



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Università degli Studi di Genova**

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

Dipartimento di Neuroscienze, Riabilitazione, Oftalmologia, Genetica e Scienze  
Materno-Infantili

### **Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici**

A.A. 2016/2017

Campus Universitario di Savona

## **Valutazione del movimento attivo nei soggetti con Neck Pain**

Candidato:

Dott. FT. Bruschi Fabrizio

Relatore:

Dott.ssa FT. OMT. Arbasetti Chiara

# INDICE

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MATERIALI E METODI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Eligibility Criteria .....	6
2.2 Information Sources .....	6
2.3 Search Strategy .....	7
2.4 Study records .....	8
2.5 Data Items .....	9
2.6 Risk of bias .....	9
<b>3. RISULTATI .....</b>	<b>13</b>
3.1 Tabelle sinottiche .....	16
3.2 Analisi qualitativa .....	27
3.3 Analisi dei risultati .....	29
3.3.1 Non Specific Neck Pain .....	29
3.3.2 Wad .....	38
3.3.3 NS-NP versus WAD .....	40
3.3.4 Cervicogenic Headache .....	42
3.3.5 Differenze nell'ACROM tra sottogruppi .....	44
<b>4. DISCUSSIONE .....</b>	<b>52</b>
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>56</b>

## ABSTRACT

**INTRODUZIONE:** E' usanza comune nella pratica clinica quotidiana valutare il ROM attivo del rachide cervicale (ACROM) per descrivere i problemi di salute dei pazienti in termini di impairments della mobilità cervicale, per determinare una prognosi e per valutare gli effetti del trattamento fisioterapico, sia in ambito clinico che nella ricerca scientifica. Tuttavia, ad oggi, esistono risultati conflittuali in letteratura per quanto riguarda l'entità della differenza di ACROM tra soggetti sintomatici e soggetti asintomatici; nei vari studi, i gruppi eterogenei dei pazienti con neck pain, i differenti piani di movimento e procedure di misurazione utilizzati rendono difficile la formulazione di conclusioni definitive. L'obiettivo di questa revisione è quello di valutare sistematicamente la letteratura esistente sul se e in che misura i pazienti con neck pain presentano un'alterazione dell'ACROM rispetto a gruppi di controllo sani e in seconda istanza verificare l'eventuale presenza di uno specifico impairment del movimento nei soggetti con neck pain.

**MATERIALI E METODI:** La ricerca è stata eseguita su MEDLINE, PEDro e tramite il motore di ricerca GOOGLE SCHOLAR. Sono stati inclusi esclusivamente revisioni sistematiche e studi osservazionali riguardanti la valutazione del movimento attivo del rachide cervicale nei soggetti con neck pain; sono stati invece esclusi articoli non in lingua inglese o italiana, che non presentassero abstract o full-text e che non rispecchiassero i criteri d'inclusione. La scoping search è stata eseguita mediante la lettura del titolo e dell'abstract, eliminando studi non pertinenti alla review question e articoli duplicati trovati in più di un database. La successiva main search è stata eseguita leggendo il full-text di ogni articolo pertinente al quesito di revisione. La valutazione della validità interna degli studi è stata fatta attraverso l'utilizzo della NOS Scale (Newcastle - Ottawa Quality Assessment Scale Case Control Studies) per gli studi di coorte e case-control e il Critical appraisal tool for cross-sectional studies AXIS per gli studi trasversali.

**RISULTATI:** Le stringhe di ricerca hanno prodotto 868 records più 8 articoli rintracciati e suggeriti dai database; in seguito alla scoping search (lettura di titolo e abstract) sono rimasti 97 articoli pertinenti alla review question. Sugli articoli rimanenti è stata eseguita una main search più dettagliata tramite la lettura del full-text, attraverso cui è stato possibile ottenere 21 studi osservazionali pertinenti al quesito di ricerca e soddisfacenti i criteri di inclusione/esclusione.

**DISCUSSIONE E CONCLUSIONI:** In questa revisione sistematica, comprendente 21 articoli, per un totale di 1718 partecipanti (di cui il 61,5% di sesso femminile), il ROM attivo cervicale dei pazienti con neck pain è risultato differente in maniera significativa se comparato con i soggetti controllo. In particolare le direzioni di movimento che hanno mostrato maggiore limitazione sono state la rotazione totale e la flessione-estensione (nei movimenti *full-cycle*), e la rotazione dx e la flessione (nei movimenti *half cycle*). I sottogruppi di pazienti con WAD inoltre hanno mostrato un ACROM ancora più ridotto rispetto ai pazienti con non-traumatic NP. Tuttavia, non si possono trarre conclusioni definitive sulle differenze di ACROM tra il WAD e il non-traumatic NP poiché, a causa dell'assenza di studi sufficienti che includono entrambi i gruppi, sono possibili solo confronti indiretti. Per questo, i futuri studi che misurano l'ACROM nei pazienti con dolore cervicale dovrebbero fornire informazioni dettagliate sulla popolazione di studio

inclusa per riuscire a distinguere sottogruppi clinicamente rilevanti e determinare il livello di riduzione di ACROM per sottogruppo.

## 1. INTRODUZIONE

Il Neck Pain (NP) rappresenta uno dei disturbi più comuni e costosi nella società industrializzata. Studi epidemiologici indicano una prevalenza annuale tra il 30% e il 50% nella popolazione generale adulta<sup>1</sup>. Si calcola che in media il 48,5% della popolazione sperimenti un neck pain nel corso della vita<sup>1,2</sup>. L'incidenza annua è stimata tra il 10,4% e il 21,3% con valori più alti in specifiche popolazioni di lavoratori in particolare: professionisti sanitari, insegnanti di scuola e impiegati con postazioni al videoterminale, i cosiddetti "colletti bianchi"<sup>3-5</sup>. Sebbene limiti le attività di vita quotidiana con una prevalenza annua dell'11,5%<sup>1</sup>, il NP rimane ad oggi una delle principali cause di disabilità al mondo<sup>6</sup>. La tendenza alla cronicizzazione e il rischio di recidiva aumentano in maniera significativa l'impatto socio-economico del dolore cervicale; infatti, il 50-85% dei soggetti che ha avuto un primo episodio di neck pain, non ottiene la completa risoluzione dei sintomi o sperimenta un altro episodio nei 5 anni successivi<sup>7</sup>.

La fisiopatologia della maggior parte delle condizioni di neck pain non è chiara<sup>8</sup>. Le cervicalgie in cui è possibile identificare una causa pato-anatomica specifica (fratture, dislocazioni, mielopatie, lesioni midollari) rappresentano una minoranza e vengono generalmente diagnosticate tramite un'attenta anamnesi e attraverso esami strumentali. La maggioranza delle forme di dolore cervicale, ad oggi, non è riconducibile ad una causa anatomica specifica e viene classificata come cervicalgia aspecifica o Non Specific Neck Pain (NS-NP)<sup>8,9</sup>. Attualmente, infatti, anche dal punto di vista eziologico la multidimensionalità del dolore al collo, così come in molti disturbi scheletrici cronici, è ampiamente accettata dalla letteratura scientifica; fondamentale quindi risulta un approccio biopsicosociale alla patologia in cui vengano valutati e trattati gli impairments anatomici/strutturali, le disabilità, ma anche le aspettative e le convinzioni della persona riguardo al dolore, gli elementi di sofferenza psicologica vissuti, le strategie di coping, e le caratteristiche dell'ambiente sociale in cui la persona vive<sup>10</sup>. Nel Non Specific Neck Pain generalmente uno degli impairments più comunemente valutati nella pratica clinica è il ROM del rachide cervicale (CROM). Il ROM cervicale può essere misurato con una varietà di strumenti affidabili e in genere i clinici ritengono tale misurazione condizione importante e necessaria nei pazienti con disturbi meccanici

cervicali. Tuttavia, l'utilità clinica del CROM rimane ad oggi non chiara; ovvero la sua validità predittiva nel contesto clinico per la diagnosi, la prognosi e gli esiti del trattamento<sup>11</sup>. Esistono evidenze limitate sulla valutazione del CROM finalizzato alla diagnosi di cefalea cervicogenica, radicolopatia cervicale e lesioni della colonna clinicamente importanti; evidenze contrastanti su come il CROM possa essere predittivo di uno sviluppo di sintomatologia algica futura e poche evidenze sul suo valore prognostico nei pazienti con neck pain aspecifico. Evidenze limitate inoltre suggeriscono che un CROM ridotto sia associato ad esiti negativi e che viceversa un CROM aumentato sia associato ad esiti positivi. Nonostante ciò, poiché la causa patogenetica del dolore al collo assume ancora un connotato aspecifico, l'esame clinico degli impairments rimane l'approccio più accettato per la valutazione dei pazienti<sup>12</sup>. Il movimento cervicale rappresenta inoltre il parametro più accurato e riproducibile relativo alla valutazione funzionale dei disturbi del collo.

Una riduzione significativa del CROM globale è stata riscontrata in pazienti con disordini muscoloscheletrici del rachide cervicale, compreso il colpo di frusta (whiplash associated disorders – WAD), in confronto a soggetti sani sia in fase acuta che cronica<sup>13,14</sup>. Dall'Alba et al<sup>15</sup> hanno tentato di discriminare soggetti con Chronic Whiplash (CW) e soggetti asintomatici valutando movimenti primari e accoppiati del collo. I loro risultati hanno rilevato una significativa riduzione del CROM attivo in tutti i piani e una significativa correlazione con l'età. Altri studi indicano una riduzione dell'ACROM associato a sviluppo di neck pain in soggetti a rischio dal punto di vista lavorativo, in particolare soggetti costretti a mantenere posture obbligate prolungate al videoterminale<sup>16</sup>.

Esiste in letteratura una cospicua diversità di studi riguardo alla riproducibilità del movimento cervicale. Tra le cause di questa eterogeneità vi è innanzitutto l'utilizzo di un'ampia gamma di strumenti di misura, tra cui stima visiva, goniometro e sofisticati strumenti basati su sensori elettromeccanici, elettromagnetici, ottici, e ultrasonici. Poiché ciascuno di questi dispositivi si basa su principi fisici e sensibilità diversi, la riproducibilità potrebbe non essere uniforme. Altro aspetto riguarda le componenti metodologiche che comprendono la dimensione del campione (tendenzialmente piccola), l'uso quasi esclusivo di soggetti sani e l'assenza di un protocollo chiaramente definito.

Pertanto, ad oggi, esistono risultati conflittuali in letteratura per quanto riguarda l'entità della differenza di ACROM tra soggetti sintomatici e soggetti asintomatici; nei vari

studi, i gruppi eterogenei dei pazienti con neck pain, i differenti piani di movimento e procedure di misurazione utilizzati rendono difficile la formulazione di conclusioni definitive.

L'obiettivo di questa revisione è quello di valutare sistematicamente la letteratura esistente sul se e in che misura i pazienti con neck pain presentano un'alterazione dell'ACROM rispetto a gruppi di controllo sani e in seconda istanza verificare l'eventuale presenza di uno specifico impairment del movimento nei soggetti con neck pain.

## **2. MATERIALI E METODI**

### **2.1 Eligibility Criteria**

Per essere inseriti nel lavoro gli articoli devono includere un campione sintomatico adulto ( $\geq 18$ ) affetto da neck pain acuto o cronico di grado I o II in accordo con la Task Force on Neck Pain o con WAD (Whiplash associated disorders) di grado I o II in accordo con la Quebec Task Force o con cefalea cervicogenica in accordo con i criteri I.H.S. e di Sjaastad. Sono stati esclusi dalla revisione tutti gli studi che includono soggetti con fratture, dislocazioni, instabilità strutturali, pregressi interventi alla colonna, lesioni del midollo spinale, mielopatie, neoplasie o disordini sistemici. I limiti applicati per la ricerca degli studi sono stati la lingua inglese e italiana e la pubblicazione di tali articoli su riviste indicizzate. Per la tipologia di studio sono stati considerati solamente studi osservazionali e revisioni sistematiche mentre non è stato imposto alcun limite di tempo per quanto riguarda la data di pubblicazione degli articoli. Sono stati inclusi solamente gli articoli dotati di abstract e reperibili in formato integrale tramite i database utilizzati. Sono state considerate solo le pubblicazioni inerenti a studi eseguiti su esseri umani e aventi come intervento la valutazione quantitativa del ROM attivo cervicale.

### **2.2 Information Sources**

Per lo svolgimento di questo lavoro la ricerca bibliografica è stata svolta consultando i database elettronici MEDLINE tramite il motore di ricerca PubMed, PEDro e tramite il motore di ricerca GOOGLE SCHOLAR. Sono stati anche aggiunti articoli rilevanti la tematica seppur rintracciati da altre fonti (bibliografia di articoli rintracciati) rispetto alla ricerca fatta sulle banche dati tramite la stringa di ricerca. La ricerca della letteratura è stata svolta da Ottobre 2017 ad aprile 2018 e il reperimento degli articoli è stato possibile grazie al sistema bibliotecario dell'Università di Genova.

## 2.3 Search Strategy

Partendo dal quesito clinico “Quali sono le evidenze sulla valutazione quantitativa del ROM attivo cervicale nei soggetti con neck pain?” sono stati identificati le seguenti parole chiave della ricerca e i relativi sinonimi (*Tabella 1*):

	<b>PAROLA CHIAVE 1</b>	<b>AND</b>	<b>PAROLA CHIAVE 2</b>	<b>AND</b>	<b>PAROLA CHIAVE 3</b>
<b>SINONIMO 1</b>	<i>NECK PAIN</i>		<i>RANGE OF MOTION</i>		<i>ASSESSMENT</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 2</b>	<i>NECK INJURIES</i>		<i>ROM</i>		<i>3D KINEMATIC ANALYSIS</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 3</b>	<i>WHIPLASH INJURIES</i>		<i>NECK MOTION</i>		<i>MEASUREMENT</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 4</b>	<i>WAD</i>		<i>CERVICAL BIOMECHANICS</i>		<i>EVALUATION</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 5</b>	<i>CERVICOGENIC HEADACHE</i>		<i>FLEXIB*</i>		<i>PHISICAL EXAMINATION</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 6</b>			<i>CERVICAL MOBILITY</i>		<i>GONIOMETER</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 7</b>					<i>INCLINOMETER</i>
<b>OR</b>					
<b>SINONIMO 8</b>					<i>QUANTIFY*</i>

*Tabella 1: Principali parole chiave e relativi sinonimi utilizzati nella stringa di ricerca.*

Data la natura della “review question”, su MEDLINE è stato applicato un filtro che includesse solamente studi osservazionali e revisioni sistematiche, in lingua inglese e italiana ed effettuati su umani.

Le parole chiave sono state incrociate utilizzando gli operatori booleani AND/OR e utilizzando i “Mesh Term”; la stringa di ricerca risultante è stata la seguente:

**("neck pain"[Mesh] OR "neck injuries"[Mesh] OR ((neck OR cervical) AND (pain\* OR ache OR injur\*)) OR "whiplash injuries"[Mesh] OR "wad" OR "cervicogenic headache") AND ("range of motion, Articular"[Mesh] OR "rom" OR "neck motion" OR "cervical biomechanics" OR "flexib\*" OR "cervical mobility") AND ("assessment" OR "3d kinematic analysis" OR "measurement" OR "evaluation" OR "physical examination" OR "goniometer" OR "inclinometer" OR "quantify\*") NOT ("exercise"[tiab] OR "treatment"[tiab])**

Per quanto riguarda il database PEDro è stata condotta una ricerca utilizzando la popolazione (“neck pain”, “wad”, “cervicogenic headache”) in combinazione con l’intervento (“measurement”, “evaluation”) e l’outcome (“range of motion”, “cervical mobility”); inoltre è stato applicato il filtro “systematic review” per escludere metodi di studio non conformi ai criteri d’inclusione.

## 2.4 Study records

- *Selection process*: i titoli, abstract e full-text ottenuti dalla ricerca sono stati esaminati in maniera indipendente da un unico autore. Su tutti gli articoli d’interesse sono stati applicati i criteri di inclusione e di esclusione. Tutti gli studi che non rispettano tali criteri sono stati automaticamente esclusi dalla revisione. Selezionati i records dai database attraverso i quali è stata fatta la ricerca, è stata eseguita una prima scrematura in seguito a lettura di titolo e abstract, dopo aver eliminato i duplicati. La fase successiva è stata quella di esaminare gli articoli nella loro versione integrale, escludendo quelli non disponibili in full-text.

Per la schematizzazione del processo di selezione degli studi è stato usato il PRISMA flow diagram.

- *Data collection process*: per l’analisi degli studi inclusi nella ricerca, è stata redatta una tabella sinottica.

## 2.5 Data Items

I dati che sono stati presi in considerazione dagli articoli sono gli autori e l'anno di pubblicazione degli studi. Le caratteristiche della popolazione sintomatica e del gruppo di controllo (numero, età, sesso, patologia), tipologia di studio, intervento (metodo di valutazione e gli strumenti scelti), risultati e conclusioni degli autori. Tali informazioni sono indicate nella tabella sinottica.

## 2.6 Risk of bias

Gli articoli considerati nella revisione sono stati valutati utilizzando la check list di AMSTAR (A Measurement Tool to Assess systematic Reviews), la NOS Scale (Newcastle - Ottawa Quality Assessment Scale Case Control Studies) e il Critical appraisal tool for cross-sectional studies AXIS. La NOS Scale (*Figura 1,2*) è uno strumento sviluppato per valutare la qualità degli studi non randomizzati inclusi in revisioni sistematiche, in particolare studi di coorte e case-control. Questo strumento è stato prodotto dalla collaborazione tra l'Università di Newcastle (Australia) e di Ottawa (Canada), ed è stato approvato per il suo utilizzo in revisioni sistematiche di studi non randomizzati dalla Cochrane Collaboration. La NOS include criteri di valutazione separati per studi di coorte e case-control e copre i seguenti domini: la selezione dei partecipanti, la comparabilità dei gruppi e l'accertamento dell'esposizione (per studi caso-controllo) o dell'outcome (per studi di coorte). Un sistema di classificazione a stelle viene utilizzato per indagare la qualità di uno studio con un massimo di 9 stelle. Ogni criterio riceve una stella singola se sono stati riportati metodi appropriati; la comparabilità è l'unica categoria che può ricevere 2 stelle.

AXIS è uno strumento sviluppato per la valutazione qualitativa degli studi cross-sectional ed è composto di 20 items: 7 domande (1, 4, 10, 11, 12, 16, 18) sono relative alla qualità del reporting, 7 (2, 3, 5, 8, 17, 19, 20) riguardano la qualità del disegno di studio e 6 la possibile introduzione di biases nello studio (6, 7, 9, 13, 14, 15). Questo appraisal tool contiene aree per registrare le risposte "yes", "no" o "don't know" per ogni domanda e anche per brevi commenti (*Figura 3*).

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE  
CASE CONTROL STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

**Selection**

- 1) Is the case definition adequate?
  - a) yes, with independent validation \*
  - b) yes, eg record linkage or based on self reports
  - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
  - a) consecutive or obviously representative series of cases \*
  - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
  - a) community controls \*
  - b) hospital controls
  - c) no description
- 4) Definition of Controls
  - a) no history of disease (endpoint) \*
  - b) no description of source

**Comparability**

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (Select the most important factor.) \*
  - b) study controls for any additional factor \* (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

**Exposure**

- 1) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) \*
  - b) structured interview where blind to case/control status \*
  - c) interview not blinded to case/control status
  - d) written self report or medical record only
  - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
  - a) yes \*
  - b) no
- 3) Non-Response rate
  - a) same rate for both groups \*
  - b) non respondents described
  - c) rate different and no designation

*Figura 1: NOS Scale – case-control studies*

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE  
COHORT STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

**Selection**

- 1) Representativeness of the exposed cohort
  - a) truly representative of the average \_\_\_\_\_ (describe) in the community ✱
  - b) somewhat representative of the average \_\_\_\_\_ in the community ✱
  - c) selected group of users eg nurses, volunteers
  - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
  - a) drawn from the same community as the exposed cohort ✱
  - b) drawn from a different source
  - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) ✱
  - b) structured interview ✱
  - c) written self report
  - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
  - a) yes ✱
  - b) no

**Comparability**

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (select the most important factor) ✱
  - b) study controls for any additional factor ✱ (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

**Outcome**

- 1) Assessment of outcome
  - a) independent blind assessment ✱
  - b) record linkage ✱
  - c) self report
  - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
  - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) ✱
  - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
  - a) complete follow up - all subjects accounted for ✱
  - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > \_\_\_\_ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) ✱
  - c) follow up rate < \_\_\_\_% (select an adequate %) and no description of those lost
  - d) no statement

*Figura 2: NOS Scale – cohort studies*

	Question	Yes	No	Don't know/ Comment
<b>Introduction</b>				
1	Were the aims/objectives of the study clear?			
<b>Methods</b>				
2	Was the study design appropriate for the stated aim(s)?			
3	Was the sample size justified?			
4	Was the target/reference population clearly defined? (Is it clear who the research was about?)			
5	Was the sample frame taken from an appropriate population base so that it closely represented the target/reference population under investigation?			
6	Was the selection process likely to select subjects/participants that were representative of the target/reference population under investigation?			
7	Were measures undertaken to address and categorise non-responders?			
8	Were the risk factor and outcome variables measured appropriate to the aims of the study?			
9	Were the risk factor and outcome variables measured correctly using instruments/measurements that had been trialled, piloted or published previously?			
10	Is it clear what was used to determine statistical significance and/or precision estimates? (e.g. p-values, confidence intervals)			
11	Were the methods (including statistical methods) sufficiently described to enable them to be repeated?			
<b>Results</b>				
12	Were the basic data adequately described?			
13	Does the response rate raise concerns about non-response bias?			
14	If appropriate, was information about non-responders described?			
15	Were the results internally consistent?			
16	Were the results presented for all the analyses described in the methods?			
<b>Discussion</b>				
17	Were the authors' discussions and conclusions justified by the results?			
18	Were the limitations of the study discussed?			
<b>Other</b>				
19	Were there any funding sources or conflicts of interest that may affect the authors' interpretation of the results?			
20	Was ethical approval or consent of participants attained?			

Figura 3: AXIS – Critical appraisal tool for cross-sectional studies

### **3. RISULTATI**

Le stringhe di ricerca hanno prodotto un totale di 868 articoli potenzialmente eleggibili:

- 658 articoli da MEDLINE
- 47 articoli da PEDro
- 163 articoli da GOOGLE SCHOLAR

Related articles: articoli rintracciati in quanto articoli correlati all'argomento trattato e suggeriti dai database = 8 articoli

In seguito all'eliminazione di alcuni articoli presenti in duplice o triplice copia, il numero totale si è ridotto a 845. La fase successiva è stata una prima scrematura dei records in base alla pertinenza del titolo e dell'abstract all'argomento trattato e che ha portato all'esclusione di 748 articoli. Dei 97 records rimanenti sono stati analizzati i relativi full-text e applicati i criteri di inclusione e di esclusione, per un totale di 76 articoli scartati. Al termine del processo di selezione sono stati inclusi nel lavoro 21 articoli. Le varie fasi di questo processo sono riassunte attraverso un diagramma di flusso (*Figura 4*).

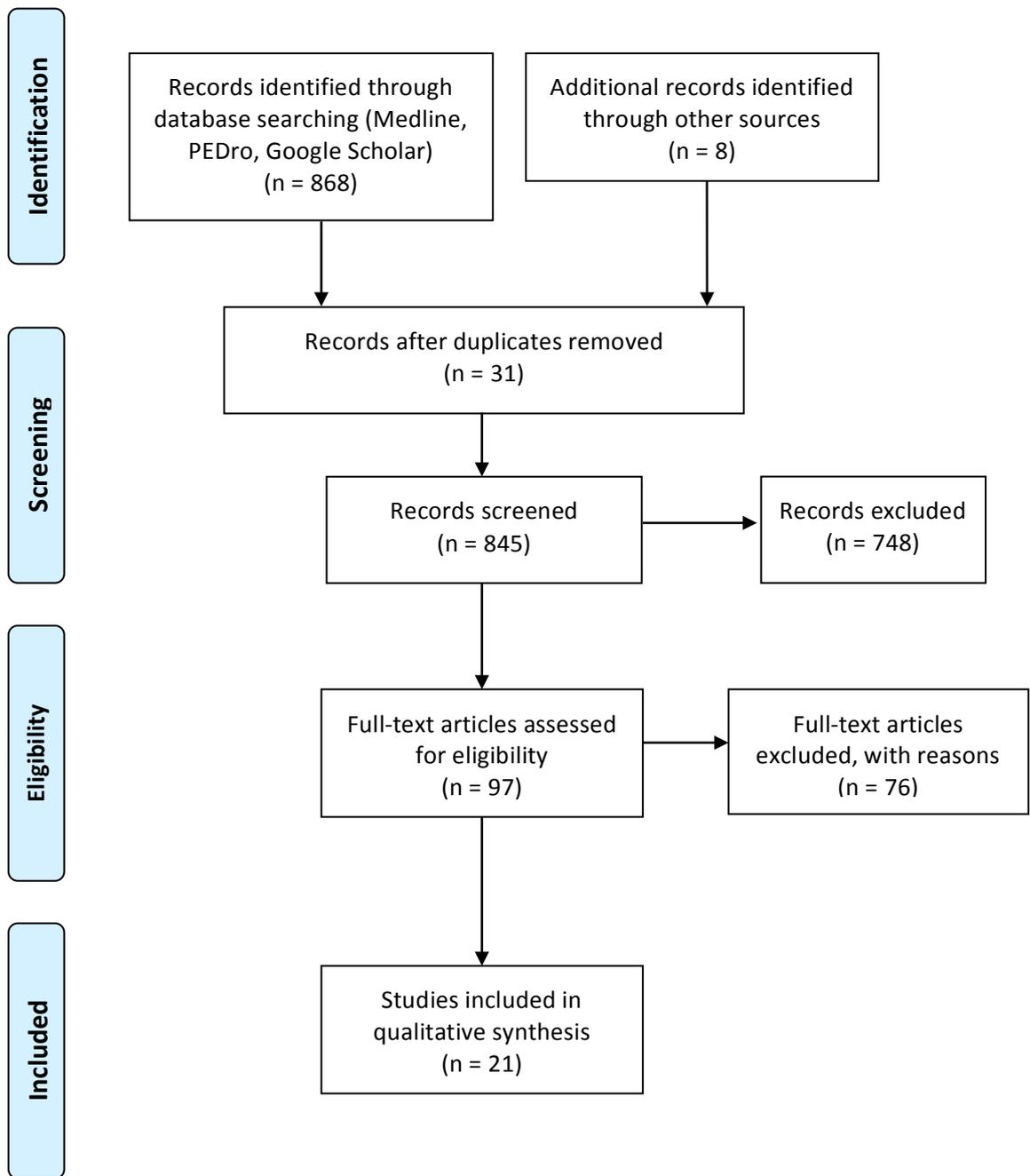


Figura 4: Diagramma di flusso

Al termine del processo di selezione sono stati inclusi 21 articoli, conformi ai criteri di inclusione e di esclusione precedentemente citati (Eligibility criteria):

1. Ang Bjorn Olov<sup>17</sup> (2008)
2. Bertel Rune Kaale et al.<sup>18</sup> (2007)
3. Cagnie Barbara et al.<sup>19</sup> (2012)
4. Chiu Tai Wing Thomas et al.<sup>32</sup> (2001)
5. De Loose V et al.<sup>20</sup> (2009)
6. Dumas J-P et al.<sup>21</sup> (2001)
7. Fernandez-Perez A.M. et al.<sup>22</sup> (2012)
8. Grip H. et al.<sup>23</sup> (2007)
9. Guo L. et al.<sup>24</sup> (2012)
10. Law Ellis Yuk Hung et al.<sup>35</sup> (2013)
11. Mohammad Walaa S. et al.<sup>16</sup> (2015)
12. Puglisi F. et al.<sup>25</sup> (2004)
13. Rix George D. et al.<sup>26</sup> (2001)
14. Rodriquez AA, Burns SP<sup>27</sup> (2008)
15. Rudolfsson Thomas et al.<sup>28</sup> (2012)
16. Rutledge Brad et al.<sup>29</sup> (2012)
17. Sarig Bahat Hilla et al.<sup>30</sup> (2010)
18. Shahidi B et al.<sup>31</sup> (2012)
19. Vogt Lutz et al.<sup>33</sup> (2007)
20. Woudhouse et al.<sup>34</sup> (2008)
21. Zito G. et al.<sup>36</sup> (2006)

### 3.1 Tabelle sinottiche

AUTORIED ANNO DI PUBBLICAZIONE	DISEGNO DI STUDIO	CARATTERISTICHE DEI PAZIENTI SINTOMATICI	CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI CONTROLLO	INTERVENTO	RISULTATI	CONCLUSIONI DEGLI AUTORI
1. Ang Bjorn Olov <sup>17</sup> (2008)	Cross-sectional study	Neck pain: piloti di elicottero con dolore al collo al momento del testing (VAS > 10 mm). Selezionati da due squadroni Air Force. N = 20 Età: 38.9 ± 5.0 Maschi/Femmine: 20/0	Piloti di elicottero selezionati da due squadroni Air Force. N = 25 Età: 38.2 ± 6.6 Maschi/Femmine: 25/0	Cervical measurement system (Myrin device)	<b>Flessione + Estensione</b> NP: 113.9 <sup>a</sup> ± 13.2 HC: 126.8 ± 11.7 <b>Rotazione dx + sx</b> NP: 132.1 <sup>b</sup> ± 19.9 HC: 147.6 ± 12.0 <b>Lateroflessione dx + sx</b> NP: 63.3 ± 13.8 HC: 72.3 ± 13.9  <sup>a</sup> p = 0.003 <sup>b</sup> p = 0.005	Comparati con il gruppo di controllo, i pazienti con neck pain avevano una riduzione significativa della flessione-estensione (P = 0.003) e della rotazione (P = 0.005).
2. Bertel Rune Kaale et al. <sup>18</sup> (2007)	Cross-sectional study	WAD II (QTF). Reclutati da una lista di persone con diagnosi di wad nel periodo 1992-1998. N = 87 Età: 38,7 ± ? Maschi/Femmine: 30/57	Persone trattate da un Fisioterapista per condizioni non correlate a problemi al collo e prelevate casualmente dalla stessa area geografica N= 29 Età: 45.4 ± ? Maschi/Femmine: 10/19	Goniometro CROM	<b>Flessione</b> WAD: 54* ± 16.7 HC: 60 ± 12.4 <b>Estensione</b> WAD: 65* ± 18.7 HC: 75 ± 16.7 <b>Rotazione dx</b> WAD: 72* ± 14.4 HC: 79 ± 9.9 <b>Rotazione sx</b> WAD: 76* ± 19.7 HC: 82 ± 11.8 <b>Lateroflessione dx</b> WAD: 41* ± 10.1 HC: 45 ± 6.3 <b>Lateroflessione sx</b> WAD: 45 ± 11.2 HC: 47 ± 6.5  * p < 0.05	I pazienti con WAD hanno in media un ridotto ROM per tutti i movimenti comparati con il gruppo di controllo. La differenza era statisticamente significativa (*) per tutte le misure considerate, eccetto la lateroflessione sx.

<p>3. Cagnie Barbara et al.<sup>19</sup> (2012)</p>	<p>Cross-sectional study</p>	<p><u>Chronic neck pain</u>: reclutati attraverso annuncio pubblico all'interno dell'Università. Divisi in 2 gruppi:</p> <p><b>a</b>: Idiopathic Neck Pain group: dolore aspecifico, frequente o continuo &gt; 6 mesi.</p> <p><b>b</b>: WAD group: almeno 6 mesi dall'incidente, dolore e disabilità nella regione del collo, gravità del danno classificata come WAD II (QTF).</p> <p>a: NP N = 14 b: WAD N = 16</p> <p><b>Età</b>: NP: 28.3 ± 5.4 WAD: 27.5 ± 4.8</p> <p><b>Maschi/Femmine</b>: NP: 0/14; WAD: 0/16</p>	<p>Volontari senza dolore al collo da almeno 1 anno prima del testing.</p> <p>N = 96</p> <p><b>Età</b>: range 20-64</p> <p><b>Maschi/Femmine</b>: 48/48</p>	<p>Zebbris CMS 70P system</p>	<p>Nella F-E c'è una differenza significativa tra i gruppi (*).</p> <p>WAD-NP: p &lt; 0.05 WAD-C: p &lt; 0.05 NP-C: NS</p> <p>Nella Rotazione c'è una differenza significativa tra i gruppi (*).</p> <p>WAD-NP: NS WAD-C: p &lt; 0.05 NP-C: p &lt; 0.05</p> <p>Nella lateroflessione c'è una differenza significativa tra i gruppi (*).</p> <p>WAD-NP: p &lt; 0.05 WAD-C: p &lt; 0.05 NP-C: NS</p> <p>* p &lt; 0.05</p>	<p>I risultati indicavano che il ROM era ridotto nei pazienti con chronic whiplash in tutti i movimenti primari comparati con soggetti asintomatici. Inoltre hanno dimostrato una significativa riduzione in flessione-estensione e lateroflessione nel whiplash group comparato con i pz con idiopathic neck pain. Solo per la rotazione, i pz con idiopathic neck pain mostrano una riduzione del ROM comparato con i soggetti asintomatici.</p>
<p>4. Chiu Tai Wing Thomas et al.<sup>32</sup> (2001)</p>	<p>Cross-sectional study</p>	<p><u>Neck Pain</u>: soggetti con diagnosi di mechanical neck pain effettuata dallo stesso dottore in un centro sanitario universitario e selezionati casualmente.</p> <p>N = 21</p> <p><b>Età</b>: 27.0 ± 9.5</p> <p><b>Maschi/Femmine</b>: 9/12</p>	<p>Volontari senza neck pain durante l'anno precedente, reclutati tramite annuncio all'interno dell'università.</p> <p>N = 25</p> <p><b>Età</b>: 22.1 ± 3.9</p> <p><b>Maschi/Femmine</b>: 15/20</p>	<p>MCRU (Multi Cervical Rehabilitation Unit)</p>	<p><b>Flessione</b> NP: 64.0 ± 8.62 HC: 68.0 ± 6.19</p> <p><b>Estensione</b> NP: 60.1* ± 8.84 HC: 68.3 ± 7.33</p> <p><b>Rotazione dx</b> NP: 74.8 ± 10 HC: 78.0 ± 6.41</p> <p><b>Rotazione sx</b> NP: 72.8 ± 10.5 HC: 77.2 ± 7.63</p> <p><b>Lateroflessione dx</b> NP: 45.8 ± 6.15 HC: 49.8 ± 7.47</p> <p><b>Lateroflessione sx</b> NP: 50.3 ± 6.25 HC: 52.6 ± 7.60</p> <p>* p = 0.001</p>	<p>C'è una differenza significativa nell'AROM tra soggetti asintomatici e pazienti con neck pain, almeno per l'estensione.</p>

<p>5. De Looze V et al.<sup>20</sup> (2009)</p>	<p>Cross-sectional study</p>	<p><u>Neck pain</u>: piloti di F-16 selezionati da due squadroni Air Force, con esperienza di più di due episodi di neck pain della durata di almeno un giorno nell'ultimo anno.</p> <p>N = 17 <b>Età:</b> &lt; 30 anni: 41% fra 30 e 39 anni: 56% fra 40 e 49 anni: 3% <b>Maschi/Femmine:</b> 17/0</p>	<p>Piloti asintomatici di F-16 selezionati da due squadroni Air Force.</p> <p>N = 73 <b>Età:</b> &lt; 30 anni: 48% fra 30 e 39 anni: 47% fra 40 e 49 anni: 6% <b>Maschi/Femmine:</b> 73/0</p>	<p>Zebbris CMS 20 system</p>	<p><b>Flessione + Estensione</b> NP: 130.0<sup>a</sup> (CI: 116-144) HC: 140.0 (CI: 125-155) <b>Rotazione dx + sx</b> NP: 155.0<sup>b</sup> (CI: 140-170) HC: 162.0 (CI: 148-176) <b>Lateroflessione dx + sx</b> NP: 89.0 (CI: 73-105) HC: 87.0 (CI: 71-103)</p> <p><sup>a</sup> p = 0.012 <sup>b</sup> p = 0.044</p>	<p>Sono state osservate differenze statisticamente significative tra gruppo neck pain e gruppo di controllo per la riduzione di CROM nel piano sagittale (P = 0.012) e trasversale (P = 0.044). Non sono state osservate differenze nel piano frontale.</p>
<p>6. Dumas J-P et al.<sup>21</sup> (2001)</p>	<p>Cross-sectional study</p>	<p><u>Cervicogenic Headache (CH)</u>: Pazienti con diagnosi di CH in accordo con i criteri dell'International Headache Society (I.H.S.) e Sjaastad.</p> <p><b>CHa</b>: <u>Post MVA</u>: esordio traumatico a seguito di un incidente d'auto (tutti i tipi di impatto). Il trauma era senza commozione o amnesia. <b>CHb</b>: <u>Non-traumatic</u>: insorgenza del mal di testa non riferita ad un evento traumatico.</p>	<p>Soggetti reclutati dalla comunità locale, in modo che età e sesso corrispondessero a quelli del gruppo headache.</p>	<p>Goniometro CROM</p>	<p><b>Flessione + Estensione</b> CHa: 87 ± 26.7* CHb: 114 ± 13.8 HC: 123 ± 15.5 <b>Rotazione dx + sx</b> CHa: 109 ± 19.8* CHb: 132 ± 11.1 HC: 136 ± 14.0 <b>Lateroflessione dx + sx</b> CHa: 64 ± 12.6 CHb: 75 ± 117.4 HC: 76 ± 116.1</p> <p>* p &lt; 0.001</p>	<p>La variabile che sembra distinguere il gruppo post-MVA più degli altri è l'ACROM, in particolare per i movimenti nel piano trasversale (rotazioni) e nel piano sagittale (flesso-estensione). L'ACROM in questi piani è significativamente diverso rispetto agli altri gruppi. Tuttavia, L'ACROM nel gruppo non-traumatico non è diverso dal gruppo di</p>

	Cross-sectional study	<p>CHa: N = 20 CHb: N = 24 <b>Età:</b> CHa: 45 ± 11.4 CHb: 44 ± 11.9 <b>Maschi/Femmine:</b> CHa: 5/15; CHb: 5/19</p> <p>WAD II acuto (QTF): pazienti indirizzati dal medico di base a un fisioterapista.</p> <p>N = 20 <b>Età:</b> 28.7 ± 12.4 <b>Maschi/Femmine:</b> 10/10</p>	<p>N = 17 <b>Età:</b> 43 ± 14.1 <b>Maschi/Femmine:</b> 6/11</p> <p>Reclutati dalla popolazione generale.</p> <p>N = 20 <b>Età:</b> 29.1 ± 12.2 <b>Maschi/Femmine:</b> 10/10</p>	Goniometro CROM	<p><b>Flessione*</b> WAD: 39.4 ± 18.6 HC: 59.3 ± 10.7 <b>Estensione*</b> WAD: 53.8 ± 22.6 HC: 83.0 ± 10.5 <b>Rotazione dx*</b> WAD: 44.7 ± 20.6 HC: 71.3 ± 6.7 <b>Rotazione sx*</b> WAD: 47.8 ± 19.8 HC: 70.2 ± 10.4 <b>Lateroflessione dx*</b> WAD: 35.6 ± 15.5 HC: 45.2 ± 5.5 <b>Lateroflessione sx*</b> WAD: 33.8 ± 11.5 HC: 44.3 ± 9.7</p> <p>* p &lt; 0.001</p>	controllo.
7. Fernandez-Perez A.M. et al. <sup>22</sup> (2012)	Cross-sectional study	<p>a. Neck Pain group: dolore &gt; 3 mesi. Sintomi muscolari senza parestesie in accordo con la valutazione clinica. b. WAD I-II (QTF): sintomi &gt; 3 mesi. Entrambi i gruppi sono stati reclutati tramite fisioterapisti presso cliniche di riabilitazione e centri medici.</p>	<p>Dolori occasionali al collo e lombari sono stati accettati purché i soggetti non presentassero sintomi negli ultimi 3 mesi. Reclutati tramite annuncio.</p>	Myrin device (gravity-reference goniometer)	<p><b>Flessione</b> NP: 52.0 ± 17.2 WAD: 38.0 ± 18.4 HC: 61.4 ± 12.9 NP-WAD: p = 0.01* NP-C: p = 0.06 WAD-C: p &lt; 0.05* <b>Estensione</b> NP: 43.6 ± 18.4 WAD: 30.0 ± 19.4 HC: 59.3 ± 13.8 NP-WAD: p = 0.01* NP-C: p = 0.05* WAD-C: p &lt; 0.05*</p>	<p>Il gruppo di controllo ha riportato un ROM più ampio rispetto ai NP e WAD groups. Quando si confrontavano i due gruppi con NP, il WAD group percepiva la situazione come peggiore rispetto al ROM in tutte le direzioni.</p>
8. Grip H. et al. <sup>23</sup> (2007)	Cross-sectional study					

	Studio di laboratorio controllato	<p>a: NP N = 21 b: WAD N = 22</p> <p><b>Età:</b> NP: 49 ±16 WAD: 49 ±15</p> <p><b>Maschi/Femmine:</b> NP: 7/14; WAD: 5/17</p>	<p>N = 24</p> <p><b>Età:</b> 50 ±18</p> <p><b>Maschi/Femmine:</b> 8/16</p>	Electromagnetic tracker system (Fastrak)	<p><b>Rotazione dx</b> NP: 54.6 ±14.8 WAD: 44.1 ±12.7 HC: 67.8 ±9.1</p> <p>p &lt; 0.05* all comparison</p> <p><b>Rotazione sx</b> NP: 55.1 ±14.0 WAD: 43.1 ±15.3 HC: 66.8 ±9.2</p> <p>p &lt; 0.05* all comparison</p>	
9. Guo L. et al. <sup>24</sup> (2012)	Studio di laboratorio controllato	<p><u>Neck Pain:</u> soggetti con dolore al collo e che hanno richiesto un trattamento medico nelle ultime 6 settimane.</p> <p>N = 27</p> <p><b>Età:</b> 24.2 ±5.9</p> <p><b>Maschi/Femmine:</b> 13/14</p>	<p>Soggetti senza problemi al collo, lombari o spinali tali da causare una restrizione delle normali attività. Reclutati da?</p> <p>N = 13</p> <p><b>Età:</b> 20.9 ±1.3</p> <p><b>Maschi/Femmine:</b> ??</p>	Electromagnetic tracker system (Fastrak)	<p><b>Flessione</b> NP: 59.7 ±13.7 HC: 62.2 ±11.1</p> <p><b>Estensione*</b> NP: 70.8 ±15.4 HC: 79.4 ±11.7</p> <p><b>Rotazione dx*</b> NP: 63.1 ±9.5 HC: 71.2 ±6.4</p> <p><b>Rotazione sx</b> NP: 68.1 ±9.3 HC: 69.8 ±7.1</p> <p><b>Lateroflessione dx</b> NP: 46.0 ±9.0 HC: 48.6 ±6.9</p> <p><b>Lateroflessione sx</b> NP: 44.4 ±10.3 HC: 46.6 ±6.0</p> <p>* p &lt; 0.05</p>	<p>I pazienti con NP hanno mostrato la tendenza a ridurre il ROM in flessione, lateroflessione dx e sx e rotazione sx rispetto al gruppo di controllo. Tuttavia non c'erano differenze tra i due gruppi nei movimenti menzionati. Il ROM in rotazione dx ed estensione appare significativamente ridotto nel gruppo neck pain rispetto al gruppo di controllo.</p>
10. Law Ellis Yuk Hung et al. <sup>35</sup> (2013)	Cross-sectional study	<p><u>Neck pain:</u> soggetti con diagnosi di più di un episodio di neck pain durante i 3 mesi precedenti e senza relativo trattamento.</p>	<p>Volontari senza neck pain (NPRS = 0) nei 6 mesi precedenti.</p>	ACRON Electronic Goniometer	<p><b>Flessione + Estensione</b> NP: 89.09* ±14.38 HC: 123.96 ±15.12</p> <p><b>Rotazione dx + sx</b> NP: 134.42* ±18.91 HC: 161.58 ±9.36</p> <p><b>Lateroflessione dx + sx</b> NP: 69.04* ±12.54</p>	<p>Lo studio documenta una riduzione significativa dell'ACROM nel gruppo neck pain rispetto al gruppo di controllo.</p>

		<p>N = 26 Età: 44.52 ±7.11 <b>Maschi/Femmine:</b> 9/17</p> <p><u>Neck pain:</u> 132 donne volontarie con NP work-related (almeno 4 ore al giorno di uso del monitor) reclutate all'interno dell'università e divise in 3 gruppi:</p> <p>a: personale b: amministratori c: studenti</p> <p>a: N=42 b: N=10 c: N=80 <b>Età:</b> a: 35.52 ±7.25 b: 27.40 ±3.17 c: 20.79 ±0.99 <b>Maschi/Femmine:</b> a: 0/42 b: 0/10 c: 0/80</p>	<p>N = 26 Età: 45.28 ±9.12 <b>Maschi/Femmine:</b> 9/17</p> <p>44 donne volontarie senza NP reclutate all'interno dell'università e divise in 3 gruppi:</p> <p>a: personale b: amministratori c: studenti</p> <p>a: N=14 b: N=12 c: N=18 <b>Età:</b> a: 35.14 ±6.59 b: 27.50 ±4.93 c: 20.83 ±0.79 <b>Maschi/Femmine:</b> a: 0/14 b: 0/12 c: 0/18</p>	Goniometro CROM	<p>HC: 89.19 ±13.10 <b>Total CROM</b> NP: 292.56* ±35.08 HC: 374.73 ±30.86 * p &lt; 0.001</p> <p><b>Flessione</b> NPa: 54.00 ±9.38 HCa: 57.54 ±15.97 NPb: 49.91 ±6.85 HCb: 53.45 ±2.73 NPc: 56.55 ±7.97 HCc: 60.09 ±12.09</p> <p><b>Estensione</b> NPa: 65.09 ±8.57 HCa: 57.54 ±15.97 NPb: 67.87 ±6.23 HCb: 53.45 ±2.73 NPc: 66.09 ±12.09 HCc: 64.39 ±10.78</p> <p><b>Rotazione dx*</b> NPa: 60.08 ±10.32 HCa: 67.11 ±8.37 NPb: 62.50 ±8.33 HCb: 70.00 ±8.19 NPc: 63.46 ±9.57 HCc: 69.90 ±5.44</p> <p><b>Rotazione sx</b> NPa: 65.57 ±8.92 HCa: 68.52 ±4.70 NPb: 67.88 ±11.11 HCb: 70.83 ±5.16 NPc: 68.57 ±10.08 HCc: 71.52 ±6.06</p> <p><b>Lateroflessione dx*</b> NPa: 44.18 ±6.56 HCa: 48.39 ±7.38 NPb: 43.05 ±4.54 HCb: 47.26 ±10.78 NPc: 45.22 ±8.49 HCc: 49.43 ±5.79</p> <p><b>Lateroflessione sx</b> NPa: 48.59 ±8.25 HCa: 49.70 ±10.11 NPb: 40.95 ±5.86 HCb: 42.06 ±6.19 NPc: 46.03 ±7.16 HCc: 47.14 ±6.61</p> <p>* p &lt; 0.05</p>	I risultati hanno mostrato che esiste una differenza significativa tra i due gruppi testati nella lateroflessione dx e rotazione dx. Il ROM in lateroflessione dx e rotazione dx era significativamente più basso nel gruppo NP.
11. Mohammad Wala S. et al. <sup>16</sup> (2015)	Cross-sectional study					
12. Puglisi F. et al. <sup>25</sup> (2004)	Cross-sectional study	<p><u>WAD I o II (QTF):</u> dolore (cronico) in corso dopo una collisione posteriore tra 6 e 12 mesi prima e in attesa di qualche forma di compensazione.</p>	Reclutati attraverso annuncio pubblico, senza pregresse lesioni al collo e senza richiami di dolore cervicale o dorsale negli	Elite video system	<p><b>Flessione*</b> WAD: 52.6 ±12.7 HC: 63.3 ±9.7</p> <p><b>Estensione*</b> WAD: 50.1 ±14.1 HC: 66.4 ±14.0</p> <p><b>Rotazione dx*</b> WAD: 62.7 ±13.9 HC: 74.0 ±8.4</p> <p><b>Rotazione sx*</b></p>	I soggetti con chronic whiplash mostravano una riduzione del CROM in tutte le direzioni se comparati con i soggetti

			ultimi 12 mesi.  N = 126 <b>Età:</b> 31.9 ±7.2 <b>Maschi/Femmine:</b> 69/57		WAD: 62.4 ±15.1 HC: 73.2 ±8.8 <b>Lateroflessione dx*</b> WAD: 36.9 ±7.1 HC: 43.5 ±6.0 <b>Lateroflessione sx*</b> WAD: 37.7 ±6.6 HC: 44.8 ±7.7  * p < 0.001	asintomatici (p<0.001).
13. Rix George D. et al. <sup>26</sup> (2001)	Cohort study	<u>Neck Pain:</u> pazienti reclutati dalla clinica AECC (Anglo European College of Chiropratic), con dolore continuo al collo da 3 mesi a 5 anni.  N = 11 <b>Età:</b> 41,1 ± 13,3 <b>Maschi/Femmine:</b> 6/5	Il gruppo di controllo è stato reclutato dal personale, dalla facoltà e dagli studenti dell'AECC, senza storia di wad o altri disordini del rachide cervicale, dizziness o vertigo.  N = 11 <b>Età:</b> 39,3 ± 10,3 <b>Maschi/Femmine:</b> 5/6	Goniometro CROM	<b>Flessione</b> NP: 44,5* ± 10,9 HC: 54,1* ± 8,1 <b>Rotazione dx</b> NP: 61,5* ± 7,9 HC: 69,6* ± 8 <b>Lateroflessione sx</b> NP: 33,1* ± 12,5 HC: 41,6* ± 5,5  * p < 0.05	Il gruppo Neck Pain aveva una riduzione dell'ACROM in tutte e sei le direzioni di movimento comparato con il gruppo di controllo. Una differenza significativa (p<0,05) è stata raggiunta per i movimenti di flessione, rotazione dx e lateroflessione sx.
14. Rodriguez AA, Burns SP <sup>27</sup> (2008)	Cross-sectional study	<u>Neck Pain:</u> Civili con chronic neck pain reclutati da cliniche di assistenza primaria del Veterans Affairs hospital.  N = 30 <b>Età:</b> 20-65 <b>Maschi/Femmine:</b> 10/20	Civili asintomatici reclutati da cliniche di assistenza primaria del Veterans Affairs hospital.  N = 14 <b>Età:</b> 20-65 <b>Maschi/Femmine:</b> 4/10	Goniometro CROM (Performance Attainment Associates, Lindstrom, MN) in accordo con il metodo Tucci et al.	<b>Flessione</b> NP: 44 ± 15 HC: 59* ± 15 <b>Estensione</b> NP: 62 ± 13 HC: 66 ± 11 <b>Rotazione dx</b> NP: 60 ± 11 HC: 69* ± 10 <b>Rotazione sx</b> NP: 58 ± 13 HC: 62 ± 8 <b>Lateroflessione dx</b> NP: 34 ± 9 HC: 42* ± 10 <b>Lateroflessione sx</b> NP: 37 ± 9 HC: 42 ± 13	Tutte le misurazioni indicano una diminuzione del ROM nel gruppo con Neck Pain (NP) rispetto al gruppo di controllo (HC), e hanno raggiunto la significatività statistica (p<0.05) in diversi movimenti

					* p < 0.05	(Flessione, Rotazione dx, Lateroflessione dx).
15. Rudolfsson Thomas et al. <sup>28</sup> (2012)	Cross-sectional study	Chronic non-specific neck pain >3 mesi. Reclutati da?  N = 102 <b>Età:</b> 51 ±9 <b>Maschi/Femmine:</b> 0/102	Reclutati da?  N = 33 <b>Età:</b> 47 ±10 <b>Maschi/Femmine:</b> 0/33	Electromagnetic tracker system (Fastrak)	<p><b>UC Flessione</b> NP: 32.6 ±6.1 HC: 33.9 ±6.0</p> <p><b>UC Estensione*</b> NP: 40.4 ±9.2 HC: 50.9 ±8.2</p> <p><b>UC Total range*</b> NP: 73.0 ±11.2 HC: 84.7 ±8.0</p> <p><b>LC Flessione*</b> NP: 16.0 ±5.4 HC: 21.1 ±4.5</p> <p><b>LC Estensione</b> NP: 3.0 ±2.8 HC: 5.4 ±4.2</p> <p><b>LC Total range*</b> NP: 19.0 ±6.5 HC: 26.5 ±6.7</p> <p><b>Rotazione dx + sx*</b> NP: 115.2 ±17.0 HC: 136.2 ±15.0</p> <p>* p &lt; 0.001</p>	Nei soggetti con neck pain, l'estensione nei livelli superiori e prevalentemente la flessione per i livelli inferiori erano ridotte.
16. Rutledge Brad et al. <sup>29</sup> (2012)	Cross-sectional study	<u>Neck pain:</u> pazienti con dolore nella regione del collo (VAS ≥ 3). Volontari reclutati da studenti universitari, docenti e personale, oltre che da un centro clinico del campus. VAS = 0, e movimento simmetrico diagnosticato per lateroflessione dx e sx.  N = 19 <b>Età:</b> 27.5 ±13.1	Volontari reclutati da studenti universitari, docenti e personale, oltre che da un centro clinico del campus. VAS = 0, e movimento simmetrico diagnosticato per lateroflessione dx e sx.  N = 22 <b>Età:</b> 19.9 ±1.9 <b>Maschi/Femmine:</b> 16/4	Six-camera motion capture system	<p><b>Lateroflessione dx + sx</b> NP: 77.0 ±13.5* HC: 87.4 ±12.5</p> <p>* p &lt; 0.05</p>	Il confronto dei ROMs medi di lateroflessione tra il gruppo di controllo e il gruppo sperimentale indicava che i partecipanti nel gruppo di controllo avevano un range di movimento maggiore rispetto a quelli del gruppo sperimentale sia per i movimenti passivi che attivi.

	Cross-sectional study	<p><b>Maschi/Femmine:</b> 14/5</p> <p><u>Neck pain:</u> Chronic neck pain, con o senza dolore all'AS per più di 6 settimane. Reclutati da una clinica di fisioterapia ambulatoriale e dal personale e dal corpo studentesco dell'Università di Haifa.</p> <p>N = 25 <b>Età:</b> 39.0 ±12.7 <b>Maschi/Femmine:</b> 9/16</p>	<p>(2 non rispondenti)</p> <p>Volontari senza storia di neck pain. Reclutati da una clinica di fisioterapia ambulatoriale e dal personale e dal corpo studentesco dell'Università di Haifa.</p> <p>N = 42 <b>Età:</b> 35.3 ±12.4 <b>Maschi/Femmine:</b> 11/31</p>	Electromagnetic tracker system (Fastrak)	<p><b>Flessione*</b> NP: 46.1 ±16.4 HC: 58.4 ±11.5 <b>Estensione</b> NP: 43.1 ±15.0 HC: 44.3 ±10.9 <b>Flessione + estensione*</b> NP: 89.2 ±25.2 HC: 102.7 ±15.7 <b>Rotazione dx*</b> NP: 57.5 ±12.5 HC: 66.3 ±7.5 <b>Rotazione sx*</b> NP: 59.2 ±11.0 HC: 66.7 ±6.6 <b>Rotazione dx + sx*</b> NP: 116.7 ±21.1 HC: 133.1 ±12.3</p> <p>* p &lt; 0.0001</p>	I risultati hanno dimostrato una riduzione significativa del CROM nei soggetti con chronic neck pain rispetto ai soggetti asintomatici.
17. Sarig Bahat Hilla et al. <sup>30</sup> (2010)	Case-control study	<p><u>Neck Pain:</u> Grado I o II (NPTF) per almeno 3 mesi, e un NDI score maggiore di 5 punti. Reclutati dal campus universitario medico e dalla comunità circostante.</p> <p>N = 19 <b>Età:</b> 34.9 ±9.9 <b>Maschi/Femmine:</b> 10/9</p>	No storia di neck pain nell'ultimo anno, e un NDI score minore di 5 punti. Reclutati dal campus universitario medico e dalla comunità circostante. <p>N = 20 <b>Età:</b> 34.0 ±10.4 <b>Maschi/Femmine:</b> 10/10</p>	Inclinometro gravitazionale	<p><b>Flessione*</b> NP: 48±11 HC: 61±8 <b>Estensione*</b> NP: 56 ±13 HC: 70 ±14 <b>Lateroflessione dx</b> NP: 39±7 HC: 42±7 <b>Lateroflessione sx</b> NP: 39±7 HC: 46±8</p> <p>* p &lt; 0.012</p>	Il neck pain group aveva una riduzione significativa del ROM in tutte le direzioni comparato con il gruppo di controllo (P<0.012), con l'eccezione della lateroflessione dx (P=0.511).
18. Shahidi B et al. <sup>31</sup> (2012)	Cross-sectional study	<p><u>NS-NP:</u> pazienti reclutati da cliniche di riabilitazione con</p>	Dipendenti full-time reclutati tramite annuncio	Zebris CMS 70 system	<p><b>Flessione*</b> NP: 40.7 ±19.9 HC: 56.3 ±8.5 <b>Estensione*</b> NP: 44.3 ±18.4 HC: 67.3 ±10.2</p>	C'erano differenze significative nel gruppo neck pain
19. Vogt Lutz et al. <sup>33</sup> (2007)	Cross-sectional study					

	study	Chronic nonspecific neck pain in episodi singoli o multipli (dolore per almeno la metà dei precedenti 12-18 mesi)  N = 16 <b>Età:</b> 55.8 ±2.8 <b>Maschi/Femmine:</b> 6/10	sulla stampa quotidiana nell'area di Francoforte.  N = 18 <b>Età:</b> 56.6 ±3.5 <b>Maschi/Femmine:</b> 8/10		<b>Rotazione dx*</b> NP: 56.6 ±18.9 HC: 68.6 ±6.5 <b>Rotazione sx*</b> NP: 52.6 ±17.3 HC: 75.3 ±7.5 <b>Lateroflessione dx</b> NP: 27.8 ±14.0 HC: 35.1 ±6.8 <b>Lateroflessione sx*</b> NP: 25.4 ±9.6 HC: 35.0 ±6.6  * p < 0.05	comparato con il gruppo di controllo per flessione ed estensione, rotazione e lateroflessione sx (p < 0.05) eccetto per la lateroflessione dx.
20. Woudhouse et al. <sup>34</sup> (2008)	Case-control study	<b>a:</b> Neck pain group: dolore > 6 mesi e < 10 anni. Reclutati da PT locali. <b>b:</b> WAD group: WAD persistente di tipo I e II (QTF) > 6 mesi. Durata del sintomo da 6mesi a 10 anni e inizio del sintomo entro 24 ore dall'incidente. Riferito al National Center for Spinal Disorder St Olav's Hospital.  a: NP N=57 b: WAD N=56 <b>Età:</b> NP: 43.7 ± 12.6 WAD: 38.2 ± 10.8 <b>Maschi/Femmine:</b> NP: 19/38; WAD: 22/34	No precedente o attuale dolore al collo o storia di trauma cervicale. Reclutati da diversi ambienti di lavoro e istituzioni educative.  N = 57 <b>Età:</b> 38,2 ± 10,9 <b>Maschi/Femmine:</b> 29/28	Electromagnetic tracker system (Fastrak)	<b>Flessione + Estensione*</b> NP: 114.0 ±20.0 WAD: 81.8 ±34.6 HC: 134.0 ±20.7 <b>Rotazione dx + sx*</b> NP: 133.1 ±18.6 WAD: 106.2 ±34.7 HC: 151.7 ±13.5 <b>Lateroflessione dx + sx*</b> NP: 72.2 ±13.2 WAD: 60.9 ±18.8 HC: 84.9 ±13.8 <b>Total ROM*</b> NP: 319.4 ±44.1 WAD: 248.9 ±83.7 HC: 370.7 ±43.1  * p < 0.01	Il gruppo WAD aveva una riduzione significativa del ROM rispetto ai due gruppi di controllo in tutti e tre i piani di movimento primari, oltre al Total ROM cervicale. Inoltre i pazienti del Neck Pain group avevano una riduzione significativa del movimento su tutti i piani primari rispetto al gruppo di controllo.
21. Zito G. et al. <sup>36</sup> (2006)	Cross-sectional study	<u>Cefalea cervicogenica CH:</u> pazienti reclutati attraverso neurologi, medici generici e fisioterapisti in accordo con i criteri diagnostici stabiliti per la cefalea cervicogenica	Volontari senza storia di mal di testa, dolore o lesione cervicale.	CROM device (Performance Attainment Associates, St. Paul, MN, USA)	<b>Flesso-estensione*</b> CEH-C: p = 0.048 CEH-MIG: p = 0.048 MIG-C: NS	Il CROM era ridotto nei soggetti con cefalea cervicogenica rispetto al gruppo di controllo, sebbene la



### 3.2 Analisi qualitativa

Di seguito vengono riportate le tabelle utilizzate per l'analisi qualitativa come descritto nel capitolo "Materiali e Metodi".

	Introduc tion	Methods											Results				Discussion		Other		TOTAL SCORE
	Were the aims/objectives of the study clear?	Was the study design appropriate for the stated aim(s)?	Was the sample size justified?	Was the target/reference population clearly defined? (Is it clear who the research was about?)	Was the sample frame taken from an appropriate population base so that it closely represented the target/reference population under investigation?	Was the selection process likely to select subjects/participants that were representative of the target/reference population under investigation?	Were measures undertaken to address and categorise non-responder?	Were the risk factor and outcome variables measured appropriate to the aims of the study?	Were the risk factor and outcome variables measured correctly using instruments/measurements that had been trialled, piloted or published previously?	Is it clear what was used to determine statistical significance and/or precision estimates? (e.g. p-values, confidence intervals)	Were the methods (including statistical methods) sufficiently described to enable them to be repeated?	Were the basic data adequately described?	Does the response rate raise concerns about non-response bias?	If appropriate, was information about non-responders described?	Were the results internally consistent?	Were the results presented for all the analyses described in the methods?	Were the authors' discussions and conclusions justified by the results?	Were the limitations of the study discussed?	Were there any funding sources or conflicts of interest that may affect the authors' interpretation of the results?	Was ethical approval or consent of participants attained?	
1. Ang Bjorn Olov <sup>17</sup> (2008)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	16
2. Bertel Rune Kaale et al. <sup>18</sup> (2007)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	16
3. Cagnie Barbara et al. <sup>19</sup> (2012)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	13
4. Chiu Tai Wing Thomas et al. <sup>32</sup> (2001)	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	14
5. De Loose V et al. <sup>20</sup> (2009)	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	14
6. Dumas J-P et al. <sup>21</sup> (2001)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	14
7. Fernandez-Perez A.M. et al. <sup>22</sup> (2012)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	15
8. Grip H. et al. <sup>23</sup> (2007)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	14
9. Guo L. et al. <sup>24</sup> (2012)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	12
10. Law Ellis Yuk Hung et al. <sup>35</sup> (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	15
11. Mohammad Walaa S. et al. <sup>16</sup> (2015)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	15
12. Puglisi F. et al. <sup>25</sup> (2004)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	15
14. Rodriquez AA, Burns SP <sup>27</sup> (2008)	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	14
15. Rudolfsson Thomas et al. <sup>28</sup> (2012)	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	13
16. Rutledge Brad et al. <sup>29</sup> (2012)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	14

17. Sarig Bahat Hilla et al. <sup>30</sup> (2010)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	15	
19. Vogt Lutz et al. <sup>33</sup> (2007)	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	13
21. Zito G. et al. <sup>36</sup> (2006)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	12

Tabella 2. *AXIS – Critical appraisal tool for cross-sectional studies*

Study Id	Selection				Comparability	Outcome			Total Score
	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	
10. Rix George D. et al. (2001)	★		★	★	★	★	★	★	7/9

Tabella 3. *NOS scale – cohort studies*

Study Id	Selection				Comparability	Exposure			Total Score
	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	
18. Shahidi B et al. (2012)		★	★	★	★ ★		★	★	7/9
20. Woudhouse et al. <sup>34</sup> (2008)	★		★	★	★			★	5/9

Tabella 4. *NOS scale – case-control studies*

### 3.3 Analisi dei risultati

Sono state individuate molteplici tipologie d'intervento per valutare il CROM attivo nei pazienti con NP. Gli strumenti di misura più utilizzati sono stati il goniometro CROM (7 studi), l'Electromagnetic tracker system – Fastrak (4 studi) e l'ultrasound-based Zebris system (3 studi). Uno studio ha utilizzato l'inclinometro gravitazionale, due studi un goniometro Myrin mentre meno comune è stata l'applicazione dei seguenti strumenti: Elite video system, six-camera motion capture system, ARCON electronic goniometer e Multi Cervical Rehabilitation Unit (MCRU).

Per semplificare l'analisi dei risultati si è scelto di suddividere gli articoli in base alle caratteristiche della popolazione sintomatica dei vari studi osservazionali. Dopo aver effettuato tale suddivisione, gli articoli sono stati così ripartiti:

- 13 studi valutano soggetti con NS-NP.
- 3 studi valutano soggetti con WAD.
- 3 studi valutano soggetti con NS-NP versus WAD.
- 2 studi valutano soggetti con CH.

#### 3.3.1 Non Specific Neck Pain

Tra i 21 studi analizzati, 13 (61%) hanno come outcome la valutazione quantitativa dell'ACROM in soggetti con NS-NP.

Nello studio del 2008 di **Ang BO**<sup>17</sup>, l'autore ha valutato la funzione motoria cervicale e la paura legata al movimento in un gruppo di piloti di elicottero maschi con NS-NP (N = 20) comparato con un gruppo di controllo asintomatico (N = 25). La misurazione del ROM attivo cervicale è stata effettuata attraverso un goniometro Myrin, relativamente ai movimenti di flessione-estensione, rotazione assiale e lateroflessione. Il gruppo sintomatico aveva una riduzione (11%) del movimento nel piano sagittale ( $p = 0.007$ ) e orizzontale ( $p = 0.004$ ), tuttavia non è stata raggiunta la significatività per quanto riguarda la lateroflessione ( $p = 0.049$ ). Inoltre l'autore sottolinea che la perdita del ROM non era correlata alla paura pain-related e come sia discutibile se questa derivi da un dolore elevato causato dal movimento durante il test.

**Chiu TT et al.**<sup>32</sup> (2001) hanno esaminato l'affidabilità test-retest e la validità di costruito delle misurazioni ACROM e della forza isometrica dei muscoli del collo tramite la Multi Cervical Rehabilitation Unit (MCRU). Il ROM è stato valutato in tutti i movimenti primari del collo in 21 pazienti con NP e in 25 volontari asintomatici. I

risultati mostrano una differenza significativa nell'AROM del gruppo neck pain per quanto riguarda il movimento di estensione ( $p = 0.001$ ) e in parte anche i movimenti di lateroflessione dx ( $p = 0.058$ ) e di flessione ( $p = 0.070$ ) ma senza raggiungere la significatività (Tabella 5). Inoltre c'è stato un livello di affidabilità da buono a elevato nella misurazione dell'AROM per entrambi i gruppi, con un ranging ICC da 0.81 a 0.96.

Variable	Normal (95% CI) (N = 25)	Mean ± SD (degrees)	Patient (95% CI) (N = 21)	Mean ± SD (degrees)	p-value
Flexion	0.81 (0.59, 0.93)	68.0 ± 6.19	0.96 (0.89, 0.98)	64.0 ± 8.62	0.070
Extension	0.94 (0.70, 0.99)	68.3 ± 7.33	0.95 (0.88, 0.98)	60.1 ± 8.84	0.001 <sup>a</sup>
Right lateral flexion	0.93 (0.88, 0.95)	49.8 ± 7.47	0.91 (0.85, 0.95)	45.8 ± 6.15	0.058
Left lateral flexion	0.96 (0.93, 0.97)	52.6 ± 7.60	0.82 (0.66, 0.92)	50.3 ± 6.25	0.271
Right rotation	0.85 (0.71, 0.92)	78.0 ± 6.41	0.87 (0.76, 0.95)	74.8 ± 7.67	0.137
Left rotation	0.82 (0.65, 0.92)	77.2 ± 7.63	0.90 (0.82, 0.95)	72.8 ± 10.5	0.107

95% CI, 95% confidence interval.  
<sup>a</sup>p-value for comparing AROM between normal and patient groups was still significant after the Sharpened Bonferroni adjustment.

*Tabella 5. Interclass correlation coefficients (ICCs) and mean value for AROM test in six different directions.*

Nello studio del 2009, **De Loose V et al.**<sup>20</sup> hanno esaminato il ROM cervicale, la forza dei muscoli del collo e il senso di posizione in piloti di F-16 con neck pain (N = 17) e senza neck pain (N = 73) e valutato le differenze. Lo strumento utilizzato è stato il 3-D motion analyzer Zebris CMS20 per la misurazione del ROM totale in flesso-estensione, rotazione assiale e lateroflessione. I risultati hanno mostrato una riduzione statisticamente significativa del ROM attivo cervicale nel gruppo neck pain rispetto al gruppo di controllo nel piano sagittale ( $p = 0.012$ ) e trasversale ( $p = 0.044$ ). Non sono state rilevate differenze significative nel piano frontale.

**Guo L et al.**<sup>24</sup> (2012) hanno esaminato le caratteristiche 3-D del movimento del collo e misurato il ROM e i movimenti accoppiati cervicali in soggetti con disordini meccanici del collo. Ventisette soggetti con neck pain sono stati confrontati con 13 soggetti senza problemi al collo tali da causare una restrizione delle normali attività. Lo strumento di misura utilizzato è stato l'Electromagnetic tracker system – Fastrak e il ROM è stato valutato in tutti i piani. Lo studio ha dimostrato una riduzione significativa ( $p = 0.05$ ) dell'ACROM nei movimenti di estensione e rotazione dx nel gruppo neck pain rispetto al gruppo di controllo. I pazienti con NP hanno mostrato la tendenza a ridurre il ROM

anche nei restanti movimenti ma senza differenze significative con i soggetti asintomatici (*Tabella 6*).

Range of motion	MND	Control
Extension	70.8 (15.4)	79.4* (11.7)
Flexion	59.7 (13.7)	62.2 (11.1)
Side bending (left)	44.4 (10.3)	46.6 (6.0)
Side bending (right)	46.0 (9.0)	48.6 (6.9)
Rotation (left) in neutral	68.1 (9.3)	69.8 (7.1)
Rotation (right) in neutral	63.1 (9.5)	71.2* (6.4)
Rotation (left) in flexion	48.3 (11.2)	50.1 (9.4)
Rotation (right) in flexion	45.9 (11.0)	50.5 (8.9)

\* $p < 0.05$  for MND and control group comparison. Independent t-test was used to determine the group's difference between MND and control group.

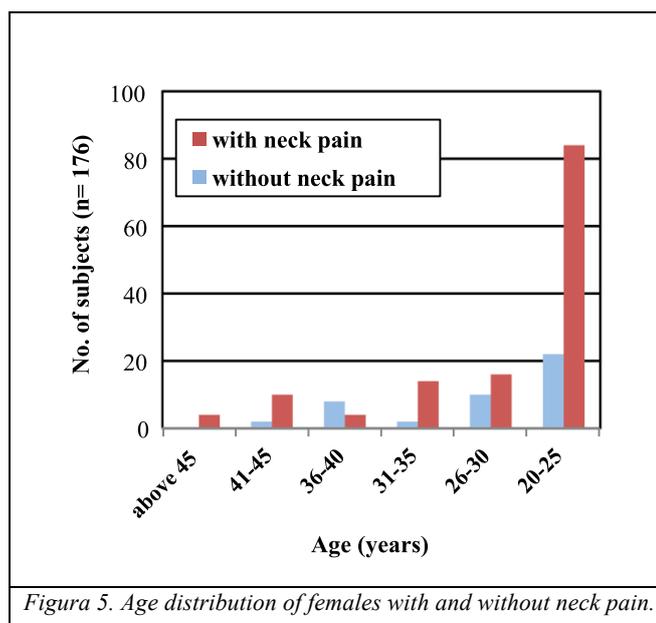
*Tabella 6. The mean (standard deviation) of primary ROM (degree) in MND and control groups (unit: degree).*

Law EY et al.<sup>35</sup> (2013) hanno investigato l'affidabilità e la validità del goniometro elettronico ARCON nella misurazione della mobilità del rachide cervicale in soggetti con e senza neck pain. Un cross-sectional study è stato condotto su 54 soggetti (26 con NS-NP e 26 asintomatici) nel quale è stato misurato il ROM attivo nei movimenti di flessione-estensione, rotazione assiale, lateroflessione e Total Rom. I risultati hanno dimostrato l'affidabilità del goniometro elettronico cervicale ARCON per la misurazione della mobilità cervicale nei tre piani sia per soggetti sintomatici che per soggetti normali. È stata supportata anche la validità di costrutto dello strumento poiché il risultato del test ha documentato una differenza significativa ( $p < 0.001$ ) nell'AROM tra gruppo NP e gruppo di controllo in tutti i piani di movimento (Total CROM: HC =  $374.73 \pm 30.86$ , NP =  $292.56 \pm 35.08$ ) (*Tabella 7*). L'affidabilità intra-rater e inter-rater (ICC) nella misurazione del CROM è variata da 0.75 a 0.92 per entrambi i gruppi.

Variable	Normal ( <i>N</i> = 26) Mean ± SD (degrees)	(95%CI)	Chronic pain subjects ( <i>N</i> = 26) Mean ± SD (degrees)	(95%CI)	p-value
Sagittal Plane (Flex-Ext)	123.96 ± 15.12	(117–130)	89.09 ± 14.38	(83–94)	<i>P</i> < 0.001
Coronal Plane (LSF-RSF)	89.19 ± 13.10	(83–94)	69.04 ± 12.54	(63–74)	<i>P</i> < 0.001
Transverse Plane (L Rot-R Rot)	161.58 ± 9.36	(157–165)	134.42 ± 18.91	(126–142)	<i>P</i> < 0.001
Total CROM (F + E + SF × 2 + Rot × 2)	374.73 ± 30.86	(362–387)	292.56 ± 35.08	(278–306)	<i>P</i> < 0.001

*Tabella 7. Mean value and 95% CI for Cervical Active range of Motion in control and chronic pain subjects in 3 planes of cervical movement.*

**Mohammad WS et al.**<sup>16</sup> (2015) hanno investigato la prevalenza del neck pain nelle lavoratrici con postazione al videoterminale e la relativa differenza dell'AROM tra soggetti con NP e soggetti asintomatici. Per l'analisi dei fattori di rischio, i due gruppi (NP: *N* = 132, HC: *N* = 44) sono stati divisi per professione e relative fasce d'età (studenti, amministratori e personale) (*Figura 5*).



L'AROM è stato misurato con goniometro CROM in tutti i movimenti primari del collo. I risultati dello studio hanno evidenziato una prevalenza di NP sostanzialmente alta nelle studentesse (60.6%) ed un'associazione significativa (*p* = 0.003) dell'età con

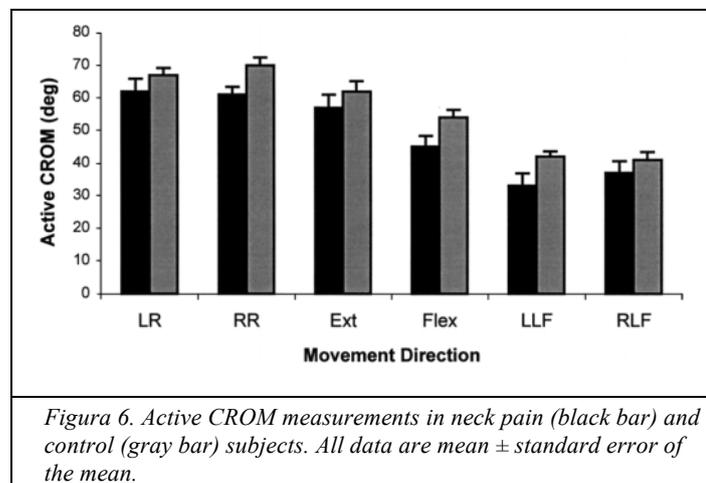
l'insorgenza di NP; anche le ore di lavoro al videoterminale e la mano dominante sono stati ritenuti fattori di rischio per NP occupazionale. Per quanto riguarda L'AROM i risultati hanno rivelato una riduzione significativa nella lateroflessione dx ( $p = 0.011$ ) e rotazione dx ( $p = 0.001$ ) nel gruppo NP rispetto al gruppo di controllo (*Tabella 8*). Non ci sono state significative differenze in tutti gli altri movimenti ( $p > 0.05$ ).

Cervical ROM	Staff		<i>p</i> -value	Administrators		<i>p</i> -value	Students		<i>p</i> -value
	With neck pain, <i>n</i> = 42 (Mean ± SD)	Without neck pain, <i>n</i> = 14 (Mean ± SD)		With neck pain, <i>n</i> = 10 (Mean ± SD)	Without neck pain, <i>n</i> = 12 (Mean ± SD)		With neck pain, <i>n</i> = 80 (Mean ± SD)	Without neck pain, <i>n</i> = 18 (Mean ± SD)	
Flexion	54.00 ± 9.38	57.54 ± 15.97	.085	49.91 ± 6.85	53.45 ± 2.73	.085	56.55 ± 7.97	60.09 ± 12.09	.085
Extension (°)	65.09 ± 8.57	63.40 ± 7.35	.418	67.87 ± 6.23	66.18 ± 7.23	.418	66.09 ± 11.05	64.39 ± 10.78	.418
Right Lateral flexion (°)*	44.18 ± 6.56	48.39 ± 7.38	.011	43.05 ± 4.54	47.26 ± 10.78	.011	45.22 ± 8.49	49.43 ± 5.79	.011
Left Lateral flexion (°)	48.59 ± 8.25	49.70 ± 10.11	.481	40.95 ± 5.86	42.06 ± 6.19	.481	46.03 ± 7.16	47.14 ± 6.61	.481
Right rotation (°)	60.08 ± 10.32	67.11 ± 8.37	.001	62.50 ± 8.33	70.00 ± 8.19	.001	63.46 ± 9.57	69.90 ± 5.44	.001
Left rotation (°)	65.57 ± 8.92	68.52 ± 4.70	.121	67.88 ± 11.11	70.83 ± 5.16	.121	68.57 ± 10.08	71.52 ± 6.06	.121
Protraction range (cm)*	3.17 ± 1.11	6.18 ± 1.87	.000	3.35 ± 1.81	6.13 ± 1.76	.000	3.55 ± 1.25	6.14 ± 1.87	.000
Retraction range (cm)	2.41 ± 0.76	2.07 ± 0.58	.853	1.70 ± 0.54	2.13 ± 0.86	.853	2.36 ± 0.37	2.56 ± 0.75	.853

Note: \* Significant,  $p < .05$ , ROM: range of motion.

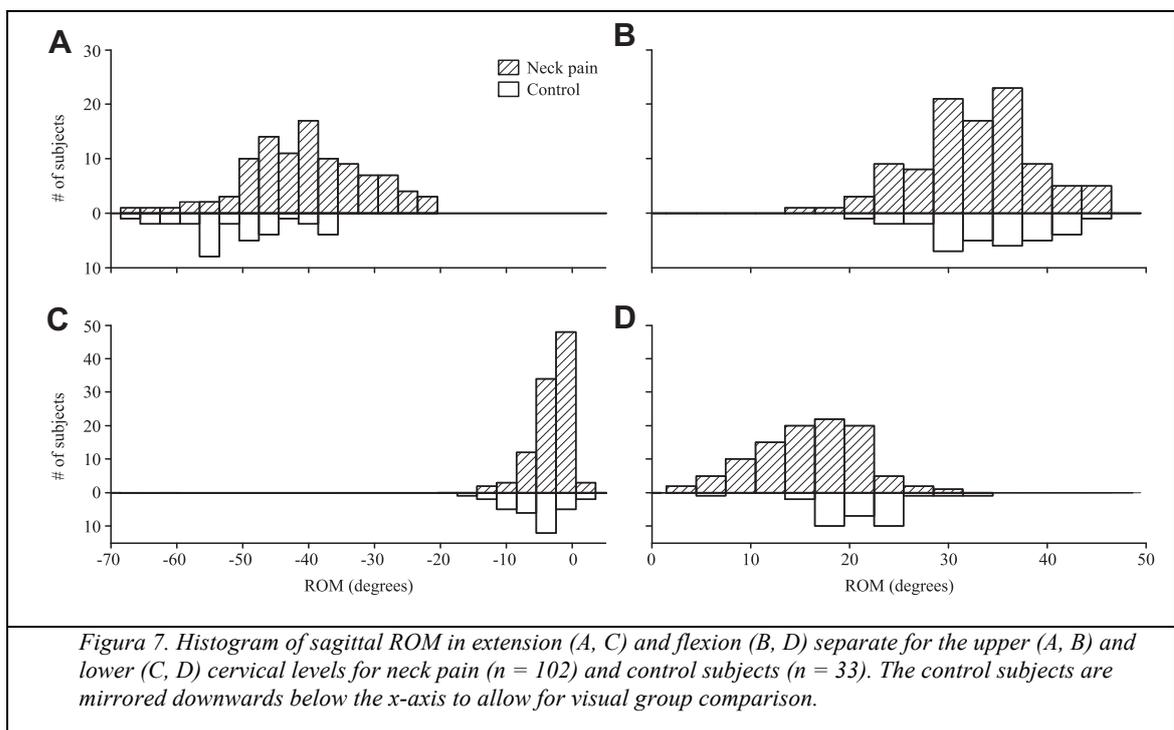
*Tabella 8. Cervical range of motion of staff, administrators and student of females with and without neck pain*

**Rix GD et al.**<sup>26</sup> (2001) hanno investigato la sensibilità cinestesica cervicocefalica in soggetti con NP cronico non traumatico. L'outcome AROM è stato misurato su un campione di 22 soggetti (NP: N = 11, HC: N = 11) tramite il goniometro CROM su tutti i piani di movimento. I risultati hanno mostrato una riduzione significativa ( $p < 0.05$ ) per la rotazione dx, la flessione e la lateroflessione sx nel gruppo NP rispetto al gruppo asintomatico (*Figura 6*).



**Rodriguez AA e Burns SP<sup>27</sup>** (2008) hanno indagato la relazione tra dolore, disabilità, ROM, forza isometrica, e tenderness muscolare in soggetti con chronic neck pain, ed effettuato la comparazione con soggetti asintomatici. Lo studio è stato effettuato su un campione di 30 soggetti con chronic NP e un gruppo di controllo di 14 soggetti asintomatici. Lo strumento di misura utilizzato per l'AROM è stato il goniometro CROM e la valutazione effettuata su tutti i movimenti primari del collo. Tutte le misurazioni indicano una diminuzione del ROM nel gruppo NP rispetto al gruppo di controllo (HC), ed hanno raggiunto la significatività statistica ( $p < 0.05$ ) in diversi movimenti (Flessione, Rotazione dx, Lateroflessione dx). Inoltre hanno evidenziato la non correlazione del ROM con la forza dei muscoli cervicali, il NDI o il dolore.

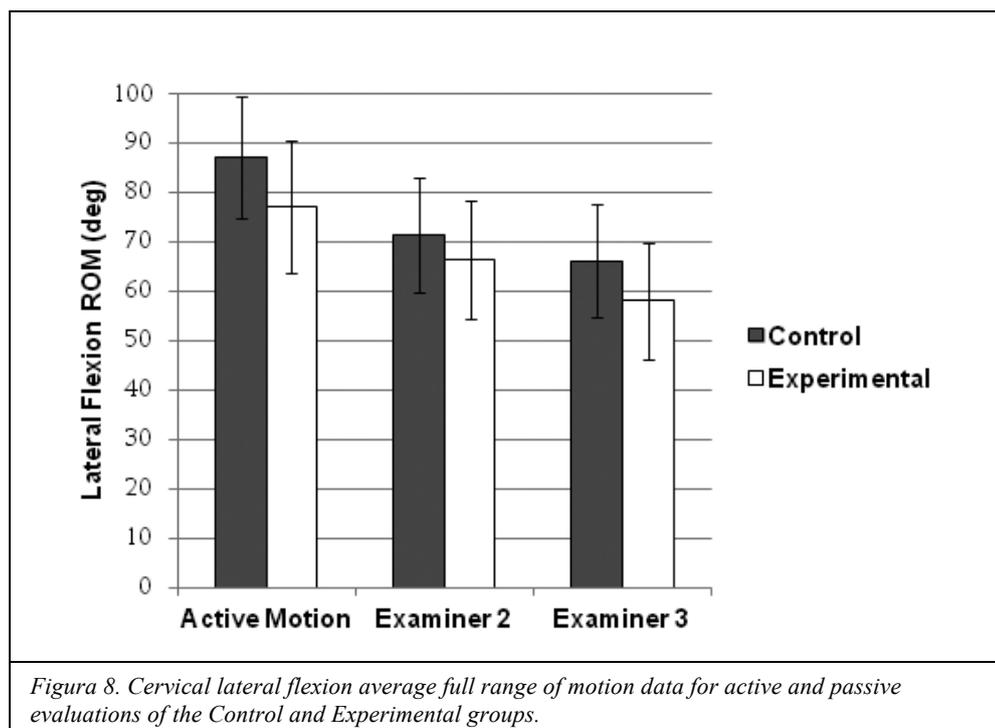
**Rudolfsson T et al.<sup>28</sup>** (2012) hanno comparato l'ACROM in flessione ed estensione, separando i livelli cervicali superiori ed inferiori, di soggetti con chronic non-traumatic neck pain e soggetti asintomatici. In questo studio cross-sectional hanno partecipato 102 soggetti con NP e 33 soggetti senza NP. Lo strumento di misura utilizzato è stato l'Electromagnetic tracker system – Fastrak ed è stato valutato il movimento nel piano sagittale del collo differenziando i livelli cervicali superiori da quelli inferiori. L'ACROM nel gruppo NP è risultato limitato ( $p < 0.01$ ) maggiormente in estensione per i livelli cervicali superiori e in flessione per i livelli cervicali inferiori come si evince dal seguente istogramma (*Figura 7*):



Per gli autori questa differenza specifica tra i livelli potrebbe essere stata causata da differenze di gruppo nella posizione seduta self-selected dei soggetti, usata come posizione di partenza e definita postura neutra. Per esempio una protrazione della testa nella posizione di partenza potrebbe portare ad un ROM ridotto in estensione per la colonna cervicale superiore e un ROM ridotto in flessione per i livelli inferiori. Precedenti studi hanno riportato un'anteposizione del capo nelle persone con NP (Watson and Trott, 1993; Yip et al., 2008).

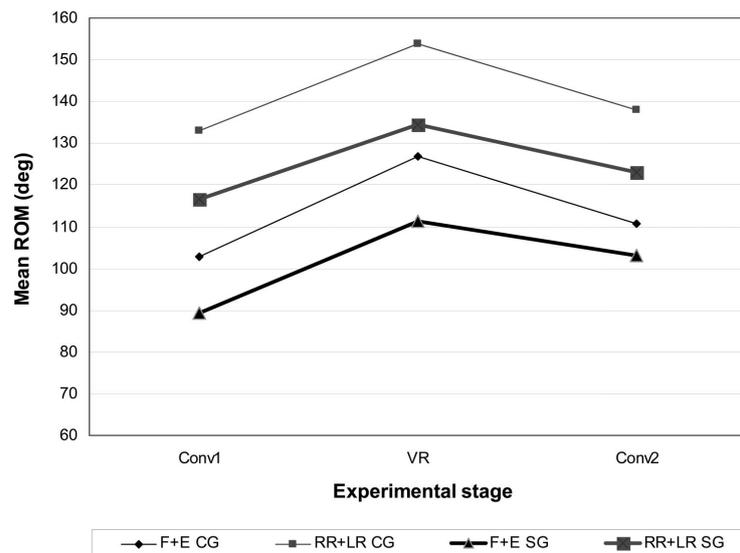
Nello studio di **Rutledge B et al.**<sup>29</sup> (2013) l'obiettivo è stato determinare le differenze cinematiche nei movimenti attivi e passivi cervicali tra soggetti con NP (N = 19) e soggetti asintomatici (N = 22). Il ROM cervicale nel piano frontale è stato misurato utilizzando un six-camera motion tracking system e il movimento passivo eseguito da due esaminatori seguendo lo stesso protocollo e attraverso due trials separati. I risultati hanno mostrato una riduzione significativa ( $p < 0.05$ ) sia del ROM attivo che del ROM passivo, eseguito da entrambi gli esaminatori, nei soggetti con NP rispetto al gruppo di controllo (*Figura 8*).

Inoltre la media del ROM passivo eseguito dai due esaminatori è risultata significativamente ridotta rispetto agli stessi movimenti attivi per entrambi i gruppi.



**Sarig-Bahat H et al.**<sup>30</sup> (2010) hanno comparato una valutazione convenzionale del CROM con una effettuata attraverso un tracker-based Virtual Reality system in soggetti con NP e in soggetti asintomatici. Al fine della ricerca è stato preso in considerazione il metodo convenzionale basato sulla misurazione del ROM attivo cervicale tramite l'Electromagnetic tracker system – Fastrak nel piano sagittale e orizzontale (Conv1). In totale hanno partecipato allo studio 67 soggetti (NP: n = 25, HC: n = 42). I risultati (*Figura 9*) hanno mostrato una riduzione significativa ( $p < 0.001$ ) della flessione-estensione e della rotazione nel gruppo NP comparato con il gruppo di controllo (F + E: NP =  $89.2 \pm 25.2$ , HC =  $102.7 \pm 15.7$ ; RR + RL: NP =  $116.7 \pm 21.1$ , HC =  $133.1 \pm 12.3$ ).

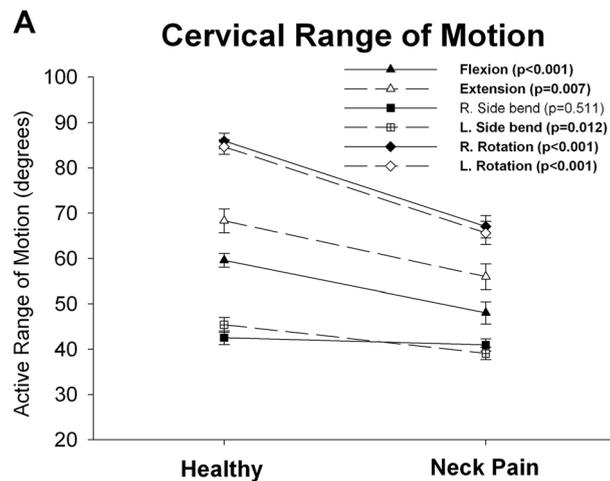
*Figura 9. Mean cervical range of motion, as maintained in the 3 experimental stages. Conv1 indicates first conventional assessment; VR, virtual reality assessment; Conv2, second conventional assessment; F + E, flexion and extension, RR + LR, right rotation and left rotation; CG, control group; SG, symptomatic group; ROM, range of motion.*



**Shahidi B et al.**<sup>31</sup> (2012) hanno esaminato l'affidabilità inter-rater, il minimum detectable change (MDC), e le differenze di gruppo nelle misurazioni quantitative cervicotoraciche per individui con chronic neck pain e individui asintomatici. In questo studio case-control hanno partecipato 19 soggetti con NP e un gruppo di controllo di 20 soggetti. Gli outcome esaminati sono stati il CROM attraverso un inclinometro gravitazionale, la forza e la resistenza dei muscoli cervicali e scapolo-toracici; tre prove sono state eseguite in ciascuna direzione di movimento per valutare l'affidabilità inter-rater delle misurazioni all'interno della sessione, e la media delle tre misurazioni di ciascun esaminatore è stata utilizzata per valutare l'affidabilità inter-rater tra le varie sessioni. I risultati (*Figura 10*) hanno mostrato una significativa riduzione del CROM nel gruppo NP comparato con il gruppo di controllo ( $P \leq 0.012$ ), con l'eccezione della

lateroflessione dx che non ha raggiunto la significatività ( $P = 0.511$ ). Secondo gli autori una spiegazione del limitato movimento in lateroflessione verso il lato non dominante nel gruppo NP, può essere che il muscolo trapezio superiore del lato dominante è accorciato in individui con dolore cronico al collo e questo limiterebbe il movimento verso il lato opposto per la tensione muscolare procurata.

Figura 10. Mean (SE) of cervical ROM for neck pain and healthy control groups. Significant differences between groups (bold) are indicated by p values in legend.



Vogt L et al.<sup>33</sup> (2007) hanno valutato se pazienti con chronic NP presentano deviazioni caratteristiche del movimento angolare durante movimenti ripetuti della colonna cervicale. Sedici pazienti con chronic neck pain e un gruppo di controllo di 18 soggetti sono stati sottoposti a un protocollo di misura standardizzato composto di 10 ripetizioni in movimenti di massima flessione, estensione, rotazione e lateroflessione ad una velocità self-imposed. Lo strumento di misura utilizzato è stato l'ultrasound-based Zebris system (Zebris CMS70). Per descrivere la variabilità del movimento nelle ampiezze di oscillazione massima sono stati calcolati i coefficienti di variazione intra-soggetti (CV %). La differenza massima è stata caratterizzata dalle differenze assolute tra l'ampiezza minima e massima dell'oscillazione dei cicli di movimenti iterati. I risultati (Tabella 9) hanno mostrato differenze significative ( $p < 0.05$ ) nel gruppo NP comparato con il gruppo di controllo per l'ampiezza dei movimenti di flessione, estensione, rotazione e lateroflessione sx, ad eccezione della lateroflessione dx. Il CV intra-soggetto è variato da 1.8% a 5.4% per i soggetti controllo e da 7.9% a 13.3% per i

pazienti con NP. Di conseguenza, è stata rilevata una significativa variabilità del movimento di massima ampiezza per i pazienti con chronic NP rispetto ai soggetti di controllo sani ( $p < 0.01$ ). I t-tests di Student hanno anche rivelato differenze significative nei gruppi, tra le differenze massime in tutti i movimenti testati ( $p < 0.001$ ).

	<i>ROM (°)</i>		<i>Maximum difference (°)</i>		<i>CV (%)</i>	
	<i>CNP group</i>	<i>Control group</i>	<i>CNP group</i>	<i>Control group</i>	<i>CNP group</i>	<i>Control group</i>
<b>Flexion</b>						
Mean (SD)	40.7 (±19.9)	56.3 (±8.5)	10.2 (±5.6)	3.9 (±1.8)	12.1 (±12.0)	2.8 (±1.3)
95% CI	30.9, 50.4	52.4, 60.2	7.5, 12.9	3.1, 4.7	6.3, 16.9	2.3, 3.3
<b>Extension</b>						
Mean (SD)	44.3 (±18.4)	67.3 (±10.2)	10.7 (±5.5)	3.3 (±1.7)	11.2 (±9.5)	1.9 (±0.9)
95% CI	35.3, 53.3	62.6, 72.0	8.2, 13.2	2.6, 4.0	6.6, 15.8	1.6, 2.2
<b>Rotation (left)</b>						
Mean (SD)	52.6 (±17.3)	75.3 (±7.5)	9.8 (±2.7)	3.3 (±2.0)	8.0 (±7.1)	1.7 (±1.0)
95% CI	44.2, 61.0	71.8, 78.8	8.5, 11.1	1.3, 3.9	4.6, 11.4	1.3, 2.1
<b>Rotation (right)</b>						
Mean (SD)	56.6 (±18.9)	68.6 (±6.5)	11.5 (±2.6)	3.7 (±2.1)	7.8 (±3.8)	2.1 (±1.1)
95% CI	44.3, 62.7	65.7, 71.5	10.3, 12.7	2.0, 5.4	6.0, 9.6	1.7, 2.5
<b>Lateral flexion (left)</b>						
Mean (SD)	25.4 (±9.6)	35.0 (±6.6)	8.5 (±2.6)	2.6 (±2.5)	12.0 (±3.3)	5.3 (±3.0)
95% CI	20.7, 30.1	32.1, 37.9	7.3, 9.7	1.6, 3.4	10.4, 13.6	4.0, 6.6
<b>Lateral flexion (right)</b>						
Mean (SD)	27.8 (±14.0)	35.1 (±6.8)	9.76 (±2.1)	2.9 (±3.2)	13.3 (±4.0)	5.1 (±2.6)
95% CI	21.0, 34.6	32.0, 38.2	8.7, 10.7	1.8, 4.6	11.4, 15.2	4.0, 6.2

SD = standard deviation; 95% CI = 95% confidence intervals; ROM = range of motion; CV = coefficient of variation; CNP = chronic neck pain.

*Tabella 9. Mean (SD) and 95% CI for net angular displacements of the cervical spine for chronic NP patients (n = 16) and control subjects (n = 18).*

### 3.3.2 WAD

**Bertel Rune Kaale et al.**<sup>18</sup> (2007) hanno investigato eventuali differenze nell'AROM cervicale tra persone con e senza diagnosi di whiplash-associated disorders di tipo 2 (WAD2) e se lesioni di specifici legamenti o membrane della giunzione cranio-vertebrale, verificate tramite risonanza magnetica (MR), fossero associate con un aumento o diminuzione del movimento in direzioni specifiche nei pazienti con WAD2. Lo studio è stato effettuato su un campione di 87 soggetti con WAD2 e 29 soggetti senza storia di problemi al collo. Lo strumento di misura utilizzato per l'ACROM è stato il goniometro CROM in tutti i movimenti primari del collo. I risultati non hanno mostrato ipermobilità nei pazienti sintomatici. Al contrario, i pazienti con WAD

avevano un ridotto ROM per tutti i movimenti comparati con il gruppo di controllo (Tabella 10): la differenza è risultata statisticamente significativa nei movimenti di flessione ( $p = 0.038$ ), estensione ( $p = 0.015$ ), lateroflessione dx ( $p = 0.015$ ), rotazione dx ( $p = 0.003$ ) e rotazione sx ( $p = 0.046$ ), eccetto che per la lateroflessione sx ( $p = 0.12$ ).

	No.	Mean values (SD) of AROM					
		Flexion	Extension	Sidebend (right)	Sidebend (left)	Rotation (right)	Rotation (left)
Control group	29	60 (12.4)	75 (16.7)	45 (6.3)	47 (6.5)	79 (9.9)	82 (11.8)
WAD group, total	87	54 (16.7)	65 (18.7)	41 (10.1)	45 (11.2)	72 (14.4)	76 (19.7)
<i>p</i> -value <sup>a</sup>		0.038	0.015	0.015	0.12	0.003	0.046

<sup>a</sup>Two-sample *t*-test for difference in mean values between the WAD2 and the control group.

Tabella 10. Mean values (SD) of AROM (degrees) in 87 WAD2 patients and 29 control persons

Le analisi age-specific inoltre hanno rivelato una differenza significativa della flessione e dell'estensione solo negli uomini, mentre la differenza in rotazione e lateroflessione è stata più evidente nelle donne, in particolare nelle donne sotto i 45 anni.

**Fernandez-Perez A.M. et al.**<sup>22</sup> (2012) hanno analizzato le differenze nella prevalenza di trigger points (TrPs) tra pazienti con WAD acuto e soggetti controllo, e indagato se l'ipersensibilità alla pressione e la riduzione del ROM fossero correlate con la presenza di TrPs in pazienti con WAD acuto. Lo studio è stato condotto su un campione di 40 soggetti, di cui 20 pazienti con WAD2 acuto e 20 soggetti asintomatici con stesse caratteristiche di età e sesso. Lo strumento di misura utilizzato per l'ACROM è stato il goniometro CROM in tutti i movimenti primari del collo. I risultati (Tabella 11) hanno mostrato una riduzione del ROM attivo cervicale in tutti i movimenti nel gruppo WAD comparato con il gruppo di controllo ( $p < 0.001$ ).

	Patients With Acute Whiplash	Healthy Controls
Flexion†	39.4 ± 18.6 (30.7, 48.2)	59.3 ± 10.7 (54.3, 64.4)
Extension†	53.8 ± 22.6 (43.3, 64.4)	83.0 ± 10.5 (78.1, 88.0)
Right lateral flexion†	35.6 ± 15.5 (30.6, 40.5)	45.2 ± 5.5 (40.2, 50.2)
Left lateral flexion†	33.8 ± 11.5 (28.8, 38.8)	44.3 ± 9.7 (39.3, 49.3)
Right rotation†	44.7 ± 20.6 (37.7, 51.6)	71.3 ± 6.7 (64.3, 78.3)
Left rotation†	47.8 ± 19.8 (40.9, 54.8)	70.2 ± 10.4 (63.3, 77.2)

\*Values are mean ± SD (95% confidence interval) degrees.  
†Significant differences between patients and controls ( $P < .001$ ).

Tabella 11. Active cervical range of motion for patients with acute whiplash-associated disorders and healthy controls.

Inoltre non è stata trovata una correlazione significativa tra l'intensità del dolore al collo e l'ACROM e pressure pain threshold (PPT).

**Puglisi F. et al.**<sup>25</sup> (2004) hanno comparato il ROM attivo cervicale di soggetti con WAD I-II, con soggetti sani ed hanno misurato il contributo delle unità vertebrali da C2-C3 a C6-C7 al movimento nel piano sagittale tramite X-ray. Lo strumento di misura utilizzato per calcolare il ROM in tutti i movimenti primari del collo è stato l'Elite video system. Lo studio è stato effettuato su un campione di 129 soggetti con chronic whiplash e 126 soggetti controllo con caratteristiche omogenee di età e sesso. I risultati (*Tabella 12*) hanno mostrato una riduzione dell'ACROM in tutte le direzioni nel gruppo WAD paragonato al gruppo di controllo ( $p < 0.001$ ).

Subject group	Flexion	Extension	Right lateral rotation	Left lateral rotation	Right lateral flexion	Left lateral flexion
Whiplash	52.6±12.7	50.1±14.1	62.7±13.9	62.4±15.1	36.9±7.1	37.7±6.6
Normal Controls	63.3±9.7	66.4±14.0	74.0±8.4	73.2±8.8	43.5±6.0	44.8±7.7
Corrected <i>P</i> -values	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Confidence interval (95%) for difference	-13.492 to -7.908	-19.766 to -12.834	-14.141 to -8.459	-13.857 to -7.743	-8.223 to -4.977	-8.867 to -5.333

Measurements obtained via optokinetic instrument Elite are expressed in degrees, mean±standard deviation.

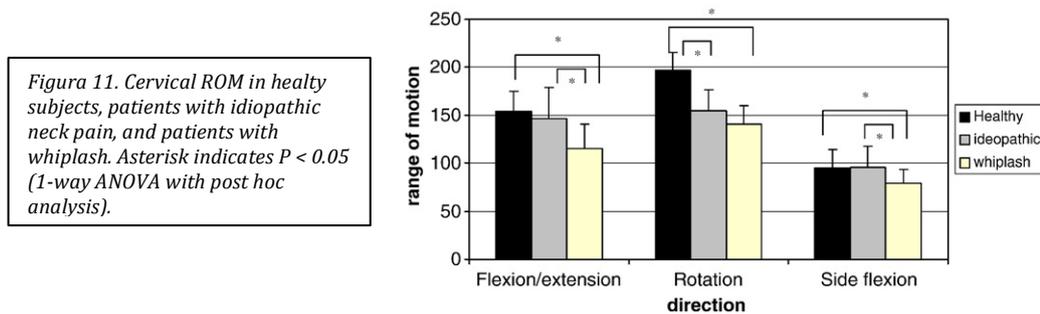
*Tabella 12. Total range of motion in 6 directions in subjects with chronic whiplash (N=129, 73 males, 56 females, mean age=36.7±7.2 years) and healthy subjects (N=126, 69 males, 57 females, mean age=31.9±7.2 years).*

Sebbene i pazienti con WAD presentassero un ROM totale in flessione-estensione ridotto se comparato con i soggetti sani, il contributo percentuale di ciascuna unità funzionale da C2-C3 a C6-C7 non ha mostrato differenze statisticamente significative tra gruppo WAD e gruppo di controllo.

### 3.3.3 NS-NP versus WAD

Nello studio di **Cagnie B. et al.**<sup>19</sup> (2012) l'obiettivo primario è stato determinare l'affidabilità dello Zebris ultrasound-based nel misurare il ROM cervicale. Il secondo obiettivo è stato sviluppare un database di riferimento in un gruppo controllo di 96 volontari. Terzo obiettivo è stato valutare, con lo Zebris system, il ROM in un campione di pazienti con chronic neck pain comparato con i soggetti sani per determinare se il CROM potesse distinguere questi gruppi da sottogruppi di pazienti con dolore al collo (idiopathic neck pain, N=14 e chronic whiplash, N=16). Il CROM è stato misurato in tutti i piani di movimento. I risultati (*Figura 11*) hanno mostrato una riduzione del

ROM nei pazienti con chronic whiplash in tutti i movimenti primari comparati con soggetti asintomatici ( $p < 0.05$ ). Inoltre hanno dimostrato una significativa riduzione in flessione-estensione e lateroflessione nel whiplash group comparato con i pz con idiopathic neck pain. Solo per la rotazione, i pz con idiopathic neck pain hanno mostrato una riduzione del ROM comparato con i soggetti asintomatici.



Il ranging ICC intra e inter-rater è stato 0.80-0.94 per le misurazioni full-cycle (ROM totale di ogni piano di movimento primario: flessione-estensione, rotazione totale, lateroflessione totale), mentre per le misurazioni half-cycle (ROM in uno dei 6 movimenti primari: flessione, estensione, rotazione dx, rotazione sx, lateroflessione dx, lateroflessione sx) è stato 0.50-0.92. Per questo motivo solo le misurazioni full-cycle sono state prese in considerazione per la valutazione. Le analisi post hoc inoltre hanno rivelato una riduzione significativa del ROM correlata con l'età (P values ranging da 0.039 a  $< 0.001$ ).

**Grip H. et al.**<sup>23</sup> (2007) hanno misurato le variazioni dell'asse di movimento nel riposizionamento della testa come nuovo approccio per stimare l'abilità propriocettiva per due differenti gruppi di neck pain e un gruppo di controllo. Secondo obiettivo dello studio è stato valutare se l'intensità del dolore potesse influenzare la performance e le condizioni dell'asse e se la fear avoidance potesse costituire un fattore per eventuali differenze tra i gruppi con neck pain. Inoltre è stato investigato se c'erano differenze nel ROM tra i 3 gruppi. Lo studio è stato condotto su un gruppo con NS-NP (N=21), un gruppo con WAD I-II (N=22) e un gruppo di controllo (CON) senza neck pain (N=24). Lo strumento di misura utilizzato è stato un Myrin device ed è stato valutato il ROM attivo cervicale nel piano sagittale e orizzontale. I risultati hanno mostrato, come da aspettative, un ROM più ampio nel gruppo di controllo rispetto agli altri gruppi. In particolare nella flessione il gruppo WAD ha mostrato una riduzione del ROM versus

gruppo CON ( $p < 0.05$ ) e versus gruppo NP ( $p = 0.01$ ); non ci sono state differenze tra NP e CON ( $p = 0.06$ ). Nell'estensione il gruppo WAD ha mostrato una riduzione del ROM versus gruppo CON ( $p < 0.05$ ) e versus gruppo NP ( $p = 0.01$ ); il gruppo NP ha mostrato una riduzione del ROM versus gruppo CON ( $p < 0.05$ ). Anche nelle rotazioni i risultati hanno evidenziato differenze significative tra i tre gruppi ( $p < 0.05$ ).

**Woodhouse A. et al.**<sup>34</sup> (2008) hanno investigato i deficit di controllo motorio nei pazienti con WAD comparati con soggetti con chronic non-traumatic neck pain e soggetti controllo in relazione al ROM cervicale, movimenti accoppiati, joint position error (JPE) e ROM-variability. Lo studio è stato condotto su 59 soggetti con WAD persistente e due gruppi controllo: 57 soggetti con chronic non-traumatic neck pain e 57 soggetti asintomatici. Il ROM attivo cervicale, così come gli altri outcome, è stato valutato nei 3 piani di movimento attraverso un 3 space Fastrak system. I risultati (Tabella 13) hanno mostrato che il gruppo WAD aveva una riduzione significativa del ROM rispetto ai due gruppi di controllo in tutti e 3 i piani di movimento così come per il ROM totale cervicale ( $p < 0.01$ ). Anche i pazienti con chronic NP avevano una riduzione significativa del movimento nei 3 piani primari comparati con i soggetti asintomatici.

	WAD n= 56	Chronic Neck Pain n= 57	Asympt. n= 57	p <sup>(1)</sup>
Rotation	106.2 (34.7)	133.1 (18.6)	151.7 (13.5)	< 0.01
Side-bending	60.9 (18.8)	72.2 (13.2)	84.9 (13.8)	< 0.01
Flexion/Extension	81.8 (34.6)	114.0 (20.0)	134.0 (20.7)	< 0.01
Total cervical ROM	248.9 (83.7)	319.4 (44.1)	370.7 (43.1)	< 0.01

*Tabella 13. Maximal cervical ROM. Values (°) are mean (SD). p<sup>(1)</sup>: overall group differences.*

Le differenze sono risultate significative anche dopo l'aggiustamento delle differenze per età, sesso e intensità del dolore ( $p < 0.01$ ).

### 3.3.4 Cervicogenic headache

**Dumas J-P et al.**<sup>21</sup> (2001) hanno quantificato gli impairments fisici associati a differenti tipi di cefalea usando le seguenti variabili: postura, CROM, forza e resistenza dei muscoli del collo, propiocezione e dolore. La valutazione è stata effettuata su 77 soggetti appartenenti a 4 differenti gruppi: 20 soggetti con cefalea cervicogenica post MVA (motor vehicle accident), 24 con cefalea cervicogenica non-traumatic, entrambi in accordo con i criteri I.H.S. e di Sjaastad, 16 pazienti con emicrania in accordo con i

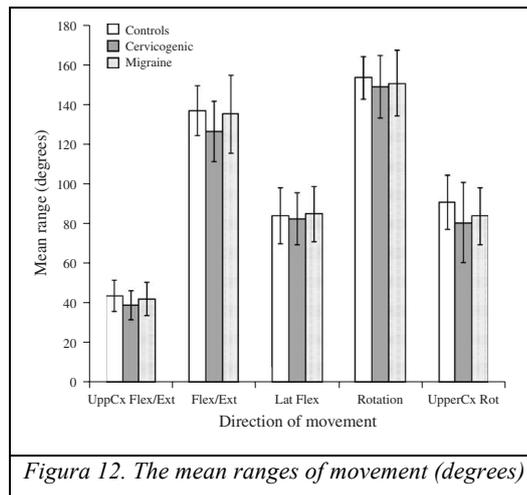
critéri I.H.S. e 17 soggetti asintomatici. Il ROM attivo cervicale è stato misurato attraverso un goniometro CROM nei movimenti di flesso-estensione, rotazione assiale e lateroflessione. I risultati (*Tabella 14*) hanno mostrato differenze statisticamente significative tra i gruppi nel movimento di rotazione totale ( $p < 0.001$ ), di flesso-estensione ( $p < 0.001$ ) e di lateroflessione totale ( $p < 0.001$ ). Il t-test ha indicato che il gruppo post-MVA presentava movimenti significativamente differenti comparati con tutti gli altri gruppi. L'unica eccezione è stata il movimento nel piano frontale dove la differenza è stata significativa solo tra il post-MVA e il gruppo emicrania ( $p = 0.006$ ). L'asimmetria di movimento è stata significativamente alta nel gruppo post-MVA per quanto riguarda la rotazione ( $p = 0.05$ ) ma non sono state trovate differenze nella lateroflessione ( $p = 0.592$ ).

Group	Rotation	Flexion/extension	Lateral bending	Asym. Rotation	Asym. Lateral Bending
1 Cervicogenic	122° ± 19.3°	101° ± 24.5	70° ± 16.3°	7.0° ± 5.1°	5.4° ± 4.4°
A Post MVA	109° ± 19.8°*	87° ± 26.7°*	64° ± 12.6°	7.6° ± 5.1°*	5.4° ± 4.1°
B Nontraumatic	132° ± 11.1°	114° ± 13.8°	75° ± 17.4°	6.5° ± 5.2°	5.3° ± 4.7°
2 Migraine	142° ± 12.3°	125° ± 16.6°	82° ± 18.8°	4.7° ± 2.6°	4.6° ± 2.8°
3 Control	136° ± 14.0°	123° ± 15.5°	76° ± 16.1°	4.0° ± 2.4°	3.8° ± 3.3°

Asym, asymmetry; MVA, Motor vehicle accident. The cervicogenic subgroup is composed of the subjects of the post MVA and the nontraumatic group. \*Indicates significant ( $P < 0.05$ ) differences between the post-MVA group and the other 3 groups.

*Tabella 14. Cervical range of motion (Mean±SD). Asymmetry refers to the different scores obtained on each side.*

**Zito G. et al.**<sup>36</sup> (2006) hanno esaminato la presenza di impairments muscoloscheletrici cervicali in 77 soggetti, 27 con cefalea cervicogenica in accordo con i criteri di Sjaastad et al. (1998), 25 con emicrania con aura in accordo con i criteri I.H.S., e 25 soggetti asintomatici. Nella valutazione è stata inclusa la postura, il ROM cervicale, valutazione cervicale manuale, PPT, cranio-cervical flexion test e proprioccezione. L'AROM è stato misurato con un CROM device nei movimenti di flesso-estensione, lateroflessione, rotazione assiale, e flesso-estensione e rotazione dei livelli cervicali superiori. I risultati (*Figura 12*) hanno mostrato che il gruppo CEH aveva una consistente perdita del movimento rispetto al gruppo emicrania e al gruppo controllo, sebbene questa fosse statisticamente significativa solo nel movimento di flesso-estensione cervicale ( $p = 0.048$ ).



### 3.3.5 Differenze nell'ACROM tra sottogruppi

Sono state comparate le medie dell'ACROM, per ogni singolo movimento analizzato negli studi, tra soggetti con NP e soggetti controllo e tra soggetti con WAD e soggetti controllo. Per ogni movimento, sono stati considerati gli studi che lo hanno analizzato e che hanno prodotto dati utili. Per quanto riguarda il sottogruppo NP, otto studi (468 partecipanti) hanno valutato la flessione<sup>4,9,11,13,14,17,18,19</sup>. Sette studi (446 partecipanti) hanno valutato l'estensione<sup>4,9,11,14,17,18,19</sup>. Sette studi (429 partecipanti) hanno valutato la rotazione dx<sup>4,9,11,13,14,17,19</sup>. Sei studi (407 partecipanti) hanno valutato la rotazione sx<sup>4,9,11,14,17,19</sup>. Sei studi (379 partecipanti) hanno valutato la lateroflessione dx<sup>4,9,11,14,18,19</sup>. Sette studi (401 partecipanti) hanno valutato la lateroflessione sx<sup>4,9,11,13,14,18,19</sup>. Quattro studi (254 partecipanti) hanno valutato il movimento full-cycle di flessione-estensione<sup>1,5,10,17</sup>. Cinque studi (389 partecipanti) hanno valutato il movimento full-cycle di rotazione totale<sup>1,5,10,15,17</sup>. Quattro studi (228 partecipanti) hanno valutato il movimento full-cycle di lateroflessione totale<sup>1,5,10,16</sup>. Uno studio (52 partecipanti) ha valutato l'ACROM totale<sup>10</sup>. Per quanto riguarda il sottogruppo WAD, tre studi (393 partecipanti) hanno valutato tutti i movimenti half-cycle di flessione, estensione, rotazione dx, rotazione sx, lateroflessione dx e lateroflessione sx<sup>2,7,12</sup>. Nei seguenti istogrammi sono stati riassunti i risultati della comparazione per ogni singolo movimento (*Figure 13-28*).

## FLESSIONE NP/HC

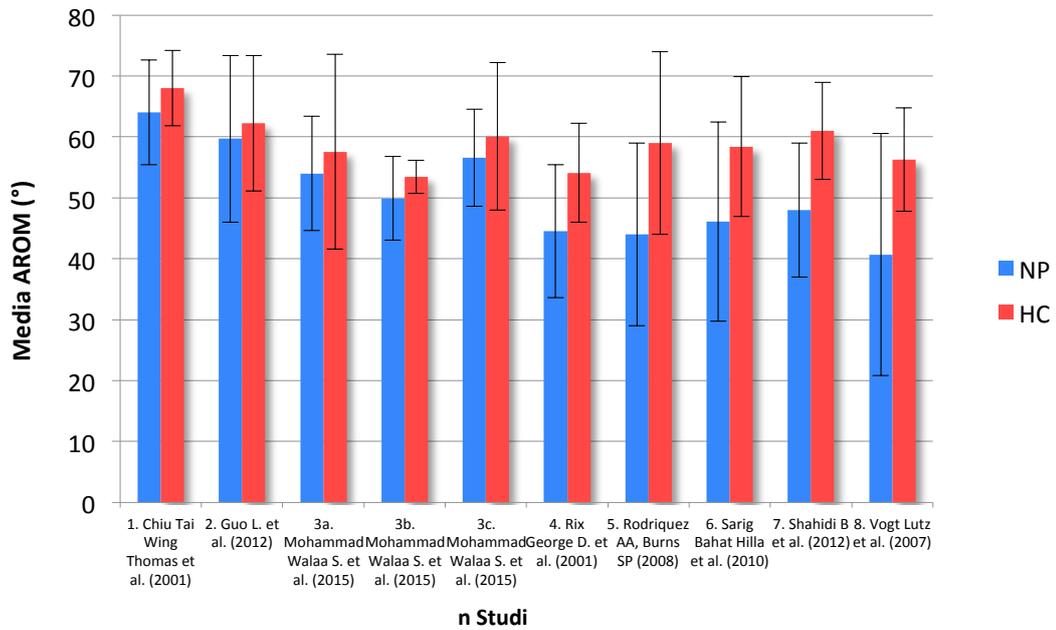


Figura 13. ACROM (°) Flessione (NP/HC).

## ESTENSIONE NP/HC

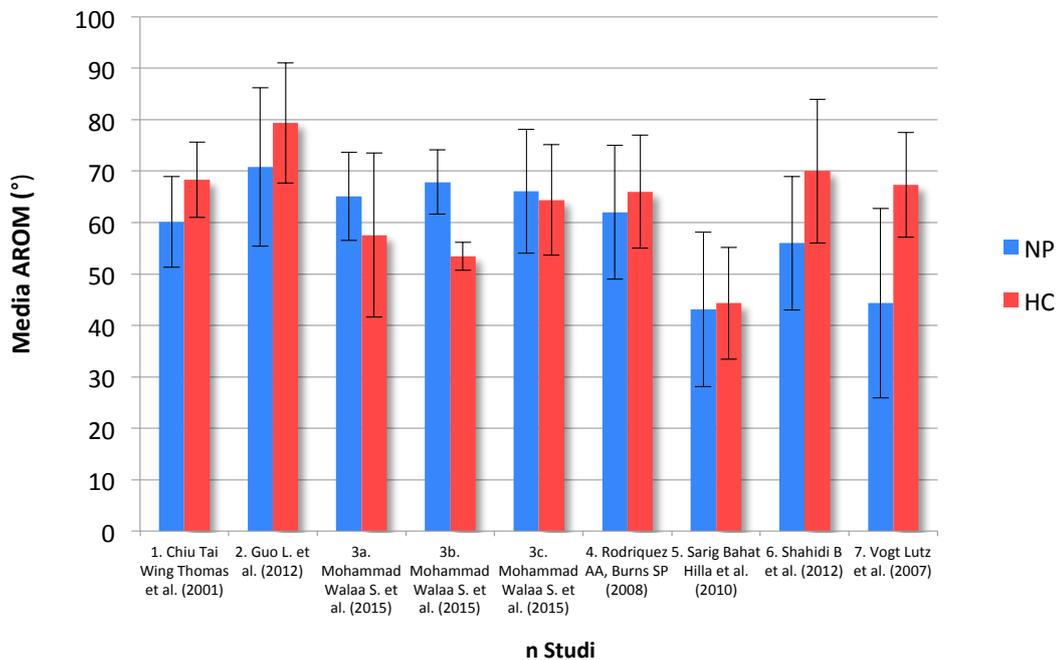


Figura 14. ACROM (°) Estensione (NP/HC).

## ROTAZIONE DX NP/HC

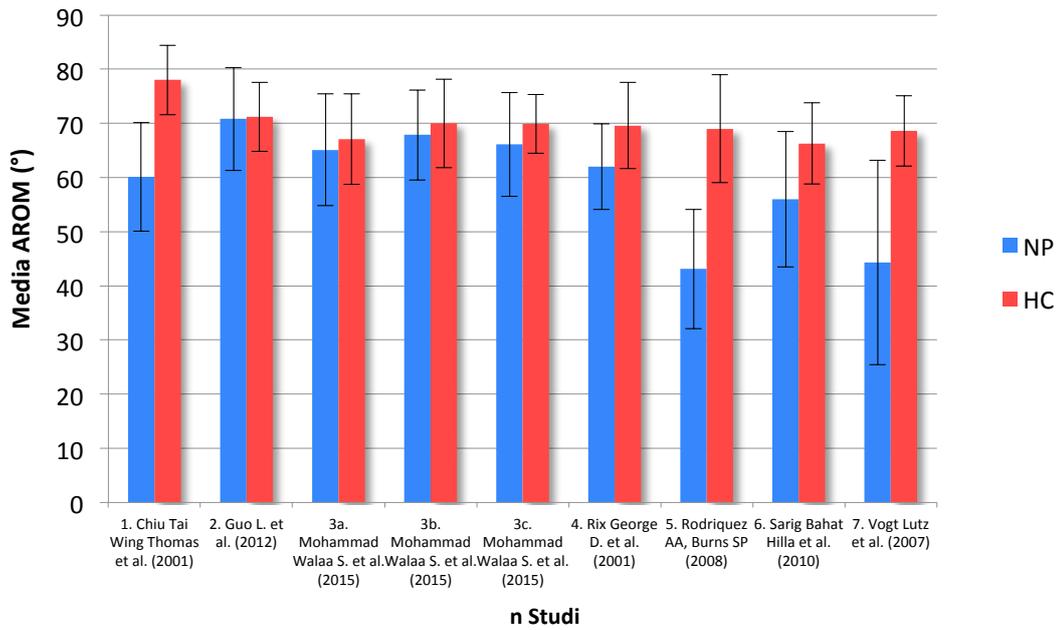


Figura 15. ACROM (°) Rotazione dx (NP/HC)

## ROTAZIONE SX NP/HC

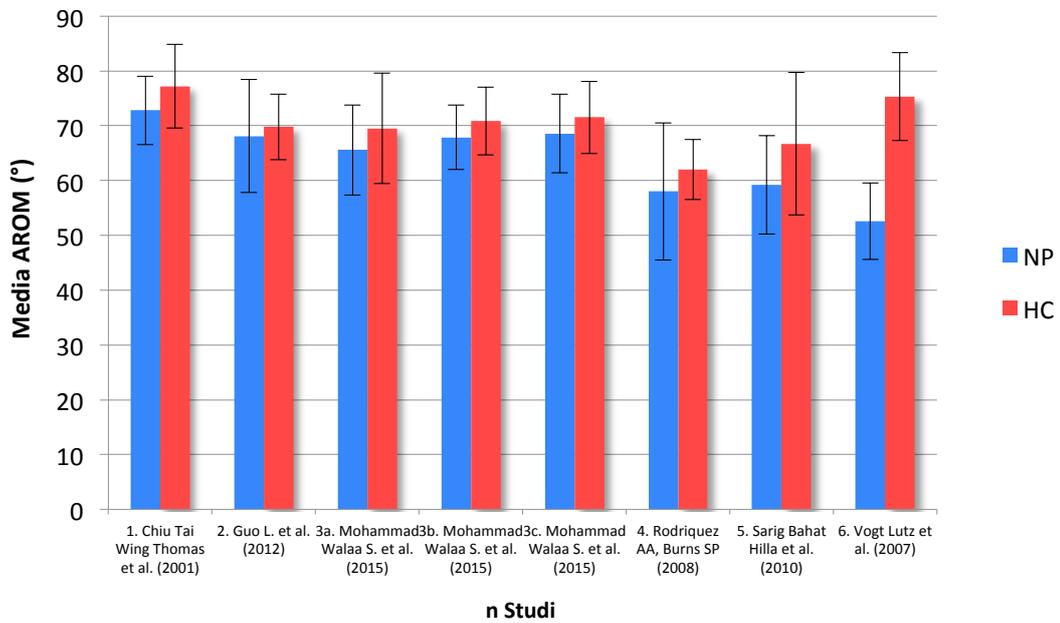


Figura 16. ACROM (°) Rotazione sx (NP/HC)

## LATEROFLESSIONE DX NP/HC

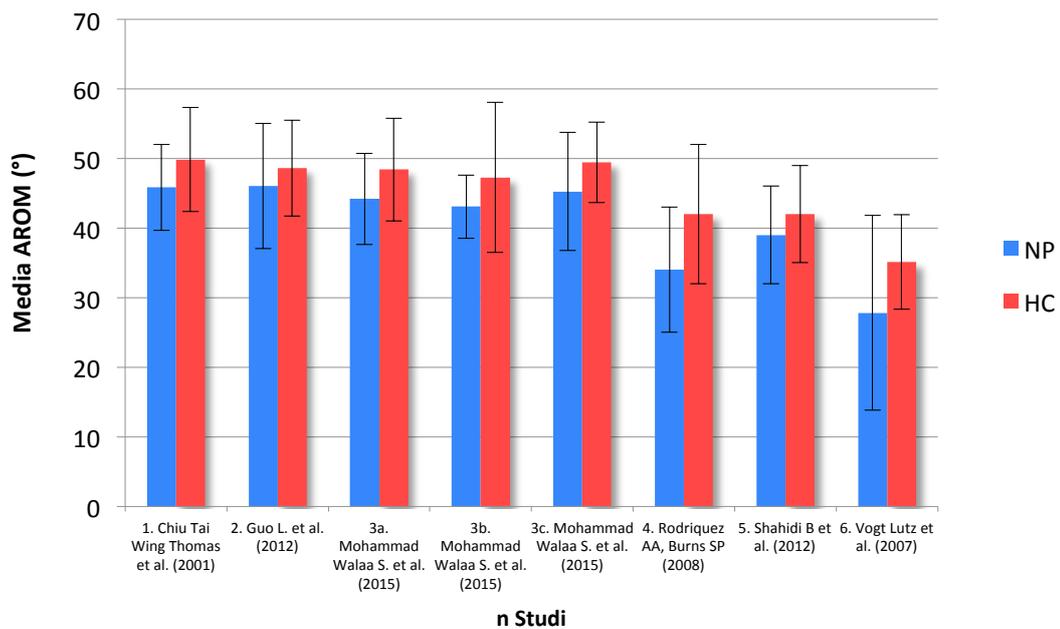


Figura 17. ACROM (°) Lateroflessione dx (NP/HC)

## LATEROFLESSIONE SX NP/HC

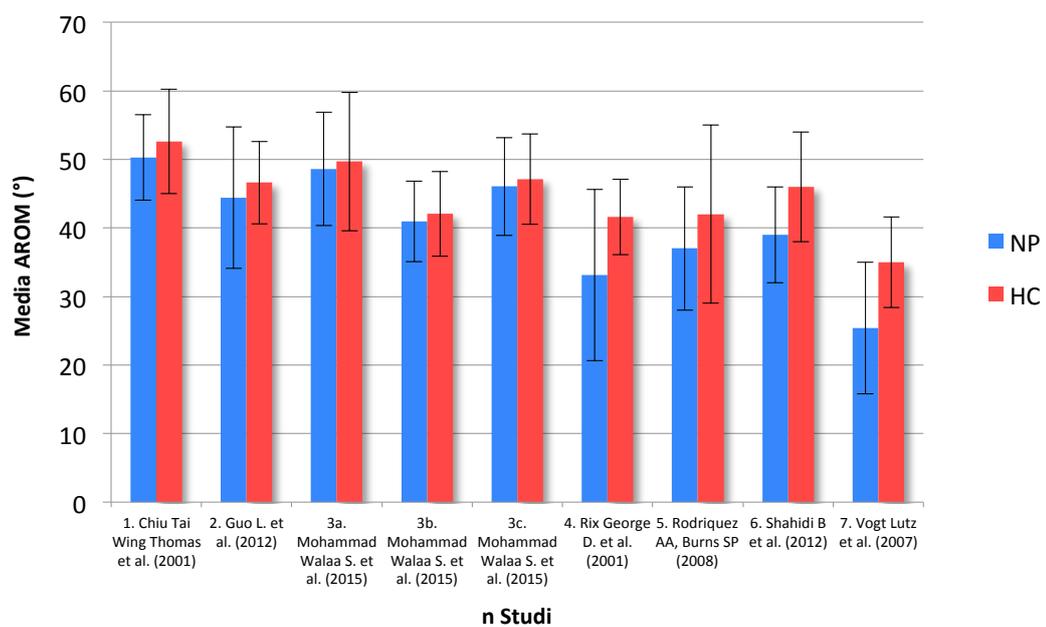
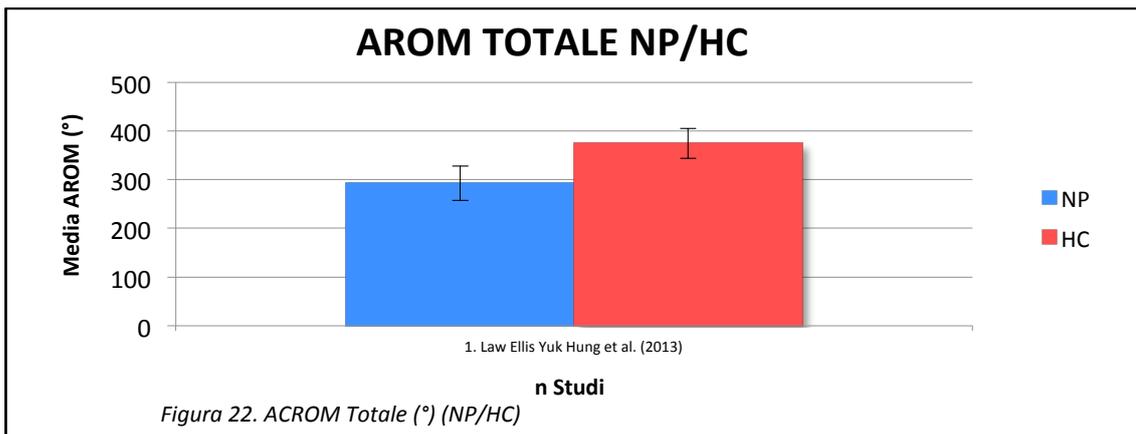
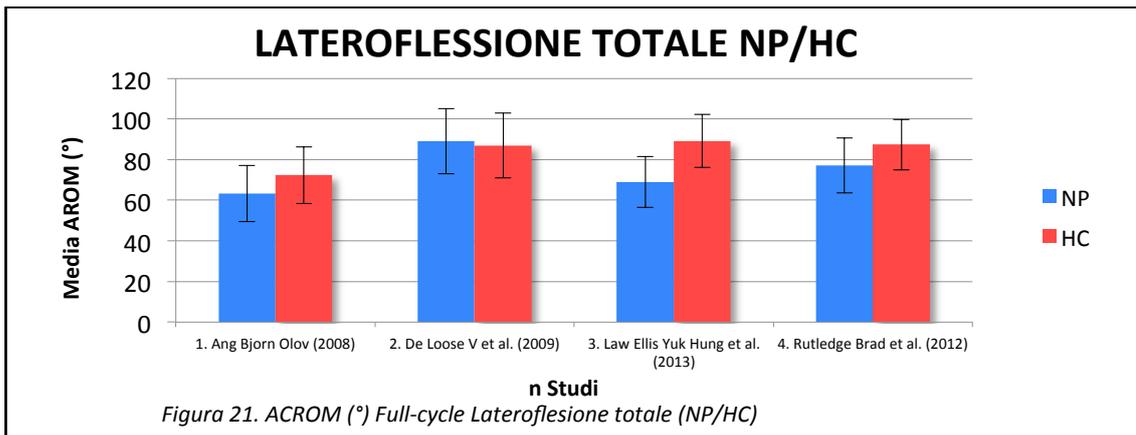
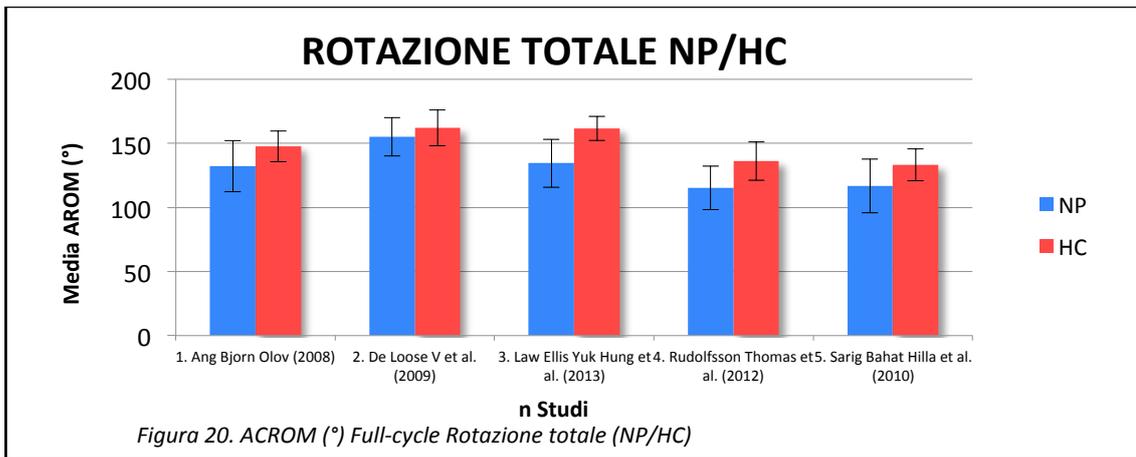
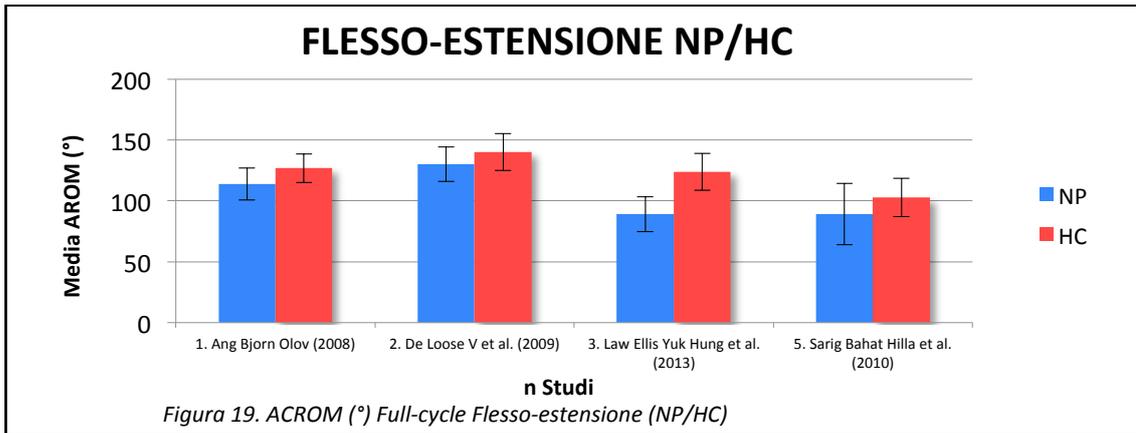
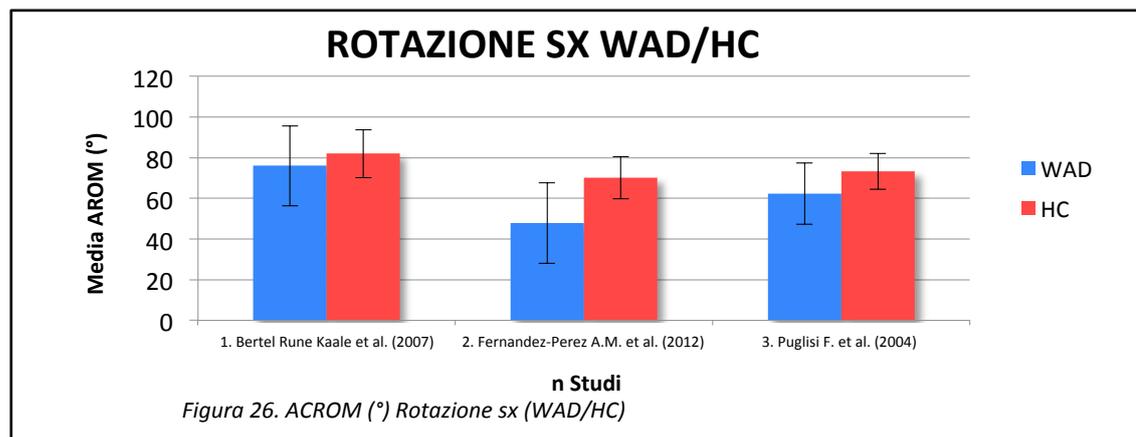
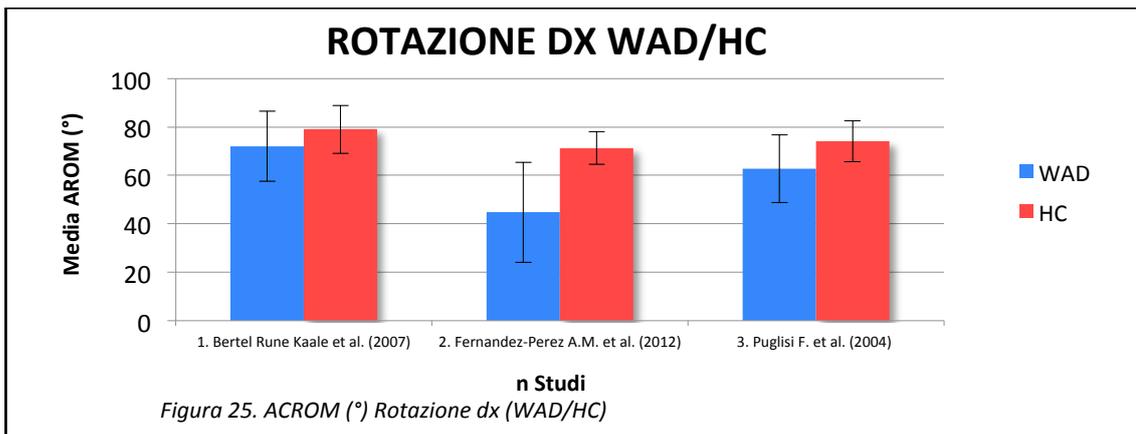
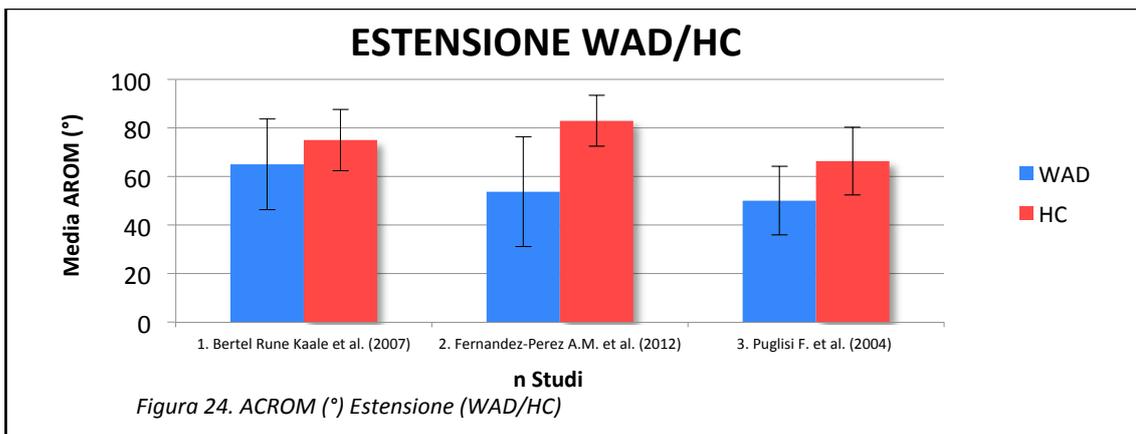
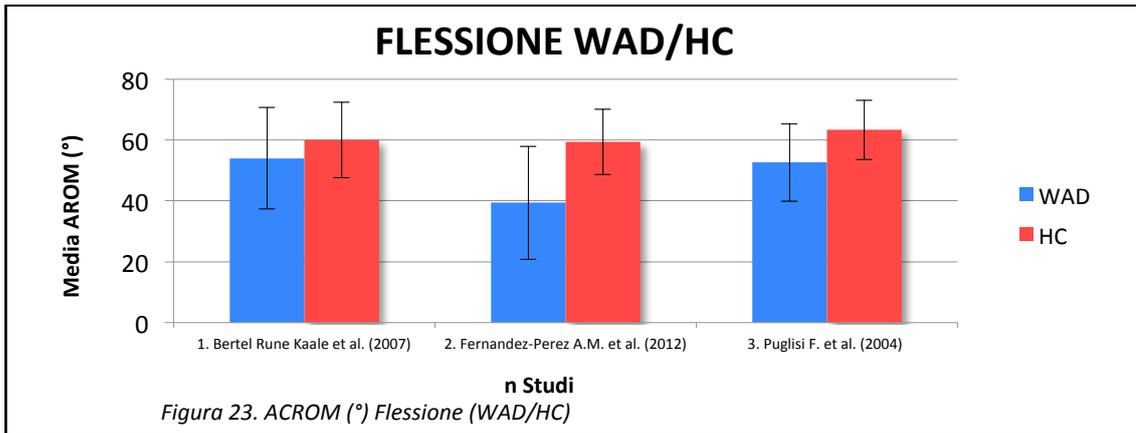
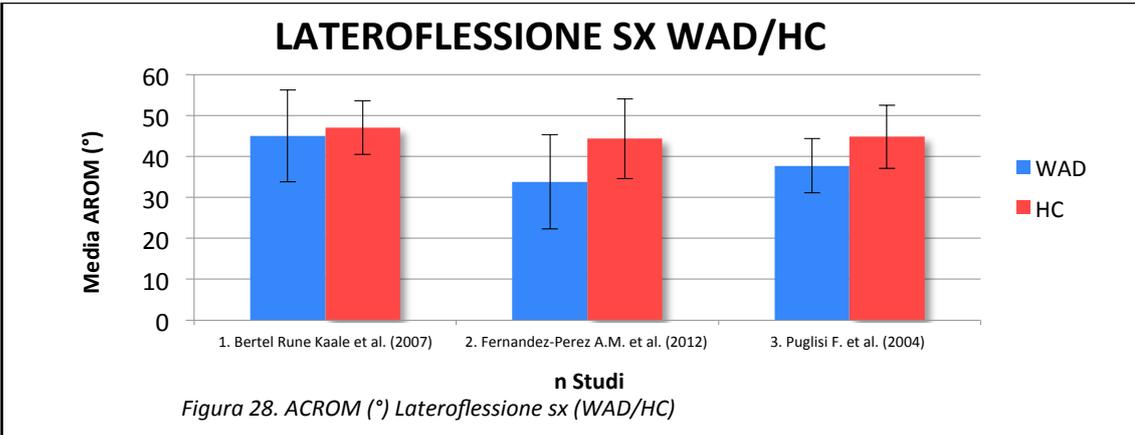
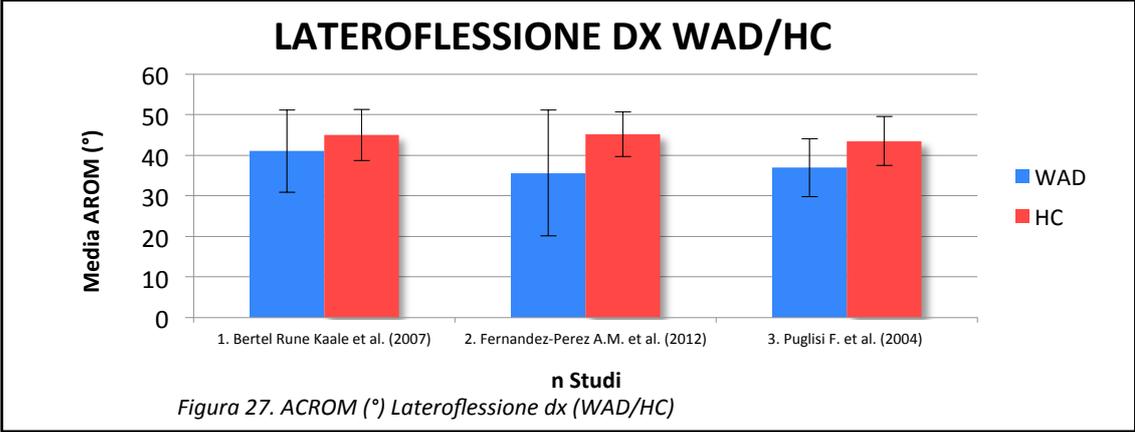


Figura 18. ACROM (°) Lateroflessione sx (NP/HC)







Al fine di valutare l'effettiva alterazione quantitativa del ROM attivo cervicale è stata calcolata la differenza media dei gruppi NP comparati con i gruppi controllo e dei gruppi WAD comparati con i gruppi controllo per ogni movimento analizzato (Tabella 15).

Movimenti	Studi	NP/HC (n)	DM (°) (SD)	Studi	WAD/HC (n)	DM (°) (SD)
Total ACROM	1	26/26	-82,17° (17,96)	0	/	/
Full Cycle Flesso-estensione	4	88/166	-16,53° (8,50)	0	/	/
Full Cycle Rotazione	5	190/199	-17,16° (7,72)	0	/	/
Full Cycle Lateroflessione	4	82/146	-7,45° (7,97)	0	/	/
Flessione	8	191/157	-7,78° (7,19)	3	236/175	-10,27° (4,25)
Estensione	7	270/176	-3,14° (7,07)	3	236/175	-15,78° (4,92)
Rotazione dx	7	262/167	-7,54° (5,43)	3	236/175	-11,58° (4,00)
Rotazione sx	6	251/156	-5,64° (5,11)	3	236/175	-10,57° (4,51)
Lateroflessione dx	6	245/134	-4,61° (4,73)	3	236/175	-6,16° (2,58)
Lateroflessione sx	7	256/145	-3,48° (5,10)	3	236/175	-5,99° (2,68)

Tabella 15. Differenze medie dei gruppi NP comparati con i gruppi controllo e dei gruppi WAD comparati con i gruppi controllo. Legenda: ACROM = Active Cervical Range of Motion, DM = differenza media, SD = deviazione standard, Studi = numero di studi, NP = Non Specific Neck Pain, WAD = Whiplash associated disorders, HC = gruppo controllo.

#### 4. DISCUSSIONE

La revisione condotta ha dato la possibilità di analizzare sistematicamente la letteratura esistente sul se e in che misura i pazienti con neck pain presentano un'alterazione del ROM attivo cervicale rispetto a gruppi di controllo sani e in seconda istanza verificare l'eventuale presenza di uno specifico impairment del movimento nei soggetti con neck pain. Ad oggi in letteratura sono presenti revisioni sistematiche che indagano tale argomento, come quella condotta da *Stenneberg M.S. et al. (2017)*<sup>37</sup>, ma tutte comprendono nei criteri di inclusione anche soggetti con Neck Pain (traumatic o non-traumatic) con associati sintomi neurologici, e non prendono in considerazione studi sulla cefalea cervicogenica. Tuttavia i risultati da noi ottenuti sono in linea con tali studi.

In questa revisione sistematica, comprendente 21 articoli, per un totale di 1718 partecipanti (di cui il 61,5% di sesso femminile), il ROM attivo cervicale dei pazienti con neck pain è risultato differente in maniera significativa se comparato con i soggetti controllo (*Tabella 15*). In particolare le direzioni di movimento che hanno mostrato maggiore limitazione sono state la rotazione totale [DM = -17,16° (7,72)] e la flessione-estensione [DM = -16,53° (8,50)] nei movimenti *full-cycle*, e la rotazione dx [DM = -7,54° (5,43)] e la flessione [DM = -7,78° (7,19)] nei movimenti *half cycle*. I sottogruppi di pazienti con WAD inoltre hanno mostrato un ACROM ancora più ridotto rispetto ai pazienti con non-traumatic NP: i tre studi che effettuano un confronto diretto tra gruppi WAD e gruppi NS-NP (*Cagnie et al.*<sup>19</sup>, *Grip et al.*<sup>23</sup> e *Woodhouse et al.*<sup>34</sup>) mostrano differenze statisticamente significative per tutti i movimenti.

Questi risultati sono in accordo con la situazione presente nella pratica quotidiana, dove una riduzione dell'ACROM viene solitamente vista come una caratteristica clinica peculiare dei pazienti con dolore al collo, e con le raccomandazioni presenti in letteratura, dove la valutazione del ROM cervicale è accettata come un importante parametro diagnostico e valutativo<sup>12</sup>. I risultati degli studi inclusi nella ricerca sono consistenti e affermano che le persone asintomatiche hanno un ACROM maggiore in tutti i movimenti. Queste differenze possono essere considerate clinicamente rilevanti e in misura maggiore rispetto agli errori di misurazione riportati negli strumenti comunemente usati nella pratica e nella ricerca<sup>38</sup>. Più del 50% degli studi hanno utilizzato per la valutazione del ROM cervicale il goniometro CROM e varianti (goniometro Myrin), strumenti facilmente applicabili nella pratica clinica e per i quali

sono stati fatti maggiori studi sulle proprietà clinimetriche. Essi possono essere considerati gli strumenti più appropriati per la misurazione dell'ACROM in pazienti con NS-NP e possiedono complessivamente le migliori valutazioni su proprietà clinimetriche come la riproducibilità, la validità e l'affidabilità<sup>38</sup>. Gli strumenti utilizzati negli altri studi inclusi nel lavoro, non sono di uso comune, sono più costosi o utilizzati solamente in ambito di ricerca scientifica.

Ipotizzando la presenza di differenze nell'ACROM tra la fase acuta e cronica del dolore, apparentemente, la durata dei sintomi non sembra un fattore determinante. E' possibile che altri fattori, come la gravità dei sintomi, possano avere un ruolo più rilevante. Tuttavia, non si possono trarre conclusioni definitive sulle differenze di ACROM tra il WAD e il non-traumatic NP e tra disturbi acuti e disturbi cronici poiché, a causa dell'assenza di studi sufficienti che includono entrambi i gruppi, sono possibili solo confronti indiretti. Pertanto le differenze medie riscontrate tra questi sottogruppi possono essere correlate alle diversità nelle caratteristiche dei partecipanti, gravità del disturbo, durata dei sintomi e variazioni naturali nella popolazione.

L'eterogeneità tra gli studi è risultata elevata e questo è derivato dal gruppo eterogeneo di pazienti con NP che è stato incluso nella maggior parte degli studi scelti. Sono state riscontrate differenze rilevanti, per esempio, nei criteri di inclusione per i partecipanti, il setting, la gravità dei sintomi, la procedura di misurazione, e la qualità dello studio. Tuttavia, comparando solamente gli studi con un basso risk of bias si ha una sostanziale riduzione dell'eterogeneità e solo piccole e non significative differenze nell'outcome. Inoltre la suddivisione degli studi per sottogruppi è stata un'ulteriore opzione per gestire tale limite. Complessivamente, poiché la maggioranza degli studi ha rilevato un ACROM più ampio a favore dei gruppi controllo e visti gli IC dei dati relativamente piccoli, è ragionevole considerare le conclusioni di questo studio consistenti. Questi risultati sono in accordo con i dati presenti in letteratura, anche se ad oggi non sono presenti revisioni che indagano gruppi con NP e WAD esclusivamente di tipo I-II.

La coerenza dei risultati ottenuti in questa revisione sistematica ha mostrato che la quantità di ACROM è un parametro discriminante importante nel processo diagnostico nei pazienti con NP. Ma al fine di determinare il minimo cambiamento clinicamente rilevante nell'ACROM in relazione al recupero (minimal clinically important change), ulteriori ricerche dovrebbero focalizzarsi sul grado di aumento dell'ACROM in seguito a interventi terapeutici e la sua correlazione con la riduzione dei disturbi al collo e l'aumento dei benefici per la salute. Inoltre i futuri studi che misurano l'ACROM nei

pazienti con dolore cervicale dovrebbero fornire informazioni dettagliate sulla popolazione di studio inclusa per riuscire a distinguere sottogruppi clinicamente rilevanti e determinare il livello di riduzione di ACROM per sottogruppo.

## 5. CONCLUSIONI

- Da questa revisione sistematica è emerso che vi è una riduzione significativa, clinicamente rilevante, dell'ACROM nei pazienti con Neck Pain (traumatico o non-traumatico) comparati con soggetti sani asintomatici.
- I movimenti *full-cycle* di flessione-estensione e rotazione totale, e i movimenti *half-cycle* di rotazione dx e flessione hanno mostrato le più ampie differenze nel ROM tra pazienti con NP e soggetti controllo.
- I disturbi di origine traumatica (WAD) sembrano avere un'influenza negativa nel ROM attivo cervicale.
- Revisioni sistematiche condotte da altri autori confermano la riduzione significativa dell'ACROM nei pazienti con NP rispetto ai gruppi controllo, anche se ad oggi non sono presenti in letteratura revisioni che indagano gruppi con NP e WAD esclusivamente di tipo I-II.
- I futuri studi che misurano l'ACROM nei pazienti con dolore cervicale dovrebbero fornire informazioni dettagliate sulla popolazione di studio inclusa per riuscire a distinguere sottogruppi clinicamente rilevanti e determinare il livello di riduzione di ACROM per sottogruppo.

## **BIBLIOGRAFIA:**

1. Hogg-Johnson S, van der Velde G, Carroll LJ, Holm LW, Cassidy JD, Guzman J, et al. The burden and determinants of neck pain in the general population: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine*. 2008 Feb 15;33:S39-51.
2. Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J*. 2006 Jun;15(6):834-48.
3. Hoy DG, Protani M, De R, Buchbinder R. The epidemiology of neck pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010 Dec; 24(6): 783-92.
4. Waersted M, Hanvold TN, Veiersted KB. Computer work and musculoskeletal disorders of the neck and upper extremity: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010 Apr 29; 11:79.
5. Côté P, van der Velde G, Cassidy JD et al. The burden and determinants of neck pain in workers: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *J Manipulative Physiol Ther*. 2009 Feb; 32(2 Suppl): S70-86.
6. Hoy D, March L, Woolf Aetal. The global burden of neck pain: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis*. 2014 Jul; 73(7): 1309-15.
7. Carroll LJ, Holm LW, Hogg-Johnson S et al. Course and prognostic factors for neck pain in whiplash-associated disorders (WAD): results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *J Manipulative Physiol Ther*.2009 Feb; 32(2 Suppl): S97-S107.
8. Bogduk N. The anatomy and pathophysiology of neck pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2011 Aug; 22(3): 367-82, vii.
9. Nordin M, Carragee EJ, Hogg-Johnson S, Weiner SS, Hurwitz EL, Peloso PM, et al. Assessment of neck pain and its associated disorders: results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine*. 2008 Feb 15;33(4 Suppl):S101-22.
10. Victoria Misailidou, Paraskevi Malliou, Anastasia Beneka, Alexandros Karagiannidis, and Georgios Godolias. Assessment of patients with neck pain: a

- review of definitions, selection criteria, and measurement tools. *J Chiropr Med.* 2010 Jun; 9(2): 49–59.
11. Suzanne J. Snodgrass Joshua A. Cleland Robin Haskins Darren A. Rivett. The clinical utility of cervical range of motion in diagnosis, prognosis, and evaluating the effects of manipulation: a systematic review. *Physiotherapy.* 2014 Dec;100(4):290-304.
  12. Hilla Sarig Bahat, PhD, PT, Patrice L. Weiss, PhD, OT, Yocheved Laufer, DSc, PT. The effect of neck pain on cervical kinematics, as assessed in a virtual environment . *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Dec;91(12):1884-90.
  13. Kasch H, Bach FW, Jensen TS. Handicap after acute whiplash injury: a 1-year prospective study of risk factors. *Neurology* 2001;56:1637– 43.
  14. Antonaci F, Bulgheroni M, Ghirmai S, et al. 3D kinematic analysis and clinical evaluation of neck movements in patients with whiplash injury. *Cephalalgia* 2002;22:533–42.
  15. Dall’Alba PT, Sterling MM, Treleaven JM, et al. Cervical range of motion discriminates between asymptomatic persons and those with whiplash. *Spine* 2001;26:2090 – 4.
  16. Mohammad Walaa S., Hayat H. Hamza & Walaa M. ElSais. Assessment of neck pain and cervical mobility among female computer workers at Hail University. *Int J Occup Saf Ergon.* 2015;21(1):105-10.
  17. Ang BO. Impaired neck motor function and pronounced pain-related fear in helicopter pilots with neck pain - a clinical approach. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2008;18:538–49.
  18. Kaale BR, Krakenes J, Albrektsen G, Wester K. Active Range of Motion as an Indicator for Ligament and Membrane Lesions in the Upper Cervical Spine after a Whiplash Trauma. *J Neurotrauma.* 2007 Apr; 24(4):713-21.
  19. Cagnie B, Cools A, De Loose V, Cambier D, Danneels L. Reliability and normative database of the Zebris cervical range-of-motion system in healthy controls with preliminary validation in a group of patients with neck pain. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2007;30:450–5.
  20. De Loose V, Van den Oord M, Burnotte F, Van Tiggelen D, Stevens V, Cagnie B, Danneels L, Witvrouw E. Functional Assessment of the Cervical Spine in F-16 Pilots With and Without Neck Pain. *Aviat Space Environ Med.* 2009 May;80(5):477-81.

21. Dumas JP, Arsenault AB, Boudreau G, Magnoux E, Lepage Y, Bellavance A, Loisel P. Physical impairments in cervicogenic headache: traumatic vs nontraumatic onset. *Cephalalgia*. 2001 Nov;21(9):884-93.
22. Fernández-Pérez AM, Villaverde-Gutiérrez C, Mora-Sánchez A, Alonso-Blanco C, Sterling M, Fernández-de-Las-Peñas C. Muscle trigger points, pressure pain threshold, and cervical range of motion in patients with high level of disability related to acute whiplash injury. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2012;42:634–41.
23. Grip H, Sundelin G, Gerdle B, Karlsson JS. Variations in the axis of motion during head repositioning - a comparison of subjects with whiplash-associated disorders or non-specific neck pain and healthy controls. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2007 Oct;22(8):865-73.
24. Guo LY, Lee SY, Lin CF, Yang CH, Hou YY, Wu WL, et al. Three-dimensional characteristics of neck movements in subjects with mechanical neck disorder. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2012;25:47–53.
25. Puglisi F, Ridi R, Cecchi F, Bonelli A, Ferrari R. Segmental vertebral motion in the assessment of neck range of motion in whiplash patients. *Int. J. Legal Med.* 2004;118:235–9.
26. Rix GD, Bagust J. Cervicocephalic Kinesthetic Sensibility in Patients With Chronic, Nontraumatic Cervical Spine Pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Jul;82(7):911-9.
27. Rodriguez AA, Burns SP. Assessment of Chronic Neck Pain and a Brief Trial of Cervical Strengthening. *Arm J Phys Med Rehabil.* 2008 Nov;87(11):902-9.
28. Rudolfsson T, Bjorklund M, Djopsjobacka M. Range of motion in the upper and lower cervical spine in people with chronic neck pain. *Man Ther.* 2012 Feb;17(1):53-9.
29. Rutledge B, Bush TR, Vorro J, Li M, DeStefano L, Gorbis S, et al. Differences in human cervical spine kinematics for active and passive motions of symptomatic and asymptomatic subject groups. *J. Appl. Biomech.* 2013;29:543–53.
30. Sarig-Bahat H, Weiss PLT, Laufer Y. Neck pain assessment in a virtual environment. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2010;35:E105–12.
31. Shahidi B, Johnson CL, Curran-Everett D, Maluf KS. Reliability and group differences in quantitative cervicothoracic measures among individuals with and without chronic neck pain. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2012;13:215.

32. Chiu TT, Sing KL. Evaluation of cervical range of motion and isometric neck muscle strength- reliability and validity. *Clin Rehabil* 2002 Dec;16(8):851-8.
33. Vogt L, Segieth C, Banzer W, Himmelreich H. Movement behaviour in patients with chronic neck pain. *Physiother Res Int.* 2007;12:206–12.
34. Woodhouse A, Vasseljen O. Altered motor control patterns in whiplash and chronic neck pain. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2008;9:90.
35. Law EY, Chiu TT. Measurement of Cervical Range of Motion (CROM) by electronic CROM goniometer- A test of reliability and validity. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2013;26(2):141-8.
36. Zito G, Jull G, Story I. Clinical tests of musculoskeletal dysfunction in the diagnosis of cervicogenic headache. *Man Ther.* 2006 May;11(2):118-29.
37. Stenneberg MS, Rood M, De Bie R, Schmitt MA, Cattrysse E, Scholten-Peeters GG. To What Degree Does Active Cervical Range of Motion Differ Between Patients With Neck Pain, Patients With Whiplash, and Those Without Neck Pain? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017 Jul.98(7): 1407-1434.
38. De Koning CH, Van Den Heuvel SP, Staal JB, Smits-Engelsman BC, Hendriks EJ. Clinimetric evaluation of active range of motion measures in patients with non-specific neck pain: a systematic review. *Eur Spine J.* 2008 Jul;17(7):905-21.