

REVISIÓ BIBLIOGRÀFICA
SISTEMATITZADA DELS EXERCICIS
OCULARS COM A TRACTAMENT ACTIU
EN DESORDRES WAD

NIL ASTOR TORNÉ

Nil.astor@uvic.cat

4rt curs. Fisioteràpia (Grup M1)

Tutor: Cristian Sevillano

Facultat de Salut i Benestar-Universitat de Vic

Vic, gener del 2020

ABSTRACTE

Avui dia sabem molt poc en com els exercicis oculars poden ajudar en el tractament dels desordres WAD. Aquest treball ha sigut generat amb el objectiu d'aclarir quina utilitat poden tenir en el tractament d'aquest conjunt de desordres. S'ha portat a terme a través de una recerca sistematitzada d'articles científics entorn al nostre tema d'estudi. Els resultats d'aquest estudi apunten a que els exercicis ocular aporten un gran número de beneficis i millores en el tractament de desordres WAD. Les troballes d'aquest treball indiquen que la màxima eficàcia dels exercicis oculars la obtenim quan aquests formen part d'un pla de tractament complet amb la inclusió d'altres exercicis sensoriomotors. En conclusió, els exercicis oculars mereixen ésser adherits en el tractament dels desordres WAD. Més recerca és requerida.

Paraules clau: desordres WAD/tractament/exercicis ocular/sensoriomotor/ dolor crònic cervical

ABSTRACT

Nowadays we know very little about how ocular exercises can help in the treatment of WAD disorders. This work has been generated with the aim of clarify the usefulness of it adhered to the treatment of this set of disorders. We have done a systematic search for scientific articles on our subject of study. The results of this study suggest that ocular exercises provide a large number of benefits and improvements in the treatment of WAD disorders. The findings of our study suggest that the maximum efficacy of this type exercises is obtained if they are part of a comprehensive treatment plan with the inclusion of other sensorimotor exercises. In conclusion, ocular exercises deserve to be adhered to in the treatment of WAD disorders. More research is required.

Key words: WAD disorders/treatment/ocular exercises/sensorimotor/chronic neck pain

ÍNDEX

1. Introducció.....	pàg.4
2. Hipòtesis.....	pàg.6
3. Objectius.....	pàg.7
4. Metodologia.....	pàg.7
4.1 Paraules clau.....	pàg.8
4.2 Criteris d'inclusió i exclusió.....	pàg.9
4.3 Limitacions.....	pàg.9
5. Record anatòmic i fisiològic.....	pàg.10
5.1 Anatomia de la columna cervical.....	pàg.10
5.2 Fisiologia del sistema sensoriomotriu.....	pàg.12
5.3 El sistema visual.....	pàg.13
5.4 Moviments oculars i reflexes.....	pàg.15
6. Fisiopatologia dels desordres WAD.....	pàg.18.
7. Quebec Task Force Classification.....	pàg.20
8. Antecedents i situació actual	pàg.21
8.1 Antecedents i situació actual del tractament en desordres WAD.....	pàg.21
8.2 Antecedents i situació actual de la teràpia ocular en desordres WAD.....	pàg.22
9. Resultats.....	pàg.25
10. Discussió.....	pàg.29
11. Conclusió	pàg.33
12. Bibliografia.....	pàg.34
13. Annexes.....	pàg.40
14. Agraïments	pàg.44
15. Nota final del autor.....	pàg.44

1. Introducció

El terme 'fuetada cervical' va ser encunyat per primera vegada per Harold Crowe al 1928, però no és fins al 1945 que trobem la primera participació d'aquest terme a la literatura científica. La fuetada cervical es va definir com un mecanisme energètic d'acceleració – desacceleració transferit a les cervical i que pot ser el resultat d'un accident de trànsit (Evans, 2010), caigudes, accidents esportius i altres traumatismes físics (Anderson, Yeung, Tong, & Reed, 2018a). El mecanisme que es desencadena pot malmenar teixit ossi i tou, el qual poden produir un gran varietat de presentacions clíniques i simptomàtiques (Anderson et al., 2018a). Els símptomes de la fuetada cervical poden ocórrer immediatament després de la lesió, però també cap la possibilitat de que tardin en manifestar-se.

Les seqüeles que pot deixar al descobert aquesta lesió inclouen, entre d'altres, dolor d'esquena o cervicals, mal de cap, parestèsies, mareig, debilitat, símptomes cognitius, somàtics i psicològics, símptomes visuals i d'altres més rars (Evans, 2010).



Figura 1. Moviment característic de hiperflexió – hiperextensió de la fuetada cervical («Latigazo Cervical - Clínica de Fisioterapia conMueve - Avila», s.d.)

Des de llavors, aquesta definició ha sofert modificacions així com el mateix terme. Avui dia és més adequat referir-nos a aquesta lesió com desordres WAD (*Whiplash Associated Disorders*). Aquest terme és usat per descriure les presentacions clíniques i separar-les del mecanisme causal. Els desordres WAD representa i engloba tot un conjunt de símptomes clínics característics d'aquesta lesió adquirida (Anderson et al., 2018a).

Els desordres WAD tenen una enorme repercussió a la nostra societat, tant a nivell sanitari com socioeconòmic. A escala mundial, la Organització Mundial de la Salut (WHO) ens afirma que cada any aproximadament 1,35 milions de persones moren cada any com a resultat d'accidents de tràfic i que entre 20 i 50 milions de persones pateixen traumatismes no mortals; i molts d'aquests provoquen discapacitat, encapçalant d'aquesta manera el lloc número 1 en quan als problemes sanitaris en tot el món ([«Accidentes de tránsito», s.d.](#)). Evidentment, no absolutament tots els casos patiran fuetada cervical, però si que és altament susceptible de patir el xoc sinèrgic que ho causa. A nivell europeu, el cost econòmic que provoquen les fuetades cervicals s'estima que arriba a uns 10 bilions per any ([Noll-Hussong, 2017](#)). Tenint en compte les dades esmentades fins aleshores, la informació etiològica i epidemiològica que caracteritzen la fuetada cervical és bastant preocupant per la magnitud a la que arriba.

Encara avui dia no hi ha un coneixement complet ni un consens universal. En tots i cada un dels factors rellevants clínicament que envolten holísticament els desordres WAD (biomecanisme en si de la fuetada cervical, pronòstic, diagnòstic, tractament...) romanen certament desconeguts i actualment encara es fan estudis per a millorar-ne el coneixement ([Yadla John K Ratliff AE James S Harrop, 2007](#)). En el present estudi farem èmfasis en el tractament. La necessitat clínica de fer estudis entorn el tractament es basa en gran mesura a la alta capacitat que té aquesta lesió a provocar cronicitat.

Típicament, els símptomes solen resoldre's en els primers dos – tres mesos després de la lesió ([Schwerla, Kaiser, Gietz, & Kastner, 2013](#)), però recents investigacions ens diuen que aproximadament el 60% de les persones que van patir fuetada cervical les seves seqüeles persisteixen 3 mesos després de la lesió ([Sterling, 2011](#)), que entre el 14 - 42% d'aquests pacients pateixen símptomes passats 6 mesos i un 10% dolor constant al llarg de la vida ([Carroll et al., 2008](#)). Es considera que es una malaltia crònica quan es sobrepassen els 3 mesos d'evolució ([Holm et al., 2008](#)). Si també tenim en compte que els símptomes que es pateixen inclús poden tenir absència de signes visibles ([Tanaka et al., 2018a](#)), es pot arribar a la cronicitat d'un dolor fins i tot sense 'adonar-nos compte'.

Els desordres WAD són difícils de tractar i es sol optar per un model d'intervenció interdisciplinari ([Magin & Auer, 2014](#)), tot i així degut a la complexitat natural dels desordres WAD la qualitat de vida del pacient es veu altament alterada. Val a dir també, que les guies clíniques s'empren per portar a terme el tractament d'aquests desordres només gaudeixen d'una petita evidència científica ([Anderson et al., 2018a](#)).

Les lesions originades per una fuetada cervical són multifactorials. Això vol dir que un gran nombre d'estructures corporals poden ser danyades i dificultar-ne la recuperació (Yadla John K Ratliff AE James S Harrop, 2007). Una d'aquestes variables és el sistema sensoriomotriu, un component que gaudeix de molt pocs estudis i una pobre evidència científica.

En aquest estudi posarem la nostra atenció en aquest factor intrínsec del nostre propi cos també susceptible de lesionar-se i que roman actiu abans, durant i després del moment desencadenant de la lesió. En addició, s'ha associat la seva utilitat a molts nivells d'aquest desordre com poden ser el pronòstic, diagnòstic i tractament. La seva millor comprensió podria millorar substancialment el nostre coneixement sobre els desordres WAD. Aquest està sistema està conformat per el sistema vestibular, visual, somatosensorial i propioceptiu. D'aquesta petita informació en podem extreure que el sistema sensoriomotriu del nostre cos no descansa mai i d'una forma o altre suposarà un factor que afectarà al pacient des de el primer moment en que pateixi la lesió fins que aconsegueixi rehabilitar-se o bé a desenvolupar cronicitat.

La forma més comuna de tractar el sistema sensoriomotriu és a part d'exercicis oculars. Aquests, han augmentat en protagonisme al llarg dels anys, però tot i així els estudis en els que s'estudia específicament la teràpia ocular enfront els desordres WAD són escassos i en addició, amb una molt baixa – baixa - moderada evidència científica.

Doncs, la condensació del coneixement que disposem avui dia de la teràpia ocular en els desordres WAD pot tenir una significativa rellevància en la aportació de llum en el tractament dels desordres WA, així com assentar una base teòrica per a fomentar la contribució d'assajos clínics futurs el qual podran aportar una evidència científica clara i llum sobre aquest tema.

La motivació per a realitzar aquest estudi també té un caire personal, ja que jo mateix vaig patir una fuetada cervical en un accident fent snowboard i el meu fisioterapeuta de confiança va fer molt d'èmfasi en la teràpia ocular en una fase precoç de la lesió. Considerant el resultats positius que vaig prendre, em va fer reflexionar i generar preguntes sobre el tema.

2. Hipòtesis

- Els programes d'exercicis que involucren la teràpia ocular faciliten el assoliment d'exercicis d'una dificulta major i/o milloren la qualitat de vida en el tractament conservador de desordres WAD.

3. Objectius

Objectius generals

- Recollir i condensar la informació amb evidència científica envers la teràpia ocular en el tractament de desordres WAD.
- Aclarir i especificar la utilitat de la teràpia ocular en el tractament de desordres WAD.

Objectius específics

- Realitzar un programa d'exercicis oculars específic per a persones que pateixen desordres WAD.

4. Metodologia

Per a portar a terme en aquest treball s'ha realitzat una revisió exhaustiva i sistematitzada dels articles científics que creiem que podien aportar informació rellevant entorn al nostre tema de treball. Amb o sense aportació d'informació envers la teràpia ocular. La no menció d'alguna de les paraules clau del nostre estudi no suposava un criteri d'exclusió, ja que els articles científics que abordaven el tractament conservador dels desordres WAD també ens podia resultar útil, a més de donar-nos perspectiva sobre les limitacions que poguéssim tenir en la realització d'aquest estudi.

4.1 Paraules clau

	Terme 1	Terme 2	Terme 3	Terme 5	Terme 6	Terme 7
Català	Tractament	Fuetada cervical	Desordres WAD	Dolor cervical	Sistema sensoriomotriu	Exercicis oculars
Sinònim	-	-	-	Dolor cervical crònic	Sensoriomotriu/ Disfuncions sensoriomotrius	Exercicis oculomotors
Espanyol	Tratamiento	Latigazo cervical	Desordenes WAD	Dolor cervical	Sistema sensoriomotriz	Ejercicios oculares
Sinònim	-	-	-	Dolor cervical crónico	Sensoriomotriz/ Disfunciones sensoriomotrices	Ejercicios oculomotores
Anglès	Treatment	Whiplash	Whiplash Associated Disorders	Neck pain	Sensorimotor system	Ocular exercises
Sinònim	-	Whiplash Injury	-	Chronic neck pain	Sensorimotor/ Sensorimotor dysfunction/	Oculomotor exercises

Tot això amb el fi de recaptar informació més essencial sobre la teràpia ocular i el tractament actiu modern dels desordres WAD.

Les bases de dades que s'han emprat són: PubMed, PEDro i Cochrane.

Després de fer una recerca en aquestes bases de dades es procedeix a discernir a través del títol i abstracte els articles necessaris per a la confecció del nostre estudi. La informació continguda en el interior dels estudis escollits, a la vegada era contrastada amb altres investigacions que contenien informació semblant, per tal de assegurar-nos que escollim la informació més actual, fiable o més completa.

4.2 Criteris d'inclusió i exclusió

En quan als criteris d'inclusió utilitzats en aquest estudi, val a dir que s'han utilitzat pocs filtres. En el apartat d'antecedents i situació actual s'han inclòs revisions científiques i assajos clínics publicats abans del 2010. En el apartat de resultats, només s'han inclòs assajos clínics del 2010-2020 i amb una evidència científica major de 5/10. Els criteris d'exclusió d'aquest estudi són les condicions que contràries dels propis criteris d'inclusió.

En articles on el seu títol no incloïa paraules clau de la teràpia ocular o sensoriomotriu era una variable més ferma, essent inclosos articles d'entre el 2005 fins avui dia. En articles on si s'incloïa paraules clau de la teràpia ocular o sensoriomotriu l'interval temporal ha sigut un pèl més extens (1995 fins a dia d'avui). La raó per la qual s'ha fet així és per la escassetat d'informació envers el cos del tema a estudiar.

4.3 Limitacions del estudi

El present estudi ha tingut certes limitacions o obstacles que s'han de tenir en compte.

Primerament, el nombre d'articles que en el títol figuren les paraules "*Whiplash-Associated Disorders*" i "*ocular exercises*" és pràcticament nul. En conseqüència, el nombre d'articles que s'han inclòs no fan una relació directa del tema a estudiar. Per tant, un cop trobats en aquest punts, la discriminació sobre la utilització de una informació o no ha recaigut sobre el criteri subjectiu del autor del present estudi.

Segonament, tant sols una base de dades emprada puntuava l'evidència científica dels assajos clínics. Això pot comportar a certa ambigüitat en la informació que aquest estudi proporciona, o bé, la disminució de la solidesa de la evidència científica.

Finalment, la complexitat fisiològica i funcional del sistema sensoriomotor en general i la falta d'acord en el consens universal entorn al paper que juga en els desordres WAD és un altre factor a tenir en compte en la interpretació dels resultats del estudi.

5. Record anatòmic i fisiològic

D'acord amb el objectiu del nostre estudi, no incidirem en accés en la comprensió anatòmica i biomecànica de la columna cervical, sinó que farem èmfasi en les estructures que estan relacionades amb el correcte funcionament sensoriomotriu.

5.1 Anatomia de la columna cervical

Quan el nostre cos es veu involucrat en un trauma que desencadena a posteriori un desordre WAD afecta de ple a una elaborada i complexa xarxa susceptible d'ésser lesionada. Per una banda tenim el teixit ossi, és a dir el crani i les 7 vèrtebres cervicals.



Figura 2. Imatges de les vèrtebres cervicals en 3 angles diferents (Essential 3D4 Medical Complete Anatomy)

Per l'altre banda tenim tot el teixit tou (discs intervertebrals, lligaments i músculs).

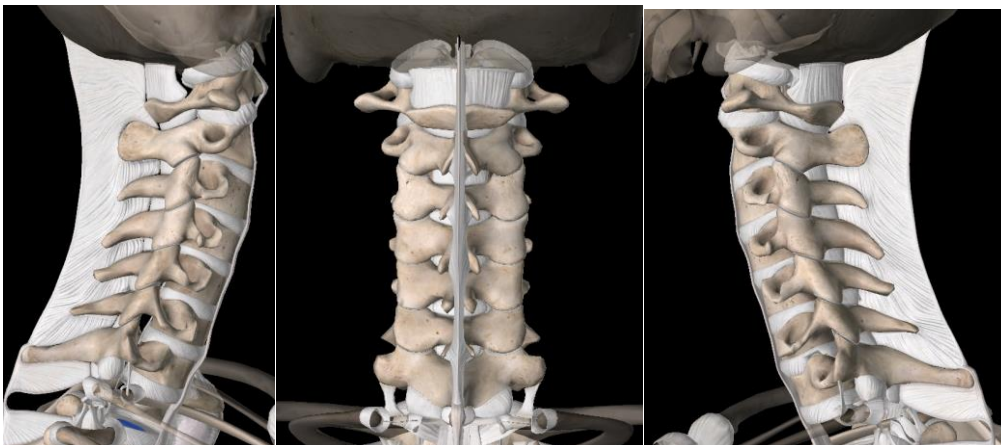


Figura 3. Imatges dels discs intervertebrals, càpsules articulars i alguns lligaments en 3 angles diferents de la columna cervical (Essential 3D4 Medical Complete Anatomy)

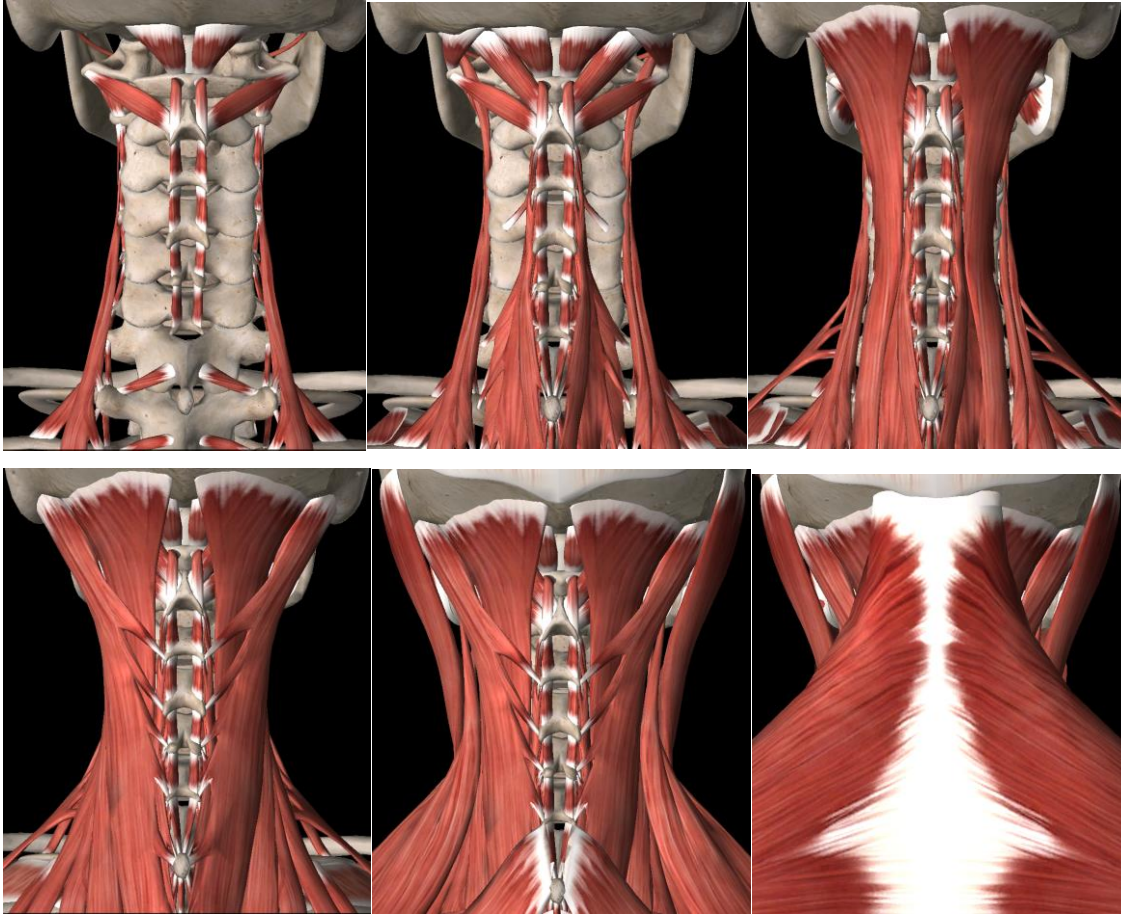


Figura 4. Músculs de la columna cervical ordenats des de la capa més profunda a la més superficial (Essential 3D4 Medical Complete Anatomy)

I finalment el teixit nerviós.

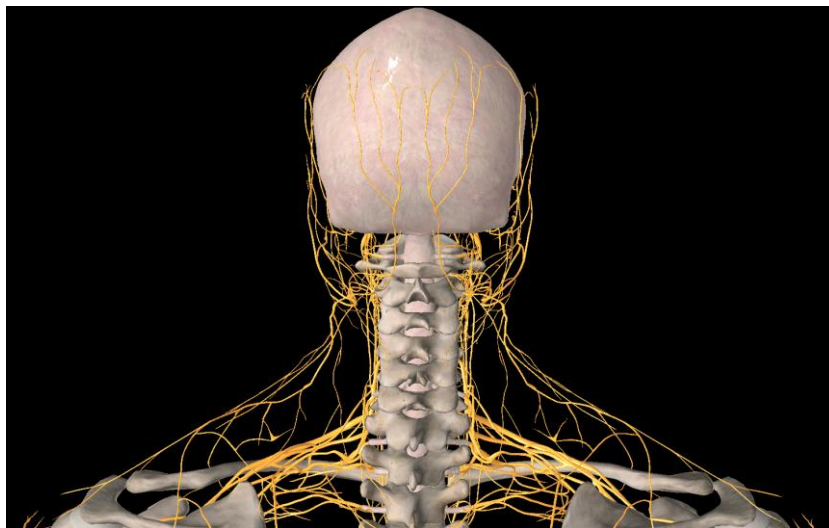


Figura 5. Xarxa nerviosa de la columna cervical on s'inclou els nervis perifèrics i el SNC (Essential 3D4 Medical Complete Anatomy)

5.2 Fisiologia del sistema del sistema sensoriomotriu

Com bé diu la pròpia paraula, el sistema sensoriomotor integra la informació sensorial i motora. Ha de ser un procés dinàmic, perquè les propietats o estímuls del nostre entorn canvien ràpid i repetidament i el sistema que té la habilitat de respondre adequadament d'acord a aquests canvis és el sistema sensoriomotor.

Aquests circuits sensorials i motores s'integren en un sol per crear una xarxa neuronal que s'implica en funcions vitals com el control postural, equilibri i consciència espacial, que a la vegada és dependent de les aferències vestibulars, visuals, cutànies i propioceptives. La alteració de només una d'aquestes es desencadena una alteració en la resta de components, provocant un dèficit sensoriomotriu (Córdova, 2003).

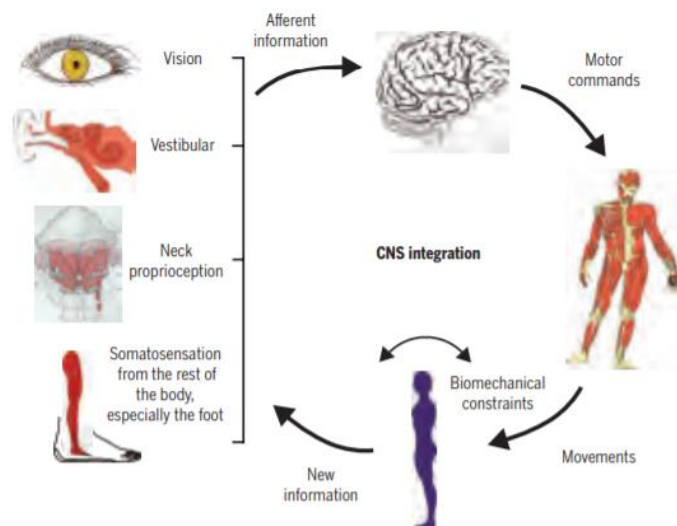


Figura 6. Imatge gràfica del funcionament del sistema sensoriomotriu (Kristjansson, 2009).

Per exemple, per a que els nuclis vestibulars funcionin correctament, a més de la informació que reben del aparell vestibular requereixen senyals propioceptives de diverses parts del cos, en especial dels músculs del coll. O també, els nuclis vestibulars envien eferències a diferents localitzacions fora i dins del tronc del encèfal, provocant respostes reflexes que ajuden a mantenir una correcta coordinació dels moviments oculars, el qual afavoreix al equilibri (Córdova, 2003).

Així doncs, el sistema sensoriomotriu es compon de 3 subsistemes: sistema somatosensorial (i propioceptiu), el sistema vestibular i el visual.

El primer es nodreix de la informació sensorial i mecanoreceptiva de la perifèria, proporcionada pel tràfic de informació aferent i eferent a través dels nervis, ja poden ser de la xarxa nerviosa del sistema nerviós perifèric (SNP) o del nervis cranials del sistema nerviós central (SNC).

	Nervi	Tipologia	Origen	Funció
I	Òptic	Sensorial	Retina	Visió
II	Oculomotor	Motor	Mesencèfal	Moviments oculars
IV	Troclear	Motor	Mesencèfal	Moviment oculars
VI	Abducens	Motor	Pont tronc encefàlic	Abducció del ull
VIII	Vestibuloclear	Sensorial	Conductes semicirculars, utricle i sàcul	Equilibri

Figura 7. Nervis cranials implicats en el sistema sensoriomotor.

Les senyals captades per els receptors sensorials es condueixen a determinades zones del SNC on s'emmagatzema la informació o s'elaboren respostes motores. Aquestes respostes motores poden activar funcions (flexió o extensió cervical), inhibir-les o modificar-les per obtenir noves informacions sensorials (desplaçament del cap per millorar informació visual). Així doncs, el sistema sensoriomotriu és interdependent amb ell mateix, ja que les respostes motores deriven de les sensorials (Córdova, 2003).

5.3 El sistema visual

El sistema visual detecta i interpreta la llum per crear una representació del ambient del voltant. Portar a terme tasques complexes, entre d'altres, la identificació i caracterització d'objectes visuals i avalua distàncies cap i entre objectes, guiant els moviments del cos en la relació al estímul.

Forma part de la xarxa neuronal del sistema sensoriomotor. Els sis músculs extra oculars voluntaris de cada ull són els efectors dels moviments dels ulls i qui dirigeixen la mirada. Els impulsos nerviosos que controlen la contracció arriben a través dels nervis cranials. A les motoneurons dels punts originals dels nervis cranials convergeix la informació elaborada per múltiples circuits neuronals del SNC per codificar el grau de contracció de cada un dels músculs en cada moment. La musculatura intrínseca del ull, regula el diàmetre pupil·lar i la curvatura del cristal·lí per a que els raigs lluminosos del entorn puguin configurar una imatge enfocada sobre la retina. La activitat de la musculatura intrínseca (acomodació), del sistema visual (visió) i de la

moció ocular (mirada) té que coordinar-se i fer 'biofeedback' constant per a que tingui lloc una normal experiència de percepció visual (Gila, Villanueva, & Cabeza, 2009).

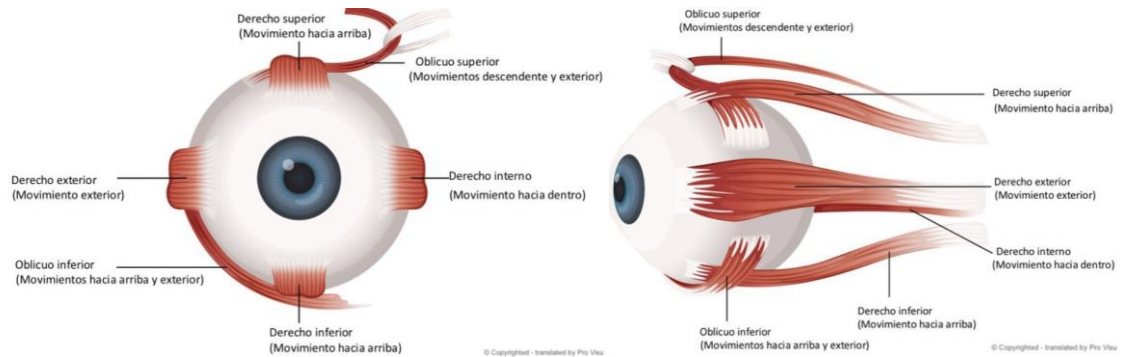


Figura 8. Musculatura extrínseca del ull. Imatge extreta de: («▷ Músculos del Ojo Humano 🧠👁️», s.d.)

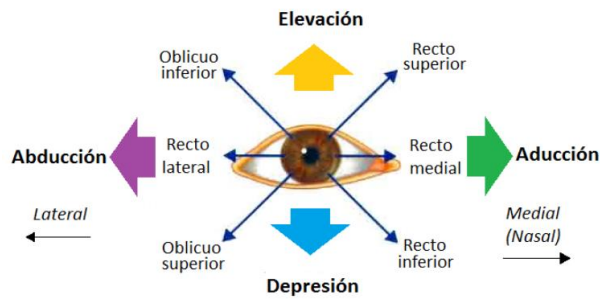


Figura 9. Moviments voluntaris provocats per la musculatura extrínseca. Imatge extreta de: («Leonardo Dimieri - Tesis de Licenciatura», s.d.)

Múscul	Innervació	Acció
M. Recte lateral	VI parell	Abducció (moviment cap a fora)
M. Recte mig	III parell	Adducció (moviment cap a dins)
M. Recte superior	III parell	Elevació, inciclotorsió, adducció
M. Recte inferior	III parell	Depressió, exciclotorsió, adducció

M. Oblic inferior	III parell	Exciclotorsió, abducció, elevació
M. Oblic superior	IV parell	

Figura 10. Taula representativa de la musculatura extrínseca del ull, innervació i acció.

5.4 Moviments oculars i reflexes

En el sistema oculomotor es pot definir una sèrie de moviments amb diferents comesos. Es distingeixen 3 tipus diferents de moviments oculars:

- Moviments automàtics de compensació dels moviments cefàlics (reflex vestibuloocular) i del entorn visual (reflex optocinètic) per establir la imatge a la retina i possibilitar la fixació voluntària de la mirada en un determinat punt.
- Moviments voluntaris per desplaçar la mirada de un punt a un altre del camp visual (moviments sacàdics) i en la persecució d'un estímul dinàmic.
- Moviments associats a la fixació ocular: tremolor, microsacades i derives.

Reflexes cervicoocular (COR) i vestibuloocular (VOR)

Els moviments del cap són captats per el sistema vestibular per generar moviments oculars que contrarestin el desplaçament del cap assegurant la estabilitat de la imatge en la retina. Són moviments oculars que es produeixen després d'estimular els òrgans vestibulars. Permeten mantenir la mirada sobre un punt a mesura que es desplaça el cap (moviment compensatori dels ulls). Quan el gir del cap és major que la possibilitat del moviment ocular dins la òrbita, el ull, en un moviment ràpid en el mateix sentit que el cap, es centra de nou per a reprendre el seu moviment compensatori lent (Córdova, 2003).

La informació sobre el moviment del cap arriba als nuclis vestibulars des de el aparell vestibular. Des de aquests nuclis vestibulars s'envia la informació als nuclis que innerven la musculatura extrínseca dels ulls. D'aquí sortirà la resposta reflexa cap a la musculatura extrínseca dels parells cranials III, IV i VI.

Reflex optocinètic

Funciona conjuntament amb els reflexes VOR i COR. Permet que fixem la mirada en un punt del camp visual, que ocupa la visió central, tot i que els estímuls visuals del camp perifèric estiguin en moviment. El sistema optocinètic assisteix al sistema vestibular en el desplaçament cefàlic de velocitat constant.

Moviments de seguiment o de persecució lenta (*Smooth pursuit movement*)

Són moviments voluntaris conjugats d'ambdós ulls per mantenir estabilitzada la imatge a la fòvea d'estímuls que es desplaçant lentament per el camp visual. La velocitat s'adapta al objecte.

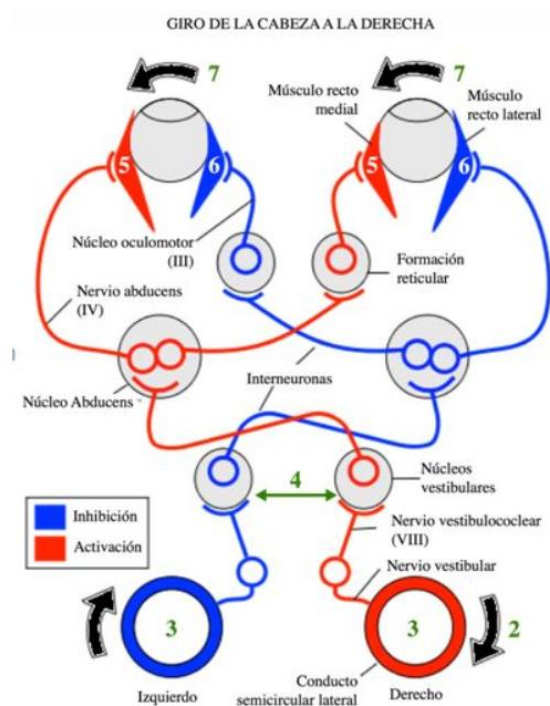


Figura 11. Funcionament del réflex vestibulococular. Imatge extreta de: («Explicación del VOR (Reflejo Vestibulo-Ocular) - SAERA», s.d.)

Moviments sacàdics

Són desplaçaments ràpids dels ulls entre dos punts de fixació. El rastreig visual de una escena es produeix mitjançant una successió de moviments sacàdics i les corresponents fixacions entre ells. Poden ser executats voluntàriament i auto induïts o en resposta d'estímuls visuals. La majoria d'aquests estímuls es realitzen per dirigir la mirada cap a un nou estímul però també allunyar-se d'ell.

Moviments de vergència

Són moviments de persecució en el que els ulls segueixen direccions oposades. Permeten una adequada alineació binocular en relació a la distància del punt de fixació per projectar la imatge sobre la retina dels dos ulls i obtenir una única imatge fusionada. En els moviments de convergència els ulls dirigeixen cap a la línia mitja per enfocar objectes propers mentre que en els moviments de divergència succeeix el contrari.

Fixació ocular

Quan fixem la mirada en un punt determinat, la imatge procedent del mateix incideix sobre la zona de major resolució que és la fòvea. Però, durant la fixació els ulls no es mantenen immòbils sinó que realitzen constants i involuntaris moviments de petita amplitud.

Altres reflexes de estabilització

- Reflex vestibulocervical: manté el cap en una posició que permet als nuclis vestibulars estar preparats per percebre el següent moviment.
- Reflex vestibulospinal: portar a terme els moviments corporals per mantenir la estabilitat postural.
- Reflex cervicocòlic: manteniment del to del músculs cervicals.

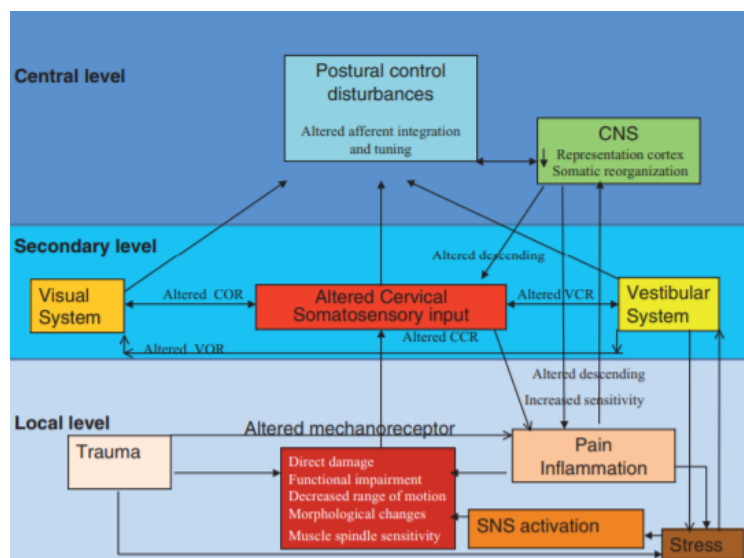


Figura 12. Imatge gràfica de les causes originals de les perturbacions del control postural després d'un trauma de fuetada cervical. CNS indica sistema nerviós central; VOR, reflexe vestibuloocular; VCR, reflexe vestibulocòlic; COR, reflexe cervicoocular; CCR, reflexe cervicocòlic. Extreta de: (Treleaven, 2011)

En relació amb els desordres WAD

Una lesió característica dels desordres WAD pot alterar a un gran nombre dels factors mencionats en aquest record anatòmic i fisiològic. Sobretot, si tenim en compte les moltíssimes connexions neurofisiològiques del sistema sensoriomotor, una alteració d'un d'aquests components desencadena una reacció en cadena al que es veuen afectats la resta de components sensoriomotrius.

6. Fisiopatologia dels desordres WAD

En el apartat anterior hem pogut veure la gran quantitat d'estructures que conformen les cervicals i això fa que la presentació clínica dels desordres WAD sigui molt heterogènia, variable i especial en cada cas.

Els mecanismes biomecànics que caracteritzen als desordres WAD encara són llargament desconeguts. Fins i tot enigmàtics en estadis crònics. És difícil tenir clar com ha succeït i procedit la lesió tenint en compte que les col·lisions en accidents de trànsit hi han molts factors que intervenen (velocitat, inèrcia, direcció, equipament de seguretat, tipus de xoc). Si els desordres WAD només es produïssin en accidents de trànsit podríem focalitzar el estudi biomecànic en ells, però també sabem que es poden produir d'altres formes com caigudes, abusos físics, etc. En definitiva, és molt difícil contestar adequadament a preguntes com:

- Com s'han produït els danys? Podem justificar de forma precisa quins són els diferents afers biomecànics que s'han de tenir en compte?
- Exactament, quines estructures corporals es veuen implicades en els desordres WAD i en quin moment es danyen cadascuna d'elles?

Aquest tipus de preguntes encara no han pogut ser respostes d'una forma clara i curta, però gràcies a tot el conjunt d'estudis dels que gaudim avui dia podem dir, amb una evidència contundent, que tant ossos, càpsules articulars, articulacions, discs vertebrals, lligaments, músculs, nervis, vasos sanguinis, pell poden veure's involucrats. En la majoria de casos, donant tot un seguit de símptomes neurològics.

Per a la fractura òssia, el xoc ha d'ésser d'una gran energia cinètica i si ve precedit d'una fuetada cervical és una seqüela molt greu. Passa a ser un cas clínic d'elevada complexitat i quasi be fora d'ésser categoritzada com a conseqüència d'una fuetada cervical.

Les articulacions intervertebrals i les seves càpsules articulars poden veure's fàcilment afectades, ja que per molt baixa energia cinètica que caracteritzi el xoc, vessaments articulars, inflamació sinovial, sinovitis en les articulacions facetaries... són fàcilment reproduïbles. (Tanaka et al., 2018b). En els últims anys s'està fent especialment incís en el estudi de les articulacions zigapofisàries.

En el cas dels discs cervicals, la brusca fuetada cervical pot fer excedir fàcilment els límits fisiològics del anell fibrós dels discs vertebrals (Curatolo et al., 2011).

Amb una ràpida cerca també és fàcil trobar investigacions científiques que relatin troballes en alteracions lligamentoses (com distensions i esquinços lligamentosos; ruptures de fibres musculars o alteracions en el funcionament neuromuscular). Les distensions lligamentoses són llargament conegudes i formen part de la base de coneixement per classificar la gravetat de les lesions d'un desordre WAD. Es fan substancioses correlacions amb el lligament alar, lligament

transvers, lligament longitudinal anterior, lligament groc, entre d'altres (Tanaka et al., 2018b). En quan a la musculatura, es especialment vulnerable en aquest tipus de desordres la musculatura profunda cervical (degut a la gran capacitat propioceptiva) com els multífids o el semi espinal . (Tanaka et al., 2018b) però en general tota musculatura axial i apendicular de les cervicals pot patir alteracions en la seva activitat neuromuscular (Mang, Siegmund, & Blouin, 2014).

Seccions en la artèria vertebral o pinçaments nerviosos, molt comunament en la arrel nerviosa posterior també ha sigut detectat en pacients que pateixen desordres WAD (Tanaka et al., 2018b).

Totes aquestes lesions provocades per els desordres WAD, poden provocar en gran mesura símptomes neurològics secundaris, afectant de múltiples formes al sistema sensoriomotor i en la nostra qualitat de vida.

Símptomes neurològics després de la lesió de la fuetada cervical	Mal de cap	Migranya Cefalea tensional Mal de cap cervicogènic Desarreglo de la articulació temporomandibular Neuràlgia o cefalea occipital
	Símptomes cognitius i psicològics	Memòria, atenció o concentració discapacitada Insomni Desordres psiquiàtrics, ansietat, depressió, fòbia a viatjar, desordres d'estrès posttraumàtic
	Mareig	Disfuncions vestibulars Origen cervical Disfuncions del bulb raquidi
	Símptomes visuals	Visió borrosa Reducció del camp visual Fotofòbia Fusió visual distorsionada Dificultats en conduir o llegir Reduïda acomodació
	Parestèsies	Punts gatell Plexopatia braquial Radiculopatia cervical Compressió medul·la espinal
	Debilitat	Plexopatia braquial Radiculopatia cervical Compressió medul·la espinal
	Símptomes extranyys	Torticolis Tremolor Amnèsia global transitòria Paràlisi del nervi hipoglòs Hematoma epidural cervical Paràlisi nervi laringi superior Infart del bulb raquidi Malformació simptomàtica de Chiari

Figura 13. Símtomes neurològics després de la lesió provocada per la fuetada cervical. (Tanaka et al., 2018a)

A més d'aquests símptomes neurològics, hem de sumar-li tot el repertori de signes de les alteracions musculoesquelètiques, com ara rigidesa muscular, pèrdua del rang de moviment cervical normal, errònia posició cervical (en anglès JPE, *Joint Position Error*), hipersensibilitat al dolor, por al moviment i pèrdua de l'equilibri i el control postural.

7. Quebec Task Force Classification

La *Quebec Task Force Classification* és contempla com la forma més comuna de classificar la gravetat dels desordres WAD. Conté símptomes cervicals i neurològics, així com fractures de la columna vertebral o dislocacions, i és dividida en 5 graus del 0 al IV (15, 16). Els graus 0, I, II corresponen a la anomenada 'fuetada cervical' i els graus III i IV es reserven per a classificar lesions relacionades amb la medul·la espinal. Símptomes com mareig, tinnitus, mal de cap, pèrdua de memòria i dolor de la articular temporomandibular poden aparèixer a qualsevol grau (Tanaka et al., 2018a).

Classificació clínica dels desordres WAD proposat per la <i>Quebec Task Force</i>	
Grau	Presentació clínica
0	No queixes de dolor cervical No signes físics
I	Queixa de dolor cervical, rigidesa o sensibilitat No signes físics
II	Queixa cervical Signes musculesquelètics Disminució rang de moviment Punts hipersensibles
III	Queixa cervical Signes musculesquelètics Signes neurològics inclosos Debilitat muscular Dèficits sensorials
IV	Queixa cervical i fractura o dislocació

Figura 14. Classificació clínica dels desordres WAD proposat per la *Quebec Task Force* (Tanaka et al., 2018a)

Espectre clínic dels desordres WAD proposat per la <i>Quebec Task Force</i>		
Grau	Presumpta patologia	Presentació clínica
I	Lesió microscòpica o multi microscòpica La lesió no és suficientment seriosa per causar un espasme muscular	Sovint es presenta al doctor passades les 24 hores del trauma
II	Esquinç cervical i hemorràgia al voltant de teixit tou Espasmes musculars secundaris a la hemorràgia o inflamació	Sovint es presenta al doctor dintre de les primeres 24 hores Inespecífica irradiació cap el cap, cara, regió occipital, espatlles i teixit tou dels braços Dolor cervical amb rang de moviment limitat
III	Lesions al sistema neurològic per lesió mecànica o irradiació secundària a la hemorràgia o inflamació	Sovint es presenta al doctor en les primeres hores Rang de moviment limitat combinat amb símptomes neurològics

Figura 15. Espectre clínic dels desordres WAD proposat per la *Quebec Task Force* (Tanaka et al., 2018a)

8. Antecedents i situació actual

8.1 Antecedents i situació actual del tractament actiu dels desordres WAD

El conjunt de lesions que provoquen desordres WAD han sigut sempre difícils de tractar. Hi han factors que encara avui dia romanen desconeguts. A més, la complexa xarxa estructural i les connexions neurològiques que caracteritzen a les cervicals fa que hi hagin una gran quantitat de variables a tenir en compte alhora d'iniciar un tractament adequat.

Feia no gaire més de 20 anys que s'aplicaven mesures com aplicació de un collar tou per a la restricció del moviment cervical, fàrmacs i repòs. Però, ràpidament aquest tipus de tractament varen quedar descartats, ja que la immobilització de la zona a llarg termini no ajuda a la superació d'aquests desordres. Anant d'un extrem a un altre, es va veure que donaven resultats molt més positius els tractaments que encoratjaven la mobilització precoç, tractament actiu i intentar mantenir les activitats diàries (Verhagen, Peeters, de Bie, & Oostendorp, 2000). També es recomanaven seguir intervencions interdisciplinàries per un tractament més complet (P, 1999).

Un altre punt d'inflexió important en aquell temps va ser adonar-se'n de que els símptomes que es poden patir no només són musculoesquelètics (distensió de lligaments, alteracions en la columna cervical...) sinó que també hi havia un ampli ventall de símptomes neurològics (mareig, vertigen, inestabilitat, perturbacions visuals i auditives, disfuncions cognitives, parestèsies...) (R & AS, 1999). Uns anys més endavant s'identificarien símptomes relacionats amb la cronicitat com la hipersensibilització (Davis, 2001) o amb alteracions en el funcionament neuromuscular dels músculs cervicals (Nederhand, Jzerman, Hermens, Baten, & Zilvold, 2000) (Jull, Kristjansson, & Dall'Alba, 2004).

En el any 2004 sorgeix un revisió científica que ens diu que per el tractament agut de desordres WAD de grau II, un pla de tractament que inclogui activitat física, teràpia cognitiva conductual i exercicis de coordinació és el tractament més recomanat (Seferiadis, Rosenfeld, & Gunnarsson, 2004). Una altra investigació ens dona informació interessant dient que aclarir els criteris de diagnòstic a tenir en compte i la utilització de guies clíniques conqueriran el cost econòmic tan associat aquest tipus de lesions. A més, només una porció petita de la evidència científica és integrada en les pràctiques clíniques de valoració i tractament de les fuetades cervicals (Gautschi, Frey, Cadosch, & Zellweger, 2007).

Des de les troballes de (Seferiadis et al., 2004), s'han fet millores en el tractament dels desordres WAD, precisant o millorant el coneixement, però a fi de comptes el tractament segueix en una línia molt semblant.

Incloure exercicis específics cervicals en substitució del terme general 'activitat física' han donat resultats molt positius. (Keuter, Minderhoud, Verhagen, Valk, & Rosenbrand, 2009) (Wiangkham, Duda, Haque, Madi, & Rushton, 2015) (Anderson, Yeung, Tong, & Reed, 2018b). Exercicis de força, flexibilitat, de millora del rang de moviment (Southerst et al., 2016).

Posar èmfasi en factors biopsicosocials post lesió característics del conjunt de desordres WAD, com ara el estrès, ansietat, por al moviment, limitació per realitzar les activitats bàsiques de la vida diària i en general la disminució de la qualitat de vida prenen importància tant en valoració

com en tractament i recomanen adherir la teràpia conductual en el pla de tractament (Bring, Åsenlöf, & Söderlund, 2016) (Sterling, Smeets, Keijzers, Warren, & Kenardy, 2019).

També s'han vist millores en el dolor o simptomatologia amb la inclusió de teràpia manual com a teràpia complementària (Miller et al., 2010) (Bussières et al., 2016). Un aspecte especialment important va ser la conscienciació de la importància que té la simptomatologia neurològica i el sistema sensoriomotriu en la fisiopatologia dels desordres WAD.

Podem resumir a través de la última guia clínica publicada que aborda els desordres WAD la situació actual del tractament dels desordres WAD. Ens diu que per desordres WAD d'evolució entre 0 – 3 mesos el més recomanable és adherir un tractament de cuidat multimodal (teràpia manual o mobilització articular, altres tècniques per teixit tou, educació i exercicis). Per pacients amb desordres WAD persistents més de 3 mesos es recomanen estiraments, aeròbic, exercicis de força, exercicis supervisats d'activitats funcionals i de coordinació i consells per el dia a dia (higiene postural, mantenir la activitat diària, exercicis cervicals per augmentar rang de moviment i un adequat acompanyament farmacològic). En ambdós casos, el maneig de factors biopsicosocials com el estrès també ha de formar part del tractament. (Bussières et al., 2016).

D'acord amb la troballa de (Gautschi et al., 2007), en aquesta guia clínica no hi trobem molta terminologia que englobi conceptes sensoriomotors, així que ho podem explicar de dos maneres; o bé els exercicis oculars i de treball sensoriomotor es troben inclosos en els exercicis de (Bussières et al., 2016) o bé (Gautschi et al., 2007) tenia raó i ens haurem d'esperar uns quants anys per veure un guia de pràctica clínica amb inclusió específica d'exercicis oculars.

8.2 Antecedents i situació actual de la teràpia ocular en els desordres WAD

D'acord amb el últim punt del tema anterior, la teràpia ocular ha guanyat protagonisme en la literatura científica des de que s'ha establert la importància de les disfuncions sensoriomotores entorn als desordres WAD. Tot i així, segueix essent un tema molt novell amb poca evidència científica.

Sobre els anys 90 sorgeixen els primers assajos clínics on trobem que es menciona alteracions visuals. Són articles encarats a tan sols detectar aquestes alteracions (Hildingsson, Wenngren, Bring, & Toolanen, 1989) (K, S, H, & S, 1995) (Gimse, Bjørgen, & Straume, 1997). Al 1995, es veu que els exercicis de membre superior seguint el moviment amb la mirada dona bons resultats (Fitz-Ritson, 1995), però no tracta com a tal els ulls. També vora aquells anys, es troben els primers assajos clínics que relacionen el sistema visual amb altres alteracions sensoriomotrius com és pot ser l'estabilitat postural (Gimse, Tjell, Bjørgen, & Saunte, 1996) i s'aplica el primer test ocular en relació al diagnòstic (Tjell & Rosenhall, 1998). Un article del 1998, afirma contundentment que la restricció de moviment cervical i els canvis propioceptius afecten a la musculatura voluntària dels ulls en pacients que han patit una fuetada cervical (Heikkilä & Wenngren, 1998).

Un dels primers articles de revisió científica en mencionar termes com 'pertorbacions visuals' el trobem al 1999 (R & AS, 1999). Aquest article també menciona altres disfuncions sensoriomotores i fa algunes relacions teòriques de causalitat entre elles, però en ningun moment parla de com tractar-ho. Que no es vegin indicats exercicis sensoriomotors en el tractament es pot deure a les afirmacions d'altres estudis, en els que diuen que en general els símptomes visuals tendeixen a resoldre's completament amb el temps (Burke et al., 1992) o al

predomini de tractaments vigents amb més evidència científica com fer activitat física en general i mantenir-se actiu.

En els pròxims 10 anys, hem pogut trobar altres assajos clínics de significativa importància ja que aporten noves connexions entre el sistema visual i els desordres WAD. Per exemple, es relaciona amb alteracions en reflexes com el COR i el VOR (Kelders et al., 2005) (Montfoort et al., 2006)(Montfoort, Van Der Geest, Slijper, De Zeeuw, & Frens, 2008).

També en el any 2006, hem pogut trobar un assaig clínic interessant que relaciona directament les lesions per fuetada cervical i les disfuncions oculomotores. Menciona que sovint pacients que han patit fuetada presenten disfuncions oculomotores relacionades amb perturbacions cervicals o vestibulars. Després d'un procediment metodològic objectiu, conclou que la rehabilitació oculomotora pot resoldre discapacitats en la funció vestibular i que sense una rehabilitació de la musculatura oculomotora altres teràpies no aconseguiran el efecte esperat (Storaci et al., 2006).

La següent revisió sistemàtica rellevant cau al any 2008, on s'engloba les perturbacions sensoriomotors en els desordres cervicals. Resulta un article interessant perquè estableix múltiples relacions i interaccions entre diferents components del sistema sensoriomotriu i desordres cervicals. A grosso modo podem resumir que els receptors cervicals tenen importants connexions amb el aparell vestibular i visual i de la mateixa manera amb el SNC. Les disfuncions en els receptors cervicals poden alterar els inputs aferents canviant la integració del control sensoriomotor. Alguns canvis mesurables que podem veure són la sensibilitat en la posició articular, control del moviment ocular, estabilitat postural i mareig en pacients amb desordres cervicals. A més, aquesta revisió també inclou com ha de valorar-se i tractar-se les perturbacions visuals (musculatura oculomotora, estabilitat de la mirada, seguiment ocular, moviments sacàdics, coordinació cefàlica ocular). El article conclou que els canvis en el control sensoriomotor en general mereixen ser valorades i tractades de forma individualitzada i fet a mesura per el pacient que tenim davant (Treleaven, 2008).

Valoració clínica de moviments oculars		
Moviments oculars valorats	Musculatura oculomotora	Estabilitat de la mirada: es demana al pacient mantenir els ulls focalitzats en un punt mentre es realitzen activament moviment de flexió, extensió, rotació i inclinació del cap
		Seguiment ocular: es demana al pacient mantenir el cap quiet mentre segueix amb els ulls un estímul que es mou lentament de costat a costat. El test és repetit amb el cap quiet però amb el tronc rotat 45º. El test es repeteix a l'altre costat.
		Moviment ocular sacàdic: el pacient manté el cap quiet i fixa la mirada en un estímul que és ràpidament mogut en diferents direccions.
		Coordinació cefàlica ocular: el pacient mou els ulls i el cap en un mateix sentit focalitzant la mirada en un punt que es mou en diferents direccions.

Figura 16. Valoració clínica de moviments oculars (Treleaven, 2008).

Pla de tractament progressiu d'exercicis oculomotors			
Variable	Inici	Progrés	Més progrés
Estímul	Un punt	Paraula	Targeta de presentació
Rerefons del estímul	Senzill	Ratlles	Taula d'escacs
Posició del pacient	Decúbit supí – sedestació	De peu	Caminant
Posició cervical	Neutra	Rotació de 30º	Rotació de 45º
Velocitat	Lenta	Mitjana	Ràpid
Visió	Sense restricció	Restricció de la perifèria	Restricció de la perifèria
Rang de moviment	Petit	Mitjà	Llarg
Duració del exercici	30 segons	1-2 minuts	5 minuts
Freqüència del exercici	2/dia	3/dia	5/dia

Figura 17. pla de tractament progressiu d'exercicis oculomotors (Treleaven, 2008).

Un altre programa d'exercicis oculars i vestibulars és trobat per pal·liar símptomes neurològics (Kristjansson & Treleaven, 2009).

Una altre revisió científica del 2011 en el que s'aborda la transició a la cronicitat de lesions originades per fuetades cervicals dóna gran importància al control postural, mareig i pertorbacions visuals i vestibulars perquè aquestes estan presents de forma precoç i gaudeixen d'un pronòstic molt pobre. Sinó es tracten aquests factors és fàcil arribar a la cronicitat d'aquesta la lesió i transformar-se en una 'malaltia' com a tal (Treleaven, 2011). Prestem atenció doncs a aquests factors per evitar la transició a la cronicitat. El mateix autor fa un estudi semblant del qual en podem extreure que a part dels símptomes, la valoració de factors discapacitats (mala posició articular, sensació de moviment, mobilitat articular i equilibri estàtic i dinàmic) han de formar part de la rutina de valoració en aquells pacients amb traumàtic dolor cervical. Una vegada s'ha valorat correctament, un programa d'exercicis fet a mesura hauria d'ésser implementat (Treleaven, 2017).

Sovint el sistema visual i els desordres WAD s'han relacionat no per abordar el tractament sinó per utilitzar els moviments oculars com a eina de diagnòstic. La següent revisió científica repassa la evidència actual en els canvis en els moviments oculars en pacients amb WAD i explica com s'han testat les alteracions. En la majoria d'estudis, els pacients mostraven alteracions en els reflexes oculars i en el moviment de persecució lent el qual fa discapacitat la coordinació cefàlica ocular. En aquesta revisió s'han examinat 3 formes de moviment amb diferents testos: coordinació cefàlica ocular, moviment de persecució lent i reflexes d'estabilització ocular. La utilitat dels mètodes emprats i la mostra de pacients difereix significativament entre estudis. En el present no hi ha un sol test que proveeixi la informació requerida. Una específica combinació de diversos mètodes pot ser la opció més còmoda per a determinar la motricitat ocular. En el

present, el test de coordinació cefàlica ocular és el test més còmode per el ús clínic (Britta Kristina Ischebeck et al., 2016).

Test usats per el diagnòstic de moviments oculars		
Moviments oculars valorats	Coordinació cefàlica ocular	Test 1: Estabilitat de la mirada + moviment rotatori del cap: mantenir els ulls fixats en un punt mentre es mou el cap Test 2: test <i>SHEM</i> : moviment seqüencial on primer els ulls es mouen en una direcció i després ho fa el cap en el mateix sentit.
	Moviment de seguiment lent	Test 3: Moviment de seguiment ocular amb el cap en posició neutra + 2 velocitats diferents Test 4: Moviment de seguiment ocular amb el cap rotat 45º + 2 velocitats diferents
	Estabilització de reflexes	Test 5: En una habitació adaptada i a les fosques, es col·locarà un aparell de llum infraroja de seguiment ocular.

Figura 18. Tests usats per el diagnòstic de moviments oculars alterats. (Britta Kristina Ischebeck et al., 2016).

Per resumir, la informació més significativa de la que disposem avui dia entorn al ús del sistema visual en els desordres WAD podem dir que les alteracions oculars s'han comprovat que hi són presents en aquest tipus de població, que testos oculars són útils com a eina de diagnòstic però de forma conjunta ja que no s'ha trobat un test específic per els diferents moviments oculars i que s'han creat els primers esbossos per a la valoració i programes d'exercici ocular.

9. Resultats

Smooth Pursuit Eye Movement Deficits in Patients With Whiplash and Neck Pain are Modulated by Target Predictability

Estudi transversal que té com a objectiu investigar el efecte de la rotació cervical en el moviment de persecució visual en resposta a un punt làser com estímul. Per a valorar-ho, hi hauran dos condicions experimentals: d'estímuls movent-se de forma predictable i no predictable. La metodologia que utilitzarem per portar-ho a terme consistirà en assentar el pacient en una cadira que efectua moviments rotacionals en diverses posicions. La cadira pot efectuar moviments predictibles i no predictibles. Es fixa el cos, per induir la torsió cervical (causada per la moció de la cadira). 3 grups d'estudi: individus sans (20 individus), 55 persones amb dolor cervical (11 amb desordres WAD i 44 No – WAD). S'utilitza un vídeo-oculògraf per gravar els moviments oculars. Es va usar el test SPNT (*Smooth Pursuit Neck Torsion*). Els pacients sans van tenir un moviment ocular més elevat que en pacients amb dolor cervical, obtenint millors puntuacions en el experiment d'estímuls movent-se de forma predictable. Els pacients amb dolor cervical tenen reduït el seu moviment de persecució visual, i és degut a la torsió cervical. En pacients amb desordres WAD les puntuacions en el test SPNT són significativament millors en

moviments predictibles. Com a conclusió, el moviment de persecució visual en pacients amb dolor cervical es afectat i sembla ser que la torsió cervical és modificada per la predictibilitat del moviment del estímul. Les perturbacions oculomotores observadores són induïdes per un conjunt de discapacitats, no només per la lesió aïllada del sistema propioceptiu ([Janssen et al., 2015](#)).

The Effect of Three Exercise Approaches on Health-Related Quality of Life, and Factors Associated With Its Improvement in Chronic Whiplash-Associated Disorders: Analysis of a Randomized Controlled Trial

Anàlisi d'un assaig clínic aleatoritzat prèviament existent. L'objectiu del estudi fou avaluar si els exercicis específics cervicals, amb o sense enfocament conductual, milloraven la qualitat de vida en comparació amb la prescripció d'activitat física en desordres WAD grau 2 i 3. Un objectiu secundari era identificar factors associats a la millora de la qualitat de vida. S'han inclòs en el estudi 162 individus repartits en 3 grups diferents: NSE (*neck specific exercises*), NSEB (*neck specific exercises with behavioral approach*) o PPA (*physical activity*). Els individus varen ser col·locats aleatòriament durant 12 setmanes a PPA, NSE o NSEB. Es van utilitzar els tests de qualitat de vida EQ-5D 3L / EQ-VAS i SF-36v2. Es van recollir els resultats després dels 3, 6 i 12 mesos.

Els grups NSE i NSEB donaren millors resultats que PPA en tots els tests escollits per el estudi. Es van observar millores sobre el pas del temps en EQ-5D / EQ-VAS per al grup NSEB. Els factors associats a la millora de la qualitat de vida als 6 mesos del estudi varen ser els relacionats amb el benestar cervical i factors psicosocials com la depressió o la capacitat de treball. Com a conclusió, els exercicis específics cervicals particularment amb un enfocament conductual, tenen un impacte més positiu en els aspectes relacionats amb la qualitat de vida que la prescripció d'activitat física en els graus 2 i 3 de la WAD crònica ([Landén Ludvigsson, Peterson, & Peolsson, 2019](#)).

The Influence of Cervical Movement on Eye Stabilization Reflexes: A Randomized Controlled trial

Estudi transversal que valora la influència de la quantitat de moviment en els reflexes COR i VOR en pacients sans. Hi han 2 grups d'intervenció: hipocinèsic funció (1hora) i hiperkinèsia (20minuts). Una replicació del grup hipocinèsic es va portar a terme (2 hores). En el grup hipofunció s'immobilitzava el coll amb un collarí tou i en el hiperkinèsia moure el cap constantment en múltiples direccions. Les dades varen ser recollides abans i després dels experiments.

En la grup hipocinètic el reflex COR no es va veure afectat, però el VOR si (29'6%). El rang de moviment va disminuir lleugerament. En el hiperkinètic no es va veure afectat cap paràmetre. En la replicació de 2 hores del grup hipocinètic el reflex COR va incrementar un 81'8% mentre que el reflex VOR i el rang de moviment no es varen veure alterats. En la comparació entre les dos versions del grup hipocinètic s'observen diferents canvis. El rang de moviment va diferir significativament.

La quantitat de moviment cervical influència l'actuació dels reflexes oculars com a part del sistema del sistema visual. els reflexes augmenten sobretot després de la immobilització i no

gaire en la estratègia oposada. Això suggereix que el moviment cervical influeix les perturbacions visuals. Els reflexes s'adapten a les condicions del medi a una escala diferent (Britta K. Ischebeck et al., 2018).

Characteristics of Visual Disturbances Reported by Subjects with Neck Pain

El objectiu d'aquest assaig clínic és reportar la prevalença, problemàtica i magnitud de les perturbacions visuals amb dolor cervical. Formen part del estudi 70 persones sanes i 70 amb dolor cervical. Es van utilitzar escales com la VCI (*Visual Complex Index*) i la DHISf (*Dizziness Handicap Index short form*). Tothom va tenir que emplenar uns qüestionaris en els que mostraven un repertori de 16 símptomes visuals, el qual se'ls tenia assenyalar en cas de patir-ne. Les queixes visuals amb més prevalença foren 'necessitar de concentrar-se al llegir' (70%), 'sensibilitat a la llum' (58'6%) i fatiga visual (57'1%) i les de magnitud 'concentrar-se al llegir' (3'4/12 persones) i 'fatiga visual' (3/12 persones). Els pacients amb dolor cervical tenien unes puntuacions significativament més altes en VCI que en pacients sans. Els resultats poden ajudar a un diagnòstic diferencial. Els símptomes visuals poden estar relacionats amb les perturbacions del moviment ocular en persones amb dolor cervical (Treleaven & Takasaki, 2014).

Innaccurate Saccades and Enhanced Vestibulo – Ocular Eye-Head Movements in Patients with chronic Neck Pain: Possible Implications for Cervical Vertigo

Es vol determinar si la reducció de moviment cervical és degut a alteracions provocades pel dolor cervical altera la inhibició del reflex VOR i la precisió dels moviments sacàdics afectant a la dinàmica de moviment en pacients amb dolor cervical. És un estudi experimental de 7 persones sanes i 8 pacients. S'ha mesurat el reflex VOR, els moviments cefàlics i la mirada utilitzant un oculògraf. Els individus del estudi realitzaren moviments sacàdics en ordre de seguir un punt làser que servia com a estímul. Es va utilitzar una cadira rotacional per portar a terme les condicions del experiment. Durant el experiment, els individus se'ls hi demanava fer els moviments cefàlics normals i després moviments més llargs.

En els individus sans s'observà una relació equilibrada entre els moviments cefàlics i la activació del reflex VOR., que aquest es veia normalment inhibit durant la realització del moviment. el equilibri es veia restaurant en la tornada ala calma. En els pacients, durant el moviment normal la contribució del cap en visualitzar el estímul era tan sols de un 6% a la vegada mantenint inhibit el reflex VOR. El moviment ocular era controlat per algun altre factor. Quan s'ha li demanava al pacient fer moviments més llargs, el reflex VOR s'activava una mica mes, equilibrant la interacció dels moviments cefàlics i el reflex VOR. A més, els moviments oculars eren imprecisos.

Com a conclusió, els pacients amb dolor cervical produeixen imprecisions en el moviment sacàdic. Els comandaments interns que control aquesta moviment suprimeixen el reflex VOR en ordre de realitzar una mirada més precisa. Els pacients amb dolor cervical són capaces de fer llargs moviments cefàlics, però per la pròpia experiència dolorosa són de menys qualitat. La inhibició del reflex VOR és desproporcionat (Johnston, Daye, & Thomson, 2017).

Effectiveness of an Eye-Cervical Re-Education Program in Chronic Neck Pain

El objectiu del estudi és valorar la efectivitat d'un entrenament propioceptiu amb ECRP (*Eye-Cervical Re-Education*) per tractar el dolor i la sensació errònia en el posicionament articular en pacients amb dolor cervical crònic. Assaig clínic aleatoritzat amb 2 intervencions diferents: 22 persones rebran una intervenció multimodal i 22 persones rebran el mateix amb tractament i ECRP. La intervenció multimodal consisteix en termoteràpia, massoteràpia i el TENS (estimulació nerviosa transcutània). Es van tenir en compte el rang de moviment i el dolor en punts gatell. El ECRP inclou exercicis oculars i posturals.

El grup ECRP va obtenir diferències significativament positives en punts gatell en trapezi, elevador de la escàpula i esplení. A més, es va millorar substancialment el rang de moviments en comparació amb el grup control. No es van trobar diferències rellevants en quan al dolor. Com a conclusió, el programa ECRP és efectiu en la disminució del dolor en musculatura cervical, en rang de moviment i en propiocepció postural del cap comparat amb el grup control (Pérez-Cabezas et al., 2020).

Influence of Vestibular rehabilitation on Neck Pain and Cervical Range of Movement among Patients with Whiplash-Associated-Disorder: A Randomized Controlled Trial

Aquest estudi vol veure la influència que tenen els exercicis vestibulars en el tractament del dolor i el rang de moviment. Un grup control i un grup d'estudi al que s'ha li va adherir un pla de tractament que incloïa exercicis vestibulars i moviments del cap i tronc. Es van utilitzar escales com VAS (*Visual Analogue Scale*), DHIsf per mesurar el dolor i mareig i es va mesurar el rang de moviment. El grup d'estudi va obtenir resultats significats en la disminució del dolor, rang de moviments i flexió cervical. Es van veure correlacions entre DHIsf i VAS; i entre el rang de moviment i DHIsf. El dolor cervical no es va veure relacionat amb el rang de moviment en la rehabilitació vestibular. La disminució del dolor cervical es relaciona amb la disminució del mareig. El augment de rang de moviment es relaciona amb la millora del equilibri (Hansson, Persson, & Malmström, 2013).

Effects of local treatment with and without sensorimotor and balance exercise in individuals with neck pain: protocol for a randomized controlled trial

Estudi protocol que té la intenció d'investigar la intervenció més efectiva per la millora de JPE (*joint position error*), equilibri, dolor, discapacitat, mareig, rang de moviment, habilitat funcional i qualitat de vida. 4 tipus d'intervencions: tractament cervical; tractament cervical + exercicis sensoriomotors; tractament cervical + exercicis d'equilibri; i un últim amb tots els diferents tipus d'exercicis. Vegeu el apartat de [Annex] per veure les diferents intervencions (Sremakaew et al., 2018).

Effect of Proprioceptive Training on Balance in Patients with Chronic Neck Pain

Es vol investigar el efecte del entrenament propioceptiu en el equilibri en pacients amb dolor cervical. Assaig clínic amb on 40 pacients varen ser separats aleatòriament en dos grups, el grup control que era tractat amb sessions d'activitat física convencional i el grup d'estudi amb el suplement de GDRE (*Gaze Direction Recognition Exercise*) que consisteix en un exercici ocular

de feedback visual. es van utilitzar les escales VAS, NDI (*Neck Disability Index*) i els tests FSST (*Four Step Square test*) i SLBT (*Single Leg Balance Test*).

El mètode GDRE: 6 caixetes repartides en una taula. Davant, estar el fisioterapeuta assentat en una cadira i darrere del fisioterapeuta hi ha el pacient. El fisioterapeuta ha de mirar una de les caixes i el pacient ha de dir quina caixa està mirant.

El grup GDRE mostrava millors resultat en intensitat del dolor i en les puntuacions de NDI, SLBT i FSST després del tractament i en diferència significativament del grup control. 3 setmanes després del tractament el grup GDRE mostrava millors nivells de NDI. Com a conclusió, destaquem el positiu efecte de GDRE com a entrenament propioceptiu (Duray, Simşek, Altuğ, & Cavlak, 2018).

What is the Comparative Effectiveness of Current Standard Treatment, Against an Individually Tailored Behavioral Programme Delivered either on the Internet or Face-to-Face for People with acute Whiplash Associated Disorder? A Randomized Controlled Trial

El objectiu d'estudi és investigar la efectivitat dels tractaments estàndard actuals amb programes individuals fets a mesura en persones que pateixen desordres WAD agut I-II. comprèn 3 grups: tractament estàndard; tractament fet a mesura entregat via Internet; tractament fet a mesura en sessions cara a cara.

En les diferents intervencions, tots els participants van rebre instruccions de auto maneig per a casa. El programa d'exercicis va durar 7 setmanes. El seguiment de les intervencions va tenir lloc 2-4 setmanes post lesió i 3, 6, 12 mesos post intervenció. Es van utilitzar escales com NDI, o mesures com intensitat del dolor, funcionalitat diària, catastrofisme o por al moviment. Els grups que van rebre un tractament fet a mesura van mostrar diferències significatives en la discapacitat provocada pel dolor en comparació amb el grup control als 12 mesos després de la intervenció. Tots els grups van millorar significativament sobre el temps en tots els paràmetres estudiats, excepte en la por al moviment i catastrofisme en el grup control.

Com a conclusió, un programa de tractament fet a mesura amb enfocament conductual dirigit en estadis aguts de desordres WAD semblen tenir un efecte possible en la prevenció de factors predictius de discapacitat a llarg termini (Bring et al., 2016).

10. Discussió

Després d'un àmplia recerca i de condensar la evidència científica actual, podem dir amb total seguretat que les perturbacions visuals són un símptoma present en les persones que pateixen desordres WAD o dolor cervical crònic. A més, la majoria d'estudis que inclouen exercicis oculars com a part del tractament han obtingut resultats positius.

En el estudi de (Janssen et al., 2015) es troba que els pacients amb dolor cervical tenen el control del moviment ocular alterat. És més lent, més llarg i amb un component de torsió cervical el moviment empitjora encara més. No trobar diferències significatives en els resultats entre el moviments previsibles i els no previsibles en el grup d'estudi fa argumentar al autor que a banda dels dèficits en el moviment ocular i l'alteració propioceptiva cervical, hi havia altres factors que poden tenir part de responsabilitat d'aquests dèficits com la pròpia experiència dolorosa o

discapacitats en la funció cognitiva. Aquesta troballa està en desacord amb estudis anteriors. Com altres estudis havien trobat, el moviment ocular estava discapacitat. El autor descarta la idea de que hi hagin alterats els reflexes oculars. Val a dir també, que alguns dels pacients que van fer l'experiment varen reportar dificultats per mantenir-se focalitzat el moviment del estímul previsible. El estudi (Treleaven & Takasaki, 2014) va trobar que el símptoma 'necessitat de concentrar-se al llegir' és el símptoma més prevalent i problemàtic de tot el ventall de símptomes visuals tinguts en compte en el estudi (d'acord amb la evidència científica fins aleshores). El precedien símptomes com 'fatiga visual' i 'sensibilitat a la llum'. Tenint en compte que alguns pacients de (Janssen et al., 2015) es queixaven de 'dificultat per seguir focalitzat' seria plausible suggerir que algun d'aquests pacients patien algun/s d'aquests símptomes i per tant, entre aquests dos estudis poden establir un nexa en el que s'evidencien els resultats de (Treleaven & Takasaki, 2014).

Per una altre banda, (Janssen et al., 2015) descarta la idea de que els reflexes oculars juguin un paper en les disfuncions observades en el moviment ocular perquè estudis anteriors mostren que els moviments reflexes sacàdics oculars són normals. Aquesta afirmació pot ésser discutida si tenim en compte les troballes de (Johnston et al., 2017). En pacients amb dolor cervical crònic utilitza una metodologia quasi idèntica. El estudi ens diu que el reflex VOR està suprimit de una forma desproporcionada amb la mida del moviment sacàdic i que la combinació de la reducció del moviment del cap juntament amb la inhibició del reflex VOR produeix una discapacitat severa. El resultat d'aquesta mala combinació és la prioritat de la estabilitat cervical i no patir dolor a expenses de una mirada precisa. Llavors, en desacord amb (Janssen et al., 2015), una harmonia correcte en la funcionalitat neurofisiològica entre el reflex VOR i els moviments sacàdics si que són de vital importància. Altres estudis anteriors ja havien vist que els reflexes poden estar associats al dolor, pèrdua de rang de moviment o dolor (Treleaven, Jull, & Grip, 2011).

A banda del reflex VOR, (Johnston et al., 2017) no té en compte el reflex COR, que juga un paper igual de important. Si està inhibit el reflex VOR, el reflex COR ha de veure's augmentat per mantenir un correcta funcionament del sistema visual i vestibular (Kelders et al., 2005) (Montfoort et al., 2006). El estudi de (Britta K. Ischebeck et al., 2018) demostra que la quantitat de moviment cervical fa variar l'equilibri entre els reflexes oculars. Segons els seus resultats, el reflex VOR i el COR requereixen cada un d'un temps específic per a que s'equilibri la seva interacció en resposta als canvis del medi extern. Sabem que en pacients sans la funcionalitat dels reflexes és reversible en cas de veure's alterada, però no ho sabem en malalties cròniques com els desordres WAD. En pacients sans les alteracions en el equilibri dels reflexes eren reversibles, restablint la funcionalitat normal un cop s'acabava el experiment. Però, no sabem si en persones amb una malaltia crònica aquesta equilibri es veu restablert. Aplicant els resultats d'aquest estudi a (Johnston et al., 2017), degut a la cronicitat del dolor cervical el reflex VOR ha estat suprimit continuadament i el reflex COR augmentat continuadament. Fins i tot després de concloure el experiment, el reflex VOR seguia profundament inhibit. Aquest fet ens fa pensar que els reflexes oculars després i durant la perpetuació d'un trastorn crònic poden veure's afectat amb sumes dificultats per restablir el equilibri previ. Més recerca per investigar aquesta hipòtesi és necessària.

Una altre troballa del estudi (Britta K. Ischebeck et al., 2018) és que el moviment excessiu cervical no canvia l'activació dels reflexes, i conseqüentment el autor suggereix que un entrenament propioceptiu podria tenir un valor extra. El estudi de (Pérez-Cabezas et al., 2020) ens diu que la inclusió d'un entrenament propioceptiu en una intervenció multimodal aporta

molts més beneficis que una intervenció multimodal sola, ja que van millorar significativament en variables com dolor o rang de moviment. La importància d'aquest estudi per el nostre treball és enorme tenint en compte que el mètode ECRP està compost exclusivament d'exercicis oculars i posturals, el que fa afirmar que els exercicis oculars són de gran de rellevància en el objectiu de millorar el tractament de pacients que pateixen dolor cervical o desordres WAD. Segons el autor, aquest estudi es el primer assaig clínic en incloure el ECRP en un intervenció multimodal. A més, (Pérez-Cabezas et al., 2020) també ens diu que els programes d'entrenament propioceptiu en el tractament de desordres WAD no inclouen exercicis de coordinació cefàlica ocular, a diferència del mètode ECRP que si. Aquests fets remarquen el poc que vigent en la contemplació dels exercicis oculars com a part del tractament de desordres WAD o dolor cervical crònic.

Hi ha altres mètodes d'entrenament propioceptiu interessants que involucren directament el sistema visual. El estudi (Duray et al., 2018) utilitza el mètode GDRE en el grup d'estudi, com a entrenament propioceptiu , en el equilibri de pacients que pateixen dolor cervical crònic. No només els resultats foren significativament millors en el grup d'estudi, sinó que els pacients milloraren tant en equilibri com en dolor. El autor argumenta que els exercicis propioceptius com el GDRE haurien d'incloure's en els futurs programes de rehabilitació ja que aportarien resultats beneficiosos tant en dolor, nivell de discapacitat i equilibri en pacients amb dolor cervical crònic.

Aquest estudi és interessant per què el mètode GDRE únicament requereix de observació i de feedback visual per part del pacient. Llavors, únicament comprendre com es dirigeix la mirada i s'orienta el cap de forma adequada pot provocar una millora substancial en dolor i equilibri.

En línia amb aquest estudi, el 2017 es va fer un experiment en persones amb desordres WAD en que a partir de feedback visual les disfuncions sensoriomotors que patien quedaven exposades (Don et al., 2017). Així doncs, el feedback visual pot ésser utilitzat tant com a eina de diagnòstic com de tractament.

Els programes d'entrenament propioceptiu poden adoptar diverses formes com ja hem vist. En el estudi (Hansson et al., 2013) únicament formen part del entrenament propioceptiu exercicis vestibulars. Els resultats que obtenen són positius, però en menys mesura. Tot i que els exercicis vestibulars no van afectar al dolor o el rang de moviment de forma directa, si van tenir resultats positius en la disminució del mareig i la millora del equilibri. Aquestes millores van permetre el assoliment més ràpid que en el grup control del augment en el rang de moviment. El autor argumenta que la reducció dels dèficits vestibulars fan que les cervicals es moguin més lliurement, orientant les cervicals adequadament i fent un ús més òptim del complex visual. Donats els resultats, s'anima a fer investigacions futures que combinin la rehabilitació vestibulars amb altres teràpies propioceptives ja que el poder de recuperació dels exercicis vestibulars per ells sols són moderats (Hansson et al., 2013). Sabent el any de publicació d'aquest estudi, ha quedat més que comprovat que els entrenaments propioceptius que involucren exercicis vestibulars i oculars obtenen grans beneficis.

Altres formes d'entrenament propioceptiu han donat resultats positius com és el cas del mètode BAT (*Basic Body Awareness*) en el que s'apliquen exercicis basats en meditació, Tai Chi i auto percepció. Es van donar resultats significatius en la millora del dolor generalitzat i aspectes biopsicosocials (Seferiadis, Ohlin, Billhult, & Gunnarsson, 2016).

En el estudi (Gallego Izquierdo et al., 2016) es van obtenir resultats positius tant en dolor, nivell de discapacitat i funció neuromuscular tant en el grup d'entrenament de la flexió cranio cervical

(CCF) com en el grup propioceptiu (que inclou exercicis oculomotors). Això si, entre aquests dos grups no es van veure diferències significatives. Això ens fa pensar que el entrenament propioceptiu no ha de ser l'únic tipus d'exercicis que s'han d'administrat, sinó que la realització de tot un conjunt de diferents exercicis amb diferents objectius fan millorar tots els símptomes característics de desordres WAD. En respecte aquest estudi, és molt possible que un pla de tractament que inclogui els dos tipus d'intervenció estudiats, aportarien resultats més positius que els dos per separat.

Els exercicis específics cervicals, com el CCF, estan destinats en gran mesura a millorar la funcionalitat de musculatura profunda cervical, sovint molt afectada. És normal si tenim en compte que la musculatura profunda té més responsabilitat alhora de mantenir la postura i la propiocepció. Diversos estudis han demostrat que els exercicis específics cervicals a banda de ésser efectius en la rehabilitació muscular ([Peterson, Nilsson, Trygg, & Peolsson, 2018](#)), també poden ser efectius en el tractament de factors clàssics de simptomatologia crònica ([Landén Ludvigsson, Peterson, Widh, & Peolsson, 2019](#)) o en el alleujament de sensacions neuropàtiques molestes ([Landén Ludvigsson, Peterson, & Peolsson, 2018](#)).

Existeix un protocol d'estudi ideal per aclarir la el rol que juga els exercicis oculars. Estaria pensat per utilitzar-lo com un assaig clínic aleatoritzat i es contemplarien 4 grups d'intervenció: un tractament cervical popular, un tractament cervical popular amb exercicis sensoriomotors, un tractament cervical popular amb exercicis d'equilibri i un últim grup amb tot els exercicis mencionats anteriorment [**Veure Annex**]. Es tindrien en compte variables com equilibri, dolor, mareig, rang de moviment, habilitat funcional i qualitat de vida ([Sremakaew et al., 2018](#)). Els resultats d'aquest assaig clínic ajudarien a comprendre quina és la importància real dels exercicis oculars i haguessin decantat les conclusions d'aquest treball de final de grau.

Per acabar, en línia amb les troballes fetes en la actualitat, la millora manera d'incloure un exercicis propioceptius en persones amb desordres WAD o dolor cervical crònic és que formin part d'una intervenció que aportí un enfocament de la conducta, supervisió, educació, consells i un pla de tractament individualitzat i fet a mesura per el pacient que tenim davant ([Landén Ludvigsson, Peterson, & Peolsson, 2019](#)) ([Bring et al., 2016](#)).

11. Conclusió

Els exercicis oculars són útils i mereixen ésser inclosos en els plans de tractament de persones que pateixen desordres WAD o dolor cervical crònic. Obtenen la màxima eficàcia quan formen part d'un pla de tractament individualitzat i específic per a cada persona, amb la especial adhesió d'exercicis propioceptius, tenint en compte les múltiples interaccions del sistema visual en el sistema sensoriomotor. Alhora, aquest pla de tractament hauria de ser part d'una intervenció clínica que amb enfocament i supervisió de factors biopsicosocials. Gràcies a determinats estudis generats en els últims 5-10 anys ha hagut un evolució substancial en el coneixement del paper que juga el sistema visual i tot el corresponent ventall de disfuncions oculars en el desordre estudiat en aquest treball de fi de grau. També destaquem la prevalença a patir pertorbacions visuals no només són característiques de pacients amb desordres WAD sinó també en individus amb dolor cervical idiopàtic, que sovint, es consideren molèsties lleus i la població aprèn a viure amb aquesta condició obviant el fet de que pot ésser tractat.


Tot i que la utilitat de la teràpia ocular ha quedat contrastada avui dia, encara no és una gamma d'exercicis que fàcilment es pugui veure en les guies de pràctica clínica en desordres WAD. Aquest fet hauria de ser modificat en els pròxims anys, així com el consens universal que es té atorgat. S'ha de encoratjar i recolzar la creació d'investigacions entorn els desordres WAD i el sistema sensoriomotor.

Per finalitzar, val a dir que el la hipòtesi plantejada estar en consonància amb els resultats del treball, ja que no només els exercicis oculars faciliten el millor assoliment d'altres exercicis, sinó que també milloren els resultats finals del tractament.

12. Bibliografía

- Evans, R. W. (2010, abril). Persistent post-traumatic headache, postconcussion syndrome, and whiplash injuries: The evidence for a non-traumatic basis with an historical review. *Headache*, Vol. 50, p. 716-724. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.2010.01645.x>
- Anderson, C., Yeung, E., Tong, T., & Reed, N. (2018). A narrative review on cervical interventions in adults with chronic whiplash-associated disorder. *Exerc Med*, 4, 299. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000299>
- Latigazo Cervical - Clínica de Fisioterapia conMueve - Avila. (s.d.). Recuperat 19 abril 2020, de <https://www.fisioterapiaconmueve.com/latigazo-cervical/>
- Accidentes de tránsito. (s.d.). Recuperat 20 març 2020, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Noll-Hussong, M. (2017). Whiplash Syndrome Reloaded: Digital Echoes of Whiplash Syndrome in the European Internet Search Engine Context. *JMIR Public Health and Surveillance*, 3(1), e15. <https://doi.org/10.2196/publichealth.7054>
- Yadla John K Ratliff AE James S Harrop, S. A. (2007). *Whiplash: diagnosis, treatment, and associated injuries*. <https://doi.org/10.1007/s12178-007-9008-x>
- Schwerla, F., Kaiser, A. K., Gietz, R., & Kastner, R. (2013). Osteopathic treatment of patients with long-term sequelae of whiplash injury: Effect on neck pain disability and quality of life. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 19(6), 543-549. <https://doi.org/10.1089/acm.2012.0354>
- Sterling, M. (2011). Whiplash-associated disorder: Musculoskeletal pain and related clinical findings. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 19(4), 194-200. <https://doi.org/10.1179/106698111X13129729551949>
- Carroll, L. J., Holm, L. W., Hogg-Johnson, S., Côté, P., Cassidy, J. D., Haldeman, S., ... Guzman, J. (2008). Course and Prognostic Factors for Neck Pain in Whiplash-Associated Disorders (WAD). *European Spine Journal*, 17(S1), 83-92. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0628-7>
- Holm, L. W., Carroll, L. J., Cassidy, J. D., Hogg-Johnson, S., Côté, P., Guzman, J., ... Haldeman, S. (2008). The burden and determinants of neck pain in whiplash-associated disorders after traffic collisions: Results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine*, 33(4 SUPPL.). <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181643ece>
- Tanaka, N., Atesok, K., Nakanishi, K., Kamei, N., Nakamae, T., Kotaka, S., & Adachi, N. (2018). *Pathology and Treatment of Traumatic Cervical Spine Syndrome: Whiplash Injury*. <https://doi.org/10.1155/2018/4765050>
- Magin, M. N., & Auer, C. (2014). Begutachtung der Halswirbelsäulendistorsion: Interdisziplinärer unfallchirurgisch-orthopädischer und biomechanischer Ansatz. *Unfallchirurg*, 117(3), 263-273. <https://doi.org/10.1007/s00113-013-2544-5>
- Córdova, A., (2003). *Fisiología Dinámica*. Barcelona, España. Masson.
- Gila, L., Villanueva, A., & Cabeza, R. (2009). Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares Physiopathology and recording techniques of ocular movements.

En *An. Sist. Sanit. Navar* (Vol. 32).

- Kristjansson, E. (2009). [CLINICAL COMMENTARY] Sensorimotor Function and Dizziness in Neck Pain: Implications for Assessment and Management. *number 5 | journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 364. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2834>
- Leonardo Dimieri - Tesis de Licenciatura. (s.d.). Recuperat 20 abril 2020, de <http://leodimieri.16mb.com/>
- Treleaven, J. (2011). Dizziness, unsteadiness, visual disturbances, and postural control: Implications for the transition to chronic symptoms after a whiplash trauma. *Spine*, 36(25 Suppl), S211-S217. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182387f78>
- ▷ Músculos del Ojo Humano . (s.d.). Recuperat 20 abril 2020, de <https://www.brillpharma.com/anatomia/musculos-del-ojo/>
- Explicación del VOR (Reflejo Vestíbulo-Ocular) - SAERA. (s.d.). Recuperat 20 abril 2020, de <https://www.saera.eu/vor/>
- Tanaka, N., Atesok, K., Nakanishi, K., Kamei, N., Nakamae, T., Kotaka, S., & Adachi, N. (2018a). *Pathology and Treatment of Traumatic Cervical Spine Syndrome: Whiplash Injury*. <https://doi.org/10.1155/2018/4765050>
- Curatolo, M., Bogduk, N., Ivancic, P. C., McLean, S. A., Siegmund, G. P., & Winkelstein, B. A. (2011). The role of tissue damage in whiplash-associated disorders. *Spine*, 36(25 Suppl), S309-S315. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318238842a>
- Mang, D. W. H., Siegmund, G. P., & Blouin, J. S. (2014). Whiplash evokes descending muscle recruitment and sympathetic responses characteristic of startle. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58(2), 109-118.
- Hildingsson, C., Wenngren, B. I., Bring, G., & Toolanen, G. (1989). Oculomotor problems after cervical spine injury. *Acta Orthopaedica*, 60(5), 513-516. <https://doi.org/10.3109/17453678909150113>
- Burke, J. P., Orton, H. P., West, J., Strachan, I. M., Hockey, M. S., & Ferguson, D. G. (1992). Whiplash and its effect on the visual system. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 230(4), 335-339. <https://doi.org/10.1007/BF00165941>
- Fitz-Ritson, D. (1995). Phasic exercises for cervical rehabilitation after «whiplash» trauma. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 18(1), 21-24.
- K, Y., S, K., H, O., & S, Y. (1995). [A Case of Abducens Nerve Palsy After Whiplash Injury]. *No to shinkei = Brain and nerve*, 47(3).
- Gimse, R., Tjell, C., Bjørgen, I. A., & Saunte, C. (1996). Disturbed eye movements after whiplash due to injuries to the posture control system. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 18(2), 178-186. <https://doi.org/10.1080/01688639608408273>
- Gimse, R., Bjørgen, I. A., & Straume, A. (1997). Driving skills after whiplash. *Scandinavian Journal of Psychology*, 38(3), 165-170. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00023>
- Tjell, C., & Rosenhall, U. (1998). Smooth pursuit neck torsion test: A specific test for cervical dizziness. *American Journal of Otology*, 19(1), 76-81.
- Heikkilä, H. V., & Wenngren, B. I. (1998). Cervicocephalic kinesthetic sensibility, active range of cervical motion, and oculomotor function in patients with whiplash injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(9), 1089-1094. <https://doi.org/10.1016/S0003->

9993(98)90176-9

- P, S. (1999). [Whiplash-associated Disorders]. *Schweizerische medizinische Wochenschrift*, 129(38).
- R, F., & AS, R. (1999). Development of Persistent Neurologic Symptoms in Patients With Simple Neck Sprain. *Arthritis care and research : the official journal of the Arthritis Health Professions Association*, 12(1). [https://doi.org/10.1002/1529-0131\(199902\)12:1<70::AID-ART11>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1529-0131(199902)12:1<70::AID-ART11>3.0.CO;2-B)
- Nederhand, M. J., Jzerman, M. J. I., Hermens, H. J., Baten, C. T. M., & Zilvold, G. (2000). Cervical muscle dysfunction in the chronic whiplash associated disorder Grade II (WAD-II). *Spine*, 25(15), 1938-1943. <https://doi.org/10.1097/00007632-200008010-00012>
- Verhagen, A., Peeters, G., de Bie, R., & Oostendorp, R. (2000). Conservative treatment for whiplash. En *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003338>
- Davis, C. (2001). Chronic pain/dysfunction in whiplash-associated disorders. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 24(1), 44-51. <https://doi.org/10.1067/mmt.2001.112012>
- Seferiadis, A., Rosenfeld, M., & Gunnarsson, R. (2004). A review of treatment interventions in whiplash-associated disorders. *European Spine Journal*, Vol. 13, p. 387-397. <https://doi.org/10.1007/s00586-004-0709-1>
- Jull, G., Kristjansson, E., & Dall'Alba, P. (2004). Impairment in the cervical flexors: A comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Manual Therapy*, 9(2), 89-94. [https://doi.org/10.1016/S1356-689X\(03\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S1356-689X(03)00086-9)
- Kelders, W. P. A., Kleinrensink, G. J., Van Der Geest, J. N., Schipper, I. B., Feenstra, L., De Zeeuw, C. I., & Frens, M. A. (2005). The cervico-ocular reflex is increased in whiplash injury patients. *Journal of Neurotrauma*, 22(1), 133-137. <https://doi.org/10.1089/neu.2005.22.133>
- Montfoort, I., Kelders, W. P. A., Van Der Geest, J. N., Schipper, I. B., Feenstra, L., De Zeeuw, C. I., & Frens, M. A. (2006). Interaction between ocular stabilization reflexes in patients with whiplash injury. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 47(7), 2881-2884. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1561>
- Storaci, R., Manelli, A., Schiavone, N., Mangia, L., Prigione, G., & Sangiorgi, S. (2006). Whiplash injury and oculomotor dysfunctions: Clinical-posturographic correlations. *European Spine Journal*, 15(12), 1811-1816. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0085-0>
- Gautschi, O. P., Frey, S. P., Cadosch, D., & Zellweger, R. (2007, maig 23). HWS-Distorsionstrauma (sog. Schleudertrauma) - Ein update. *Praxis*, Vol. 96, p. 843-850. <https://doi.org/10.1024/1661-8157.96.21.843>
- Montfoort, I., Van Der Geest, J. N., Slijper, H. P., De Zeeuw, C. I., & Frens, M. A. (2008). Adaptation of the cervico- and vestibulo-ocular reflex in whiplash injury patients. *Journal of Neurotrauma*, 25(6), 687-693. <https://doi.org/10.1089/neu.2007.0314>
- Treleaven, J. (2008). Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Manual Therapy*, 13(1), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.06.003>
- Keuter, E. J. W., Minderhoud, J. M., Verhagen, A. P., Valk, M., & Rosenbrand, C. J. G. M. K.

- (2009). De multidisciplinaire richtlijn 'Diagnostiek en behandeling van mensen met een whiplash associated disorder I of II. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, 153, B7.
- Miller, J., Gross, A., D'Sylva, J., Burnie, S. J., Goldsmith, C. H., Graham, N., ... Hoving, J. L. (2010, agost). Manual therapy and exercise for neck pain: A systematic review. *Manual Therapy*, Vol. 15, p. 334-354. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.02.007>
- Treleaven, J. (2011). Dizziness, unsteadiness, visual disturbances, and postural control: Implications for the transition to chronic symptoms after a whiplash trauma. *Spine*, 36(25 Suppl), S211-S217. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182387f78>
- Wiangkham, T., Duda, J., Haque, S., Madi, M., & Rushton, A. (2015, juliol 21). The effectiveness of conservative management for acute Whiplash Associated Disorder (WAD) II: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *PLoS ONE*, Vol. 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133415>
- Bring, A., Åsenlöf, P., & Söderlund, A. (2016). What is the comparative effectiveness of current standard treatment, against an individually tailored behavioural programme delivered either on the Internet or face-to-face for people with acute whiplash associated disorder? A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 30(5), 441-453. <https://doi.org/10.1177/0269215515581503>
- Southerst, D., Nordin, M. C., Côté, P., Shearer, H. M., Varatharajan, S., Yu, H., ... Taylor-Vaisey, A. L. (2016, desembre 1). Is exercise effective for the management of neck pain and associated disorders or whiplash-associated disorders? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTiMa) Collaboration. *Spine Journal*, Vol. 16, p. 1503-1523. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2014.02.014>
- Bussièrès, A. E., Stewart, G., Al-Zoubi, F., Decina, P., Descarreaux, M., Hayden, J., ... Ornelas, J. (2016). The Treatment of Neck Pain—Associated Disorders and Whiplash-Associated Disorders: A Clinical Practice Guideline. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 39(8), 523-564.e27. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.08.007>
- Ischebeck, B. K., De Vries, J., Van Der Geest, J. N., Janssen, M., Van Wingerden, J. P., Kleinrensink, G. J., & Frens, M. A. (2016). Eye movements in patients with Whiplash Associated Disorders: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1284-4>
- Treleaven, J. (2017, juliol 1). Dizziness, unsteadiness, visual disturbances, and sensorimotor control in traumatic neck pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, Vol. 47, p. 492-502. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7052>
- Anderson, C., Yeung, E., Tong, T., & Reed, N. (2018, juliol 1). A narrative review on cervical interventions in adults with chronic whiplash-associated disorder. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, Vol. 4, p. e000299. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000299>
- Sterling, M., Smeets, R., Keijzers, G., Warren, J., & Kenardy, J. (2019). Physiotherapist-delivered stress inoculation training integrated with exercise versus physiotherapy exercise alone for acute whiplash-associated disorder (StressModex): A randomised controlled trial of a combined psychological/physical intervention. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100139>
- Bring, A., Åsenlöf, P., & Söderlund, A. (2016). What is the comparative effectiveness of current standard treatment, against an individually tailored behavioural programme delivered either on the Internet or face-to-face for people with acute whiplash associated disorder? A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 30(5), 441-453.

<https://doi.org/10.1177/0269215515581503>

- Don, S., De Koning, M., Voogt, L., Ickmans, K., Daenen, L., & Nijs, J. (2017). The effect of visual feedback of the neck during movement in people with chronic whiplash-associated disorders: An experimental study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(3), 190-199. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.6891>
- Duray, M., Simşek, S., Altuğ, F., & Cavlak, U. (2018). Effect of proprioceptive training on balance in patients with chronic neck pain. *Agri*, 30(3), 130-137. <https://doi.org/10.5505/agri.2018.61214>
- Gallego Izquierdo, T., Pecos-Martin, D., Lluch Girbés, E., Plaza-Manzano, G., Rodríguez Caldentey, R., Mayor Melús, R., ... Falla, D. (2016). Comparison of cranio-cervical flexion training versus cervical proprioception training in patients with chronic neck pain: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 48(1), 48-55. <https://doi.org/10.2340/16501977-2034>
- Hansson, E. E., Persson, L., & Malmström, E. M. (2013). Influence of vestibular rehabilitation on neck pain and cervical range of motion among patients with whiplash-associated disorder: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(9), 906-910. <https://doi.org/10.2340/16501977-1197>
- Ischebeck, B. K., de Vries, J., van Wingerden, J. P., Kleinrensink, G. J., Frens, M. A., & van der Geest, J. N. (2018). The influence of cervical movement on eye stabilization reflexes: a randomized trial. *Experimental Brain Research*, 236(1), 297-304. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5127-9>
- Janssen, M., Ischebeck, B. K., De Vries, J., Kleinrensink, G. J., Frens, M. A., & Van Der Geest, J. N. (2015). Smooth Pursuit Eye Movement Deficits in Patients with Whiplash and Neck Pain are Modulated by Target Predictability. *Spine*, 40(19), E1052-E1057. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001016>
- Johnston, J. L., Daye, P. M., & Thomson, G. T. D. (2017). Inaccurate saccades and enhanced vestibulo-ocular reflex suppression during combined eye-head movements in patients with chronic neck pain: Possible implications for cervical vertigo. *Frontiers in Neurology*, 8(JAN). <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00023>
- Kelders, W. P. A., Kleinrensink, G. J., Van Der Geest, J. N., Schipper, I. B., Feenstra, L., De Zeeuw, C. I., & Frens, M. A. (2005). The cervico-ocular reflex is increased in whiplash injury patients. *Journal of Neurotrauma*, 22(1), 133-137. <https://doi.org/10.1089/neu.2005.22.133>
- Landén Ludvigsson, M., Peterson, G., & Peolsson, A. (2018). Neck-specific exercise may reduce radiating pain and signs of neurological deficits in chronic whiplash - Analyses of a randomized clinical trial. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30556-w>
- Landén Ludvigsson, M., Peterson, G., & Peolsson, A. (2019). The effect of three exercise approaches on health-related quality of life, and factors associated with its improvement in chronic whiplash-associated disorders: analysis of a randomized controlled trial. *Quality of Life Research*, 28(2), 357-368. <https://doi.org/10.1007/s11136-018-2004-3>
- Landén Ludvigsson, M., Peterson, G., Widh, S., & Peolsson, A. (2019). Exercise, headache, and factors associated with headache in chronic whiplash: Analysis of a randomized clinical trial. *Medicine (United States)*, 98(48). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018130>

- Montfoort, I., Kelders, W. P. A., Van Der Geest, J. N., Schipper, I. B., Feenstra, L., De Zeeuw, C. I., & Frens, M. A. (2006). Interaction between ocular stabilization reflexes in patients with whiplash injury. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, *47*(7), 2881-2884. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1561>
- Pérez-Cabezas, V., Ruiz-Molinero, C., Jimenez-Rejano, J. J., Chamorro-Moriana, G., Gonzalez-Medina, G., & Chillon-Martinez, R. (2020). Effectiveness of an Eye-Cervical Re-Education Program in Chronic Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine : eCAM*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/2760413>
- Peterson, G., Nilsson, D., Trygg, J., & Peolsson, A. (2018). Neck-specific exercise improves impaired interactions between ventral neck muscles in chronic whiplash: A randomized controlled ultrasound study. *Scientific Reports*, *8*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27685-7>
- Seferiadis, A., Ohlin, P., Billhult, A., & Gunnarsson, R. (2016). Basic body awareness therapy or exercise therapy for the treatment of chronic whiplash associated disorders: A randomized comparative clinical trial. *Disability and Rehabilitation*, *38*(5), 442-451. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1044036>
- Sremakaew, M., Jull, G., Treleaven, J., Barbero, M., Falla, D., & Uthairkhum, S. (2018). Effects of local treatment with and without sensorimotor and balance exercise in individuals with neck pain: Protocol for a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-018-1964-3>
- Treleaven, J., Jull, G., & Grip, H. (2011). Head eye co-ordination and gaze stability in subjects with persistent whiplash associated disorders. *Manual Therapy*, *16*(3), 252-257. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.11.002>
- Treleaven, J., & Takasaki, H. (2014). Characteristics of visual disturbances reported by subjects with neck pain. *Manual Therapy*, *19*(3), 203-207. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.01.005>

13. Annex

En relació amb el protocol d'estudi

Intervention	Description	Time (minutes)
Local neck treatment	Cervical mobilization	10
	Specific therapeutic exercises	20
Local treatment plus sensorimotor control exercises	Cervical mobilization	10
	Specific therapeutic exercises	20
	Sensorimotor exercises	15
Local treatment plus balance exercises	Cervical mobilization	10
	Specific therapeutic exercises	20
	Balance exercises	15
Local neck treatment plus sensorimotor control and balance exercises	Cervical mobilization	10
	Specific therapeutic exercises	20
	Sensorimotor exercises	15
	Balance exercises	15

Figura 19. Descripció dels programes d'intervenció (Sremaew et al., 2018).

Modality	Description
Cervical mobilization [57]	Low-velocity passive mobilization techniques to the symptomatic cervical segments as determined by the physiotherapist's clinical examination. Physiotherapists are free to select from what are termed passive accessory and physiological movement techniques as deemed relevant to the individual participant based on the initial and progressive reassessments.
Specific therapeutic exercises [26, 58, 59]	<p>Cervical flexors</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Train craniocervical flexor (CCF) activation and holding capacity. Participants learn the correct movement and train to hold the contraction with and without feedback in progressively more difficult inner range positions. (ii) Train the interaction of deep and superficial cervical flexors in movement patterning and functional tasks. (iii) Train co-contraction of the deep cervical flexors and extensors. (iv) Train strength and endurance of the cervical flexors. <p>Cervical extensors</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Train craniocervical extensors and rotators (head extension, head rotation < 40°) with the cervical spine in a neutral position. (ii) Train cervical extension to bias the cervical extensors (extend cervical spine keeping the craniocervical region in a neutral position) (iii) Train strength and endurance. <p>Axioscapular muscles</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Train scapular muscles in particular the upper/ middle/ lower trapezius and serratus anterior in both open and closed chain positions, with and without load and movement of the upper limb. (ii) Train correct scapular posture. <p>Postural correction exercise</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Train a neutral spinal posture from first treatment. (ii) Train scapulothoracic and cervical postures. Participants train to actively correct their posture and maintain for 10s. Practice is in sitting, standing (2-3 times an hour).
Sensorimotor exercises [7, 59]	<p>Cervical JPS. The participants practice moving their head to points in different directions initially with eyes open, using a laser pointer mounted onto a lightweight headband. This practice will involve relocating the head back to a neutral posture or to predetermined points in range. The exercise is progressed by closing the eyes and by changing directions and ranges of movement.</p> <p>Cervical movement sense. The participants practice tracing horizontal and vertical lines on a chart on the wall focusing on accuracy and secondarily speed using a laser pointer mounted onto a lightweight headband for feedback on performance. Exercises are progressed by increasing speed and tracing more intricate patterns such as a figure of eight, zig-zag or an alphabet pattern.</p> <p>Oculomotor control exercises</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Train eye follow. The participants follow a target moving from side to side and up and down while keeping their head still. (ii) Train gaze stability exercises. The participants perform active movements, while fixing their gaze on the target. Progressions include increasing the target's speed, changing the participant's position and changing visual background and focus point. (iii) Train eye head co-ordination exercises. The participants move their eyes and head in the same direction to focus on a target. Progressions include moving the eyes first then the head and moving eyes and head in opposite directions.
Balance exercises [7, 59]	The training starts with static balance and progresses to dynamic balance and challenging gait. The exercises will be progressed by closing the eyes, altering the support surface (i.e. a soft surface), concurrent voluntary movements, or increasing speed.

Figura 20. Descripció de les modalitats d'intervenció (Sremakaew et al., 2018).

Exercise	Level	Details	Targeted repetitions
Cervical flexors	1	Re-education of CCF movement pattern	
		Supine, knees bent	
		- Gentle and controlled nodding action facilitated with eye movement	10 reps
	2	Holding capacity	
		Supine, knees bent	
		- Repeated and sustained CCF progressing from 22 to 30 mmHg	10 s holds × 10 reps
	3	Interaction between the deep/superficial cervical flexors	
		Sitting	
		- Controlled head movement through range of extension and return to neutral	10 reps
Co-contraction of the deep cervical flexors/extensors			
Sitting			
- Isometric cervical rotation facilitated with eye movement (left/right sides)		5 s holds × 5 reps	
Cervical extensors	1	Strength/endurance of the cervical flexors	
		Sitting	
		- Isometric CCF in a range of cervical extension	10 s holds × 10 reps
	2	- Lifting the head off the wall (with the chair up to 30 cm away from the wall)	10 s holds × 10 reps
		Supine	
		- Lifting the head off a pillow (2, 1 then 0 pillows as per participant's capacity)	10 s holds × 10 reps
Cervical extensors	1	Re-education of extension movement pattern	
		Prone on elbows/four-point kneeling positions	
		- Craniocervical extension	3 sets of 5 reps
	2	- Craniocervical rotation (< 40°)	3 sets of 5 reps
		- Cervical extension while keeping the craniocervical region in a neutral position	3 sets of 5 reps
		Co-contraction of the deep cervical flexors/extensors	
	3	Sitting	
		- Isometric cervical rotation facilitated with eye movement (left/right sides)	5 s holds × 5 reps
		Strength/endurance of the cervical extensors	
Axioacapular control	1	Prone on elbows/four-point kneeling positions	
		- Isometric hold in range of cervical extension	10 s holds × 10 reps
		- Addition of progressive load (light weights attached to head) as per patient's capacity	
Axioacapular control	1	Re-education of scapular movement control	
		Side lying with arm elevated 140°/sitting	
		- Passive repositioning of the scapular	10 reps
	2	- Active repositioning of the scapular	10 reps
		Holding capacity	
		Side lying with arm elevated 140°/sitting	
	3	- Active repositioning the scapular posture and isometric hold	10 s holds × 10 reps
		Axioscapular muscle control	
		Sitting	
Axioscapular control	1	- Arm movement without load (external rotation/abduction/flexion < 30°)	10 reps
		- Arm movement without load throughout range	10 reps
		Prone on elbows/four-point kneeling position	
2	- Thoracic lift (serratus anterior) and isometric hold	5 s holds × 5 reps	
	Strength/endurance of axioscapular muscles		

Exercise	Level	Details	Targeted repetitions	
Postural correction		Sitting		
		- Arm movement with load (external rotation/abduction/flexion < 30°)	10 reps	
			- Arm movement with load throughout the range	10 reps
		Prone		
		- Lift the shoulder off the bed and hold without arm load	10 s holds × 10 reps	
			- Lift the shoulder off the bed and hold with arm load	10 s holds × 10 reps
	1	Correction of spinal posture		
		Sitting		
		- Active upright sitting initiated with lumbo-pelvic movement	10 s holds × 10 reps	
		2	Correction of spinal posture and scapular orientation	
	Sitting			
	- Actively positioning the scapular in a neutral posture while maintaining spinal posture	10 s holds × 10 reps		
	3	Spinal and scapular correction plus occipital lift		
Cervical joint position sense		Sitting		
		- Actively lengthen the back of the neck while maintaining spinal and scapular posture	10 s holds × 10 reps	
	1	Relocation with laser feedback		
		Sitting		
		- Head relocating to neutral position with eyes opened (vertical/horizontal)	5 reps × 3 sets	
			- Head relocating to predetermined position in range with eyes opened (vertical/horizontal)	5 reps × 3 sets
	2	Relocation with laser feedback		
		Sitting		
		- Head relocating to neutral position with eyes opened (diagonal)	5 reps × 3 sets	
		- Head relocating to predetermined position in range with eyes opened (diagonal)	5 reps × 3 sets	
		- Head relocating to specific targets with eyes opened (all directions)	5 reps × 3 sets	
3	Relocation with laser feedback			
	Sitting			
	- Head relocating to neutral position with eyes closed (all directions)	5 reps × 3 sets		
	- Head relocating to predetermined position in range with eyes closed (all directions)	5 reps × 3 sets		
	1	Movement sense training with laser feedback		
Cervical movement sense	Sitting			
	- Tracing a line (vertical/horizontal)	5 reps × 3 sets		
	2	Movement sense training with laser feedback		
	Sitting position			
	- Tracing an intricate pattern at a slow speed (a figure of eight/zig-zag/alphabet)	5 reps × 3 sets		
	3	Movement sense training with laser feedback		
	Sitting position			
	- Tracing an intricate pattern at a fast speed (a figure of eight/zig-zag/alphabet)	5 reps × 3 sets		
	1	Eye follow, gaze stability and eye-head coordination		
Oculomotor control		Sitting		
		- Eyes following a target with slow speed while keeping the head still (vertical/horizontal)	5 reps × 3 sets	
		- Head moving while fixing eyes on a single spot (vertical/horizontal)	5 reps × 3 sets	
			- Eyes and head moving together to the same direction (vertical/horizontal)	5 reps × 3 sets
	2	Eye follow, gaze stability and eye-head coordination		
		Sitting		

Exercise	Level	Details	Targeted repetitions	
		- Eyes following a target with fast speed while keeping the head still (vertical/horizontal)	5 reps x 3 sets	
		- Head moving while fixing eyes on complex targets (vertical/horizontal)	5 reps x 3 sets	
		- Moving the eyes first then the head to the same direction	5 reps x 3 sets	
	3	Eye follow, gaze stability and eye-head coordination		
		Sitting		
		- Eyes following a target with neck in 45° torsion (vertical/horizontal)	5 reps x 3 sets	
	Balance control	1	Static balance	
			Standing	
			- Narrow stance (firm/soft surfaces with eyes open/closed)	30 s holds x 10 reps
		2	Dynamic balance and gait	
Standing				
- Throwing/catching a ball while tandem stance (firm/soft surfaces)			30 s holds x 10 reps	
Walking				
- Normal walking with fast speed (forward/backward, side way)			10 reps	
- Tandem walking (forward/backward)			10 reps	
3		Dynamic balance and gait with head movement		
	Standing			
	- Throwing/catching a ball while single leg standing (firm/soft surfaces)	30 s holds x 10 reps		
	Walking			
		- Normal walking (forward/backward, side way) with head movement (left/right, up/down)	10 reps	
		- Tandem walking (forward/backward) with head movement (left/right, up/down)	10 reps	

Figura 21. Detalls de la progressió d'exercicis (Sremakaew et al., 2018).

14. Agraïments

Agraïixo la realització d'aquest Treball de Fi de Grau en primer lloc a la Universitat de Vic per a la gestió de l'assignatura, seguit de l'ajuda del tutor que m'ha ajudat a guiar aquest treball i per finalitzar també als meus éssers estimats que m'han recolzat i encoratjat a posar el meu esforç a generar aquest treball, del que sens dubte em sento orgullós.

15. Nota final del autor

Aquest treball ha suposat un gran esforç personal. De fet, és el treball estudiantil del que estic més orgullós fins a la data d'avui. La passió que sento per la sanitat i per la fisioteràpia em van impedir escollir un mer tema d'estudi. Ho sentia com una obligació ètica i personal buscar un tema d'estudi que aportés certa rellevància científica i així poder aportar el meu granet de sorra en el món sanitari. Voldria remarcar el esforç mental que ha suposat generar aquest treball i el aprenentatge que ha suposat. Aquest treball em representa un esbós de com han de ser els treballs científics que vulgui realitzar en el futur o com he de fer una cerca científica entorn a un tema en concret.

