. *Clin Neurophysiol*; 117(4):828-37
105. Jull G, Sterling M, Falla D, Treleaven J, O'Leary S (2008). Whiplash, Headache and Neck Pain: Research based directions for physical therapies. *Elsevier. Philadelphia*
106. Jull G, Falla D, Treleaven J, et al (2004). A therapeutic exercise approach for cervical disorders. In: Boyling JD, Jull G (eds) Grieve's Modern Manual Therapy: The Vertebral Column, 3rd edn. *Edinburgh: Elsevier*: 451-470
107. Falla D, Jull G, Hodges P, et al (2006). An endurance-strength training regime is effective in reducing myoelectric manifestations of cervical flexor muscle fatigue in females with chronic neck pain. *Clin Neurophysiol*; 117:828-837
108. Falla D, Dall'Alba P, O'Leary S, et al (2006). Further evaluation of an EMG technique for assessment of the deep cervical flexor muscles. *J Electromyogr Kinesiol*; 16:621-628
109. McDonnell M, Sahrman S, Dillen LV (2005). A specific exercise program and modification of postural alignment for treatment of cervicogenic headache: a case report. *J Orthop Sports Phys Ther*; 35: 3-15
110. Petersen S (2003). Articular and muscular impairments in cervicogenic headache: a case report. *J Orthop Sports Phys Ther*;

33:21-30

111. Falla D, O'Leary S, Fagan A, et al (2007). Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural correction exercise performed in sitting. *Man Ther*; 12:139-152