



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. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

Elbow stiffness: quali fattori di rischio?

Candidata:

Dott.sa Ft. Nocifora Tiranno Giusi

Relatrice:

Dott.sa Ft. OMPT

Latini Teresa Maria

INDICE

ABSTRACT.....	3
INTRODUZIONE.....	4
MATERIALI E METODI.....	10
RISULTATI.....	14
DISCUSSIONE.....	26
CONCLUSIONI.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	30
Allegato 1.....	33
Allegato 2.....	35

ABSTRACT

- ❖ Background: Il gomito, per via della sua conformazione anatomica, è notevolmente soggetto allo sviluppo di rigidità. Per “elbow stiffness” (ES) si intende una condizione patologica caratterizzata dalla riduzione dell’arco di movimento di più di 30° di estensione o da flessione minore di 120°. L’insorgenza della rigidità di origine traumatica può essere legata a complicanze post-operatorie o in seguito a trattamento conservativo ed ha un’incidenza maggiore del 5%. I fattori di rischio giocano un ruolo fondamentale e si distinguono in individuali e contestuali. Solo determinati soggetti, in presenza di fattori di rischio e prognostici specifici, svilupperanno rigidità.
- ❖ Obiettivo: L’obiettivo di questa revisione è quello di identificare in letteratura i fattori di rischio implicati nell’insorgenza della rigidità di gomito conseguente a trauma o ad intervento chirurgico.
- ❖ Materiali e metodi: La revisione è stata prodotta secondo il PRISMA Statement. La ricerca è stata condotta sui motori di ricerca Pubmed e Cochrane Library. Sono stati inclusi studi caso-controllo e di coorte prospettici e retrospettivi, in lingua inglese con disponibilità di full-text. La validità interna dei singoli studi è stata valutata con la New-Castle Ottawa scale.
- ❖ Risultati: : Dalla ricerca nei database scelti sono stati trovati in totale 1037 articoli. Sono stati eliminati 25 articoli che erano presenti in più di una ricerca ottenendo così 1012 articoli. Alla lettura del titolo e dell’abstract 21 articoli sono stati analizzati dopo aver reperito il full text. Infine, sono stati presi in considerazione 10 articoli che hanno rispettato tutti i criteri di inclusione stabiliti.
- ❖ Conclusioni: Dopo aver analizzato i vari studi si può evincere che i fattori di rischio possono essere suddivisivi in modificabili e non modificabili e tra questi rientrano il tempo di immobilizzazione post-operatorio, il tempo trascorso dal trauma all’intervento chirurgico e tipologie specifiche di frattura secondo la classificazione AO/OTA.
Ad oggi la letteratura in questo ambito risulta ancora molto scarsa con pochi studi di bassa e media qualità metodologica. La ricerca ha prodotto studi eterogenei e, soprattutto a causa della loro natura retrospettiva, risulta ancora difficile individuare dei fattori di rischio certi legati all’insorgenza della rigidità di gomito.
- ❖ Parole chiave: elbow stiffness, post-traumatic elbow stiffness, post-operative elbow stiffness, risk factors.

1. INTRODUZIONE

1.1 Anatomia del gomito

Il gomito è un'articolazione molto complessa, le cui combinazioni di movimenti ci permettono di compiere tutti i gesti della vita quotidiana. Dal punto di vista articolare le strutture ossee tendono ad essere molto congruenti tra loro, offrendo grande stabilità insieme al compartimento capsulare e legamentoso. Il gomito composto da tre articolazioni racchiuse all'interno della stessa capsula articolare: medialmente, l'articolazione omero-ulnare formata dalla troclea omerale che si articola con la fossa semilunare dell'ulna (ginglino angolare); antero-lateralmente l'articolazione omero-radiale, composta dal capitulum dell'omero che si articola con la testa del radio (artrodia); più distalmente l'articolazione radio-ulnare prossimale (ginglino laterale) ^[1].

La capsula articolare si estende anteriormente dalla fossa coronoide e radiale fino al margine anteriore del processo coronoideo e del legamento anulare ; costituisce uno stabilizzatore agli stress in varo-valgo a gomito esteso e se accorciata in seguito a trauma può limitare l'estensione; allo stesso modo, la capsula posteriore, se contratta, può determinare un blocco in flessione poiché si estende dalla fossa olecranica fino all'aspetto laterale e mediale della fossa semilunare e del legamento anulare. Nella stabilità giocano un ruolo fondamentale i legamenti collaterali: in particolare, il legamento collaterale ulnare (UCL) è lo stabilizzatore primario agli stress in valgo ^[2]. Infine, i muscoli flessori ed estensori del gomito forniscono supporto dinamico rispettivamente agli stress in valgo ed in varo.

Questa complessa anatomia consente movimenti di flessione ed estensione garantiti principalmente dall'articolazione omero-ulnare e movimenti di pronazione e supinazione, sostenuti dalle articolazioni omero-radiale e radio-ulnare prossimale. L'intervallo di movimento fisiologico va da 0° a 140° gradi per la flessione-estensione ^[3] e da 0° a 180° gradi per la prono-supinazione.

1.2 Elbow stiffness

La rigidità è l'esito della concomitanza di un processo infiammatorio e fibrotico, il cui tessuto target è il connettivo.

La rigidità di gomito rappresenta una problematica frequente a seguito di trauma o chirurgia, con un'incidenza osservata a partire dal 5% ^[4]. È caratterizzata da una restrizione in flessione, estensione, supinazione o pronazione.

La rigidità può essere diagnosticata con un esame anamnestico completo e un esame fisico, supportato da appropriati studi di imaging. *Morrey et al.* hanno stabilito che l'arco funzionale di movimento del gomito durante le attività della vita quotidiana è di 100° per la flesso-estensione (30°-130°) e 50° in entrambe le direzioni per la prono-supinazione ^[3]. Una riduzione di più di 50° determina la perdita dell'80% delle attività funzionali ^[5]; tuttavia, le limitazioni possono esistere anche con una meno severa restrizione di ROM. La rigidità di gomito viene definita come la perdita di estensione maggiore di 30° e flessione minore di 120° ^[4].

In caso di limitazione, un deficit di supinazione è meno tollerato di uno in pronazione, grazie al compenso in abduzione della spalla, allo stesso modo un deficit in estensione risulta meno disabilitante di uno in flessione. Se il gomito non si estende abbiamo la possibilità di avvicinarci all'oggetto target per afferrarlo, mentre una flessione minore di 105°-110° ci impedisce di raggiungere il viso ^[6]. Nonostante questi valori di riferimento, è opportuno ricordare che anche un deficit minore può determinare un problema se crea una limitazione funzionale nello svolgimento delle attività lavorative, ricreative o sportive del paziente e deve quindi essere attenzionato maggiormente soprattutto in caso di pazienti giovani con alte richieste funzionali ^[7].

1.3 Eziologia

Le cause della rigidità di gomito possono essere classificate in traumatiche e atraumatiche.

Le cause atraumatiche includono l'artrite reumatoide, l'artrosi primaria, le artriti post-settiche e le contratture congenite tipiche dell'artrogriposi ^[4]. La rigidità può presentarsi anche come risultato di una condizione acquisita come stroke, sepsi e lesioni cerebrali.

Le cause traumatiche includono le fratture, le lussazioni, le ustioni, le fratture-lussazioni, le ossificazioni eterotopiche, le artriti post-traumatiche e la mancata consolidazione delle fratture tra omero distale e ulna ^[8].

Le fratture del gomito rappresentano un trauma comune, fino al 30% di quelle che colpiscono l'arto superiore ^{[9] [10]}. Bauer et al. hanno studiato una coorte di pazienti sottoposti ad intervento chirurgico per diverse fratture del gomito ed hanno trovato che l'incidenza della rigidità era del 10% nei pazienti con frattura del capitello radiale e del 18% tra i pazienti con "terribile triade" ^[11].

Le contratture dei tessuti molli portano alla rigidità, limitando fisicamente il movimento del gomito. La capsula del gomito è spesso implicata nella rigidità post-traumatica ed è stata trovata ispessita nei pazienti sottoposti ad intervento chirurgico per il rilascio di contratture dei tessuti molli. Ulteriori analisi hanno anche rilevato livelli alterati di citochine ed enzimi, disorganizzazione nella disposizione delle fibre collagene ed un numero elevato di miofibroblasti ^[12]. Hildebrand et al. nel loro studio hanno mostrato che il numero dei miofibroblasti aumentava proporzionalmente nei pazienti sottoposti a release capsulare; è stata inoltre dimostrata una differenza anatomica, con un maggiore ispessimento della porzione anteriore della capsula articolare rispetto a quella posteriore, che giustifica la perdita di estensione molto più frequente della perdita di flessione. Il numero di miofibroblasti è anche inversamente proporzionale all'arco di movimento residuo ^[13]; sembrano però essere assenti nella rigidità cronica (presente da più di 5 mesi), il che suggerisce che la loro influenza è prominente nel primo periodo dopo il trauma ^[14].

La rigidità post-traumatica può anche essere dovuta ad ossificazione eterotopica (HO), definita come la *"formazione inappropriata di osso lamellare maturo all'interno di tessuto non scheletrico"*; clinicamente si manifesta attraverso la limitazione del movimento, producendo un blocco meccanico dell'articolazione ^[12].

Diversi fattori aumentano il rischio di sviluppare HO intorno al gomito, comprese lesioni del SNC, ustioni, intervento chirurgico (intervallo di tempo tra trauma e intervento o tempo di immobilizzazione post-intervento) e più comunemente trauma diretto ^[15] ^[16].

La pseudoartrosi del gomito porta comunemente a rigidità del gomito ed è attribuibile a distorsione articolare, aderenze intra-articolari o danno della superficie articolare ^[17]. Diversi fattori predispongono alla pseudoartrosi, tra cui caratteristiche della frattura (frattura comminuta o aperta, lesioni ad alta energia, infezioni, devascularizzazione dei frammenti, anomalie metaboliche) e gestione della stessa (fissazione inadeguata, interposizione di tessuti molli e mobilizzazione prematura) ^[18]. La pseudoartrosi a livello sopracondiloideo è la più frequente ^[19], mentre quella dell'ulna prossimale si riscontra più frequentemente in seguito a fratture posteriori di Monteggia. La pseudoartrosi dell'olecrano può essere il risultato di un trattamento inadeguato di fratture semplici o di osteotomia ^[20]. Il mancato consolidamento del processo coronoideo è raro, così come le fratture isolate della testa o del collo del radio trattate non chirurgicamente ^[21] ^[22] e tipicamente non interferiscono con il movimento del gomito.

L'artrosi è un evento comune dopo il trauma del gomito ed è associata a rigidità ^[23] ^[24]. Il suo sviluppo è legato ad una combinazione di fattori biomeccanici, biochimici e, molto probabilmente, genetici ^[25]. Le fratture distali dell'omero, comprese le fratture colonnari, del capitello e della troclea, così come le fratture-lussazioni del gomito sembrano essere associate ad artrosi radiografica moderata o grave a lungo termine, mentre le fratture dell'olecrano e del capitello radiale non lo sono ^[26].

1.4 Classificazione

La rigidità di gomito post-traumatica viene comunemente classificata basandosi sulle specifiche strutture coinvolte (tessuti molli, ossei o combinati) o sulla localizzazione anatomica e cause relative (intrinseca, estrinseca o combinata). Le due principali classificazioni sono quella descritte da Kay e Morrey.

La classificazione di Kay ^[27] si basa sulle strutture che limitano il movimento e sono distinte in:

- ❖ tipo 1: contrattura dei tessuti molli
- ❖ tipo 2: contrattura dei tessuti molli con ossificazione
- ❖ tipo 3: frattura composta con contrattura dei tessuti molli
- ❖ tipo 4: frattura scomposta con contrattura dei tessuti molli
- ❖ tipo 5: osteofitosi post-traumatica

La classificazione proposta da Morrey distingue la rigidità in base alle cause e alla localizzazione anatomica in intrinseca, estrinseca e mista ^[28].

La rigidità estrinseca è dovuta a cause extra-articolari, incluse retrazioni capsulari, legamentose, contratture muscolari, ossificazioni eterotopiche, aderenze della pelle e dei tessuti sottocutanei. La rigidità intrinseca è dovuta ad adesioni intra-articolari, osteofiti, corpi mobili ed incongruenze delle superfici articolari. Contratture estrinseche, che si sviluppano come il risultato di una patologia intrinseca, sono classificate come miste e sono quelle che si verificano nella maggior parte dei casi.

Vidal propone anche un'altra classificazione in base alla severità della presentazione clinica ^[29]:

- ❖ Molto severa: arco di movimento in flessione-estensione < 30°;
- ❖ Severa: arco di movimento in flessione-estensione 30 - 60°;
- ❖ Moderata: arco di movimento in flessione-estensione 61° - 90°;
- ❖ Minima: arco di movimento in flessione-estensione > 90°

I fattori predisponenti alla rigidità di gomito post-traumatica sono diversi e sono distinti in modificabili e non modificabili. Sono incluse caratteristiche del paziente e della frattura (frattura comminuta, fratture esposte, trauma ad alta energia, difetti osteocondrali ed anomalie metaboliche e cellulari) e il trattamento della frattura (osteosintesi scorretta, tempi di immobilizzazione e mobilizzazione precoce).

In letteratura le evidenze sono ancora medio/scarse.

1.5 Obiettivi della revisione

L'obiettivo della revisione è quello di indagare, sulla base della letteratura disponibile, i fattori di rischio implicati nell'insorgenza della rigidità di gomito, in seguito ad evento traumatico o intervento chirurgico. La conoscenza dei fattori di rischio può essere utile nella prevenzione degli stessi (qualora siano modificabili) e nella gestione e trattamento di questi pazienti, con l'obiettivo di migliorare la loro condizione clinica.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Disegno di studio: È stata condotta una revisione sistematica della letteratura scientifica seguendo i punti del PRISMA- 2020 (allegato 1).

2.2 Obiettivo e quesito di ricerca

La revisione sistematica mira a ricercare i fattori di rischio correlati allo sviluppo della rigidità di gomito, in seguito a trauma o intervento chirurgico. Le stringhe di ricerca sono state formulate seguendo la metodologia **PEO**:

POPOLAZIONE	soggetti adulti sottoposti ad intervento chirurgico al gomito o che hanno subito un trauma
ESPOSIZIONE	fattori di rischio per lo sviluppo della stiffness post-traumatica e post-operatoria
OUTCOME	sviluppo stiffness post-traumatica e post-operatoria

2.3 Strategia di ricerca degli studi

La ricerca della letteratura è stata condotta nelle banche dati elettroniche Medline, tramite interfaccia Pubmed e The Cochrane Library . La caratteristica principale della ricerca è stata l'alta sensibilità, in modo tale da includere il maggior numero di studi eleggibili. La popolazione non è stata inclusa nella stringa per non limitare la ricerca e non sono stati applicati limiti temporali agli studi selezionati. Verranno utilizzate come strategie di ricerca aggiuntive le references degli studi risultati idonei. Le key words utilizzate per la stesura della stringa di ricerca sono state: elbow stiffness, elbow contracture, risk factors, etiology.

Stringa di ricerca Pubmed: (((etiology) OR (risk factor) OR ("risk factors"[MeSH Terms])) AND (elbow stiffness OR elbow contracture))

("aetiologie"[All Fields] OR "aetiologies"[All Fields] OR "aetiology"[All Fields] OR "etiologies"[All Fields] OR "etiology"[MeSH Subheading] OR "etiology"[All Fields] OR "causality"[MeSH Terms] OR "causality"[All Fields] OR ("risk factors"[MeSH Terms] OR ("risk"[All Fields] AND "factors"[All Fields]) OR "risk factors"[All Fields] OR ("risk"[All Fields] AND "factor"[All Fields]) OR "risk factor"[All Fields]) OR "risk factors"[MeSH Terms]) AND (((("elbow"[MeSH Terms] OR "elbow"[All Fields] OR "elbow joint"[MeSH Terms] OR ("elbow"[All Fields] AND "joint"[All Fields]) OR "elbow joint"[All Fields] OR "elbow s"[All Fields] OR "elbows"[All Fields]) AND ("stiff"[All Fields] OR "stiffness"[All Fields] OR "stiffnesses"[All Fields])) OR (("elbow"[MeSH Terms] OR "elbow"[All Fields] OR "elbow joint"[MeSH Terms] OR ("elbow"[All Fields] AND "joint"[All Fields]) OR "elbow joint"[All Fields] OR "elbow s"[All Fields] OR "elbows"[All Fields]) AND ("contractural"[All Fields] OR "contracture"[MeSH Terms] OR "contracture"[All Fields] OR "contractures"[All Fields] OR "contractured"[All Fields]))))

Stringa di ricerca Cochrane:

- #1 elbow stiffness
- #2 elbow contracture
- #3 elbow stiff
- #4 #1 OR #2 OR #3
- #5 MeSH descriptor: [Risk Factors]
- #6 risk factors
- #7 etiology
- #8 #5 OR #6 OR #7
- #9 #4 AND #8

L'indagine nei database è stata eseguita dal 11/08/22 al 20/03/2023, identificando un totale di 1037 articoli.

DATABASE	N° RECORDS
PUBMED	947
THE COCHRANE LIBRARY	89
ALTRE FONTI	1

2.4 Criteri di eleggibilità degli studi

Criteri di inclusione

Sono stati considerati eleggibili studi di coorte e studi caso-controllo prospettici e retrospettivi in lingua inglese, di cui si dispone il full text. La popolazione oggetto di studio è quella generale, adulta (>18 anni), di entrambi i sessi, che sviluppa rigidità di gomito post-traumatica o post-chirurgica.

Criteri di esclusione

Sono stati esclusi gli studi case report, case series, cross-sectional, atti di convegni e conferenze. La popolazione esclusa è quella minorenni e i soggetti affetti da problematiche neurologiche congenite e/o acquisite, oncologiche e reumatologiche. Sono stati esclusi gli studi che trattano l'elbow stiffness "postburn" e le ricerche fatte su animali.

I duplicati sono stati rimossi utilizzando il software Mendeley (*Reference Management Software*). Durante la fase di screening, effettuata da un singolo revisore, sono stati scartati manualmente i risultati non pertinenti, mediante l'analisi della tipologia di studio, la lettura del titolo e dell'abstract. In seguito, gli articoli considerati idonei sono stati analizzati nella loro versione full text e valutati in base ai criteri di inclusione ed esclusione precedentemente individuati.

Infine, è effettuato il reporting in una flow chart utilizzando il diagramma di flusso Prisma.

2.5 Processo di raccolta dei dati

L'estrazione dei dati e la registrazione di questi in tabelle sinottiche viene svolta in modo manuale. Gli items raccolti riguardano: autore e titolo, numero e caratteristiche dei partecipanti, criteri di inclusione ed esclusione, fattori di rischio analizzati, follow-up, misure di outcome e risultati.

2.6 Valutazione della qualità degli studi

Lo strumento di critical appraisal utilizzato per valutare la qualità metodologica dei singoli studi è la Newcastle-Ottawa Scale NOS (allegato 2). La scala è suddivisa in 3 categorie per un totale di 8 items:

- Selezione: 4 items

- Comparabilità: 1 item
- Esposizione/Outcome: 3 items

Il sistema di valutazione prevede l'assegnazione di stelle ad ogni item. Nello specifico, può essere assegnata al massimo 1 stella per ogni item delle categorie di Selezione ed Esposizione/Outcome, mentre alla categoria Comparabilità possono essere assegnate fino a 2 stelle. In totale ogni studio può ricevere una valutazione massima di 9 stelle. Lo studio ha un'alta qualità metodologica quando il punteggio è compreso tra 7-9, discreta tra 4-6, bassa 0-3 e quindi un alto rischio di bias.

2.7 Sintesi ed analisi dei dati

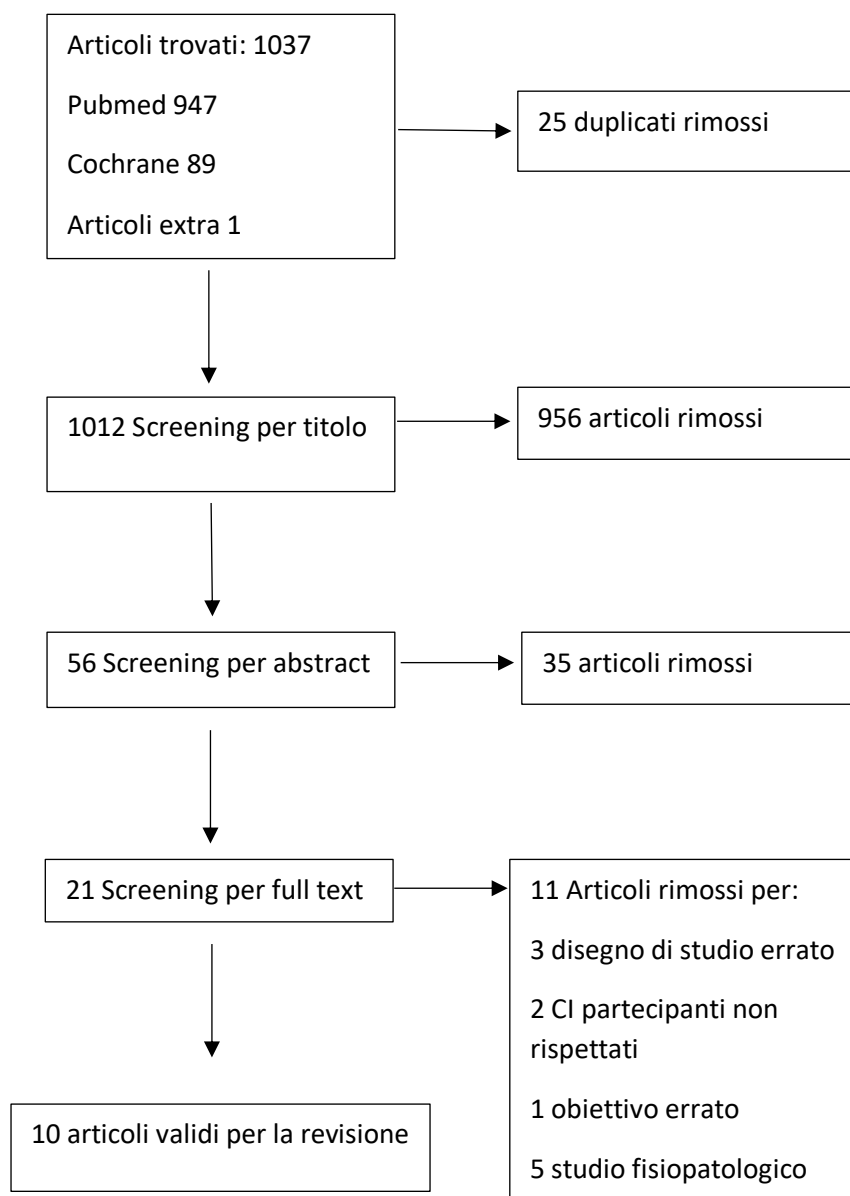
Per la sintesi e l'analisi dei dati sono stati considerati i valori di p value, Odds Ratio (OR), Relative Risk (RR), Prevalence Ratio (PR) con un intervallo di confidenza (IC) di almeno del 95%. Gli studi che non dichiaravano almeno uno dei valori, associati all'intervallo di confidenza, non sono stati presi in considerazione per la stesura della sintesi qualitativa.

3. RISULTATI

3.1 Selezione degli studi

La ricerca ha prodotto 947 articoli su Pubmed, 89 da Cochrane Library, 1 articolo da altre fonti, per un totale di 1037 risultati, che in seguito alla rimozione dei duplicati sono stati ridotti a 1012 . Dopo la lettura del titolo sono risultati eleggibili 56 articoli. Si procede, dunque, con la lettura dell'abstract, da cui si rilevano 21 studi eleggibili. La lettura del full-text comporta l'esclusione di 11 articoli che non rispettano i criteri di inclusione stabiliti: disegno di studio, studi su animali, criteri di inclusione dei partecipanti, obiettivo non pertinente, studi fisiopatologici.

Nella flow-chart vengono riportati in modo schematico i risultati della ricerca e la modalità di selezione degli studi.



3.2 Caratteristiche degli studi

In seguito alle varie fasi di screening, gli articoli presi in considerazione per la valutazione finale sono 10.

Tutti gli studi considerati sono studi caso-controllo retrospettivi ^{[30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38]} e uno studio di coorte retrospettivo ^[39].

Sono stati inclusi negli studi un totale di 21.012 pazienti, che vanno da gruppi di 32 ^[30] a 10.762 ^[31] per studio; l'età minima è di 18 anni per tutti gli studi. I pazienti inclusi presentavano rigidità post-traumatica precedentemente trattati chirurgicamente o conservativamente.

Il periodo di follow up va da un minimo di 1 ^[32] mese a 80 mesi ^[33]. Le misure di outcome utilizzate nei vari studi sono: ROM ^{[30] [33] [34] [35] [36]}, DASH ^[33], MAYO ^[33].

Le pubblicazioni sono state condotte nel 2015 ^{[38] [39]}, 2018 ^[33], 2019 ^[31], 2020 ^{[32] [34] [37]}, 2021 ^{[30] [35] [36]} in Cina ^{[32] [34] [37]}, Brasile ^[30], Istanbul ^[33], Usa ^{[31] [36] [38] [39]}, Giappone ^[35].

AUTORE, TITOLO	Pinto G. THE POLYMORPHISM OF METALLOPROTEINASES 1 AND 13 AND POSTTRAUMATIC ELBOW STIFFNESS
PARTECIPANTI	32 (20 stiffness = ROM < 100° in flessione-estensione 14/20 M, 12 non- stiffness = ROM > 100° 6/12 M) (Luglio 2017 - Dicembre 2018)
CI- CE	CI: maturità scheletrica, intervallo > 6 mesi tra trauma iniziale e valutazione per eleggibilità allo studio, precedenti fratture di gomito o riduzione di dislocazione di gomito entrambi trattati chirurgicamente o conservativamente, trattamento fisioterapico per ripristinare il ROM > 4 mesi ; CE: infezione attiva del gomito, problematiche neurologiche, immobilizzazione >1 mese, malattie autoimmuni, fratture associate all'arto superiore ipsilaterale, osteoartrite severa.
FATTORI DI RISCHIO	-Polimorfismo delle metalloproteasi 1 e 13 -Immobilizzazione
FOLLOW UP- OUTCOME	ROM
RISULTATI	Il polimorfismo genetico di MMP1 alla posizione 1607 e MMP13 alla posizione 77 non sono associati alla rigidità post-traumatica di gomito. È stata trovata un'associazione significativa tra l'immobilizzazione prolungata e la rigidità di gomito. Pazienti con rigidità post-traumatica sono stati immobilizzati in media per 16 giorni durante il trattamento, pazienti senza rigidità sono stati immobilizzati solo per 7 giorni (p = 0.015).

AUTORE, TITOLO	Wessel L. Elbow contracture following operative fixation of fractures about the elbow
PARTECIPANTI	10762 con intervento chirurgico dopo trauma al gomito: 902 hanno sviluppato rigidità entro 1 anno. (2007-2017)
CI- CE	CI: età > 18 anni, follow up minimo 1 anno CE: release della contrattura entro 60 giorni dall'intervento chirurgico
FATTORI DI RISCHIO	Uso di anticoagulanti Uso di oppioidi Sesso Età Indice di comorbidità di Charlson Ustione Diabete Obesità Severità frattura
FOLLOW UP- OUTCOME	Follow up: 12 mesi
RISULTATI	L'uso post-operatorio di anticoagulanti (OR 1.19, p <0.001), l'ustione al momento della frattura (OR 3.01, p<0.001), trauma cerebrale al momento della frattura (OR 1.19, p <0.001), sesso maschile (OR 1.17, p <0.001), obesità (OR 1.83, p <0.001), uso di oppioidi (OR 1.08, p= 0.002), frattura moderata (OR 2.23, p < 0.001) e severa (OR 1.10, p <0.001) sono significativamente associati alla progressione della rigidità di gomito.

AUTORE, TITOLO	He X. Risk Factors of Elbow Stiffness After Open Reduction and Internal Fixation of the Terrible Triad of the Elbow Joint
PARTECIPANTI	100 (Gennaio 2015- Dicembre 2018)
CI- CE	CI: >18 anni, diagnosi di terribile triade, frattura di gomito unilaterale, consolidazione frattura, assenza di problematiche cardiache, cerebrali, polmonari o altri importanti organi, follow-up > 1 anno. CE: pazienti con disturbi mentali, fratture combinate, fratture aperte o con severa sofferenza di tessuti molli, fratture concomitanti all'arto superiore, fratture con coinvolgimento vascolare o nervoso, fratture patologiche, deformità congenite.
FATTORI DI RISCHIO	-Età -Sesso -Fumo -Diabete -Tipo di frattura -Arto dominante -Energia del trauma -Tempo dal trauma all'operazione -Immobilizzazione post-operatoria -Configurazione della fissazione interna del capitello radiale -Utilizzo di indometacina (farmaco anti-ossificazione eterotopica)

FOLLOW-UP – OUTCOME	Follow-up clinici e radiografici: 1-2-3-6-12-48 mesi dopo l'operazione. Ultimo follow-up: 70 non stiffness (ROM >100°), 30 stiffness (ROM <100°)
RISULTATI	I fattori di rischio implicati nell'insorgenza di elbow stiffness in seguito ad intervento chirurgico di fissazione e riduzione interna per "terribile triade" sono: trauma ad alta energia (OR = 3.068, 95% CI 1.134–8.295, p = 0.027), tempo trascorso dal trauma all'operazione > 1 settimana (OR = 2.714, 95% CI 1.029–7.159, p = 0.044) , immobilizzazione post-operatoria > 2 settimane (OR = 3.237, 95% CI 1.176–8.908, p = 0.023).

AUTORE, TITOLO	Tunali O. Evaluation of risk factors for stiffness after distal humerus plating
PARTECIPANTI	75 -> 47 M, 28 F, età media: 37.8 anni. 50 pazienti: trauma a bassa energia; 25 pazienti: trauma ad alta energia; Classificazione AO: A : 11 pazienti, B: 1 paziente, C1: 25 pazienti, C2: 22 pazienti, C3: 16 pazienti. (2005-2014)
CI- CE	CI: frattura omero distale trattata con riduzione aperta e fissazione interna CE: follow-up < 6 mesi; età < 18 anni, fratture aperte
FATTORI DI RISCHIO	Frattura di tipo C2-C3 Età > 60 anni Tipo di fissazione Frattura aperta Intervallo di tempo trauma-intervento Osteotomia olecrano
FOLLOW-UP – OUTCOME	ROM MAYO DASH Follow-up: 25 mesi (6-80 mesi) Ultimo follow-up: 40 pazienti con ROM > 100° -> gruppo 1; 35 pazienti con ROM < 100° -> gruppo 2.
RISULTATI	Le fratture di tipo AO C2-C3 hanno un'associazione significativa con ROM < 100° (OR 16.6 p< 0.0001) Intervallo trauma- intervento > 7 giorni (OR 2.59, p < 0.047) sono fattori di rischio associati ad una perdita di ROM (100°). Gli altri fattori come età, sesso, fratture aperte, osteotomia dell'olecrano e tipo di fissazione non hanno correlazione significativa con la rigidità.

AUTORE, TITOLO	Qian Y. Risk Factors for the Occurrence and Progression of Posttraumatic Elbow Stiffness: A Case-Control Study of 688 Cases
PARTECIPANTI	688 -> 461 stiffness (233 lieve/moderata ROM 50°-100°, 228 severa ROM 0°-50°) 227 non stiffness (2011-2017)

CI- CE	Gruppo stiffness: CI: maturità scheletrica, consolidazione frattura, ROM <100°, storia di trattamento conservativo o chirurgico post-traumatico ; CE: cause metaboliche/patologiche/cerebrali di frattura, ustioni, ricorrenza di rigidità di gomito; Gruppo non-stiffness: CI: maturità scheletrica, consolidazione frattura, ROM >100°, storia di trattamento conservativo o chirurgico post-traumatico ; CE: dati incompleti, cause metaboliche o patologiche di frattura
FATTORI DI RISCHIO	-Età -Sesso -BMI -Forza muscolare -Tipo e localizzazione frattura -Meccanismo d'insorgenza -Tempo d'immobilizzazione -Interventi multipli - Trattamento conservativo o chirurgico -Sintomi nervosi -Fumo -Alcol -Mano dominante
FOLLOW-UP- OUTCOME	Sviluppo e progressione della rigidità
RISULTATI	L'aumentato tempo di immobilizzazione in pazienti trattati conservativamente rappresenta un fattore di rischio per lo sviluppo di elbow stiffness (OR = 2.02; p = 0.014). Interventi multipli rappresentano un fattore di rischio per la severità della elbow stiffness (OR = 1.943; p = 0.026). L'abuso di alcol può aumentare il rischio di progressione della elbow stiffness in pazienti trattati conservativamente (OR = 3.082; p = 0.025).

AUTORE, TITOLO	Fujihara Y. Factors affecting the range of motion of the elbow after open reduction of olecranon fractures
PARTECIPANTI	100 (52 M, 48 F) (Ottobre 2008- Giugno 2018)
CI- CE	CI: età > 18 anni, osteosintesi primaria per frattura dell'olecrano, riabilitazione postoperatoria CE: demenza, insufficienti informazioni come outcome postoperatorio o valutazione preoperatoria, follow-up < 12 settimane, fratture/ avulsioni extra-articolari
FATTORI DI RISCHIO	Età Complicanze diabete mellito Tempo da trauma ad intervento primario di osteosintesi Periodo di immobilizzazione dopo l'intervento Fratture comminute Fratture aperte o chiuse Fratture concomitanti (coronoide, testa del radio, omero distale) Dislocazione Scelta del trattamento per osteosintesi (TBW tension band wiring)

	Mal riduzione post-operatoria (gap > 2 mm)
FOLLOW-UP- OUTCOME	Follow-up: 11 mesi Recupero AROM >130° in flessione e <- 30 ° in estensione
RISULTATI	Le complicanze del diabete mellito (OR=10.9, p= <0.01), le fratture comminute (OR=11.4, p= <0.01) e l'uso del TBW (OR=5.5, p= 0.02) sono fattori significativi che peggiorano l'AROM di gomito finale.

AUTORE, TITOLO	Carlock K. Risk factors for elbow joint contracture after surgical repair of traumatic elbow fracture
PARTECIPANTI	278 (2011- 2015)
CI- CE	CI: > 18 anni, riparazione chirurgica di frattura di omero distale/radio ulna prossimale (frattura di Monteggia, terribile triade, frattura olecrano, frattura sovracondiloidea distale dell'omero, frattura testa del radio) CE: informazioni mediche e radiografiche incomplete, follow-up < 6 mesi
FATTORI DI RISCHIO	Età Sesso BMI Indice di comorbidità di Charlson Uso di tabacco Meccanismo d'insorgenza Stato dei tessuti molli al momento del trauma Classificazione AO/OTA Dislocazione (omero-ulnare, capitello radiale) Fratture arto superiore Tempo da trauma ad intervento chirurgico
FOLLOW-UP - OUTCOME	ROM (rigidità definita come ROM < 100° in flesso-estensione) Follow-up: 6 mesi
RISULTATI	42 pazienti tra 278 hanno sviluppato rigidità di gomito clinicamente rilevante, tra questi, 29 hanno sviluppato HO. L'analisi multivariata delle variabili preoperatorie hanno dimostrato che la frattura di tipo 13-C (classificazione AO/OTA) (OR 13.7 p=0.025), fratture multiple non contigue (OR 3.7 p=0.010), e dislocazione omero-ulnare al momento del trauma (OR 4.9, p=0.005) sono indipendentemente associate allo sviluppo della contrattura. Alla sesta settimana post-operatoria, l'arco di movimento del gomito inferiore a 50° in flesso/estensione (OR 23.0, p< 0.0005) e la presenza radiografica di ossificazione eterotopica (OR 6.7, p< 0.0005) sono fattori di rischio indipendenti per rigidità di gomito.

AUTORE, TITOLO	Hua K. Correlation between modified trochleocapitellar index and post-traumatic elbow stiffness in type C2-3 distal humeral fractures among adults
PARTECIPANTI	141- > 72 M, 69 F età media: 43 ± 16 anni (intervallo 18-79). (Gennaio 2013 - Settembre 2017)
CI- CE	CI: frattura di omero distale di tipo C2-C3, follow-up > 1 anno, > 18 anni, trattamento ORIF (riduzione a cielo aperto e sintesi interna) ;

	CE: < 18 anni, fratture patologiche, fratture ipsilaterale del radio
FATTORI DI RISCHIO	mTCI-HA, mTCI-LHL, mTCI-MHL Trauma ad alta energia Tempo trascorso dal trauma all'operazione > 1 settimana Durata dell'operazione > 150 minuti Nessuna Somministrazione di farmaci anti-ossificazione eterotopica
FOLLOW-UP – OUTCOME	Follow-up medio: 31,9 ± 14,3 mesi (intervallo 12-63) Gruppo A: 35 (rigidità di gomito) Gruppo B: 106 (senza rigidità di gomito)
RISULTATI	Il meccanismo di lesione ad alta energia e il tempo trascorso dalla lesione all'intervento chirurgico > 1 settimana erano significativamente associati alla rigidità post-traumatica del gomito in tutti e tre i modelli di regressione logistica (mTCI-HA, mTCI-LHL, mTCI-MHL). La durata dell'operazione (> 150 minuti) e la mancata somministrazione di farmaci anti-HO non hanno una associazione significativa con la rigidità post-traumatica.

AUTORE, TITOLO	Werner B. Effect of Obesity on Complication Rate After Elbow Arthroscopy in a Medicare Population
PARTECIPANTI	(2005-2012) 628 obesi (BMI > 30) – 628 non obesi (BMI < 30)
CI- CE	-
FATTORI DI RISCHIO	Obesità
FOLLOW-UP - OUTCOME	Follow-up: 6 mesi
RISULTATI	Pazienti non obesi con rigidità 23 (3.7%) Pazienti obesi con rigidità 42 (6.7%) OR 1.9 (1.1-3.2) p= 0.016 La percentuale di rigidità post-operatoria entro 6 mesi era significativamente maggiore nei pazienti obesi.

AUTORE, TITOLO	Griffin J. Obesity is associated with increased postoperative complications after total elbow arthroplasty
PARTECIPANTI	(2005- 2011) 7580 pazienti 5939 non obesi; 1030 obesi (BMI 30-40); 611 obesità e comorbidità (BMI > 40)
CI- CE	-
FATTORI DI RISCHIO	Obesità
FOLLOW-UP - OUTCOME	Follow up: 90 giorni
RISULTATI	Non ci sono differenze significative di rigidità di gomito tra i tre gruppi; tuttavia, tende ad aumentare nella coorte di obesità patologica. 103/5939 1.7% (non obesi) 23/1030 2.2% (obesi) 15/611 2.5% (obesi patologici) Obesi vs non obesi 1.3 (0.8-2.0) p= 0.267

	Obesi patologici vs non obesi 1.4 (0.8-2.5) p= 0.202 Obesi patologici vs obesi 1.1 (0.6-2.1) p= 0.773
--	--

3.3 Valutazione metodologica degli studi

Dall'analisi del rischio di bias all'interno degli studi attualmente presenti in letteratura si evince che, nella maggior parte dei casi, c'è un rischio moderato di bias. Il principale item risultato inadeguato è quello della comparabilità tra i casi e i controlli, dato che nella maggior parte degli studi non c'è stato un aggiustamento per importanti fattori confondenti. Un altro item risultato carente è il tasso di non risposta, che non è stato riportato o era differente tra i due gruppi. Infine, è stata riscontrata un'inadeguatezza sulla rappresentatività dei casi con rischio di bias di selezione dei casi e dei controlli^{[31] [38]}.

Il punto di forza riscontrato in quasi tutti gli studi è stato l'accertamento dell'esposizione adeguato, uguale tra i casi e i controlli, e la definizione e la rappresentatività adeguata dei casi.

Studio	Selezione	Comparabilità	Esposizione	Totale
Pinto, 2021 ^[30]	****	-	** _	6/9
Qian, 2020 ^[34]	**_*	*	**_	6/9
Xiao, 2020 ^[32]	**_*	-	**_	5/9
Tunali, 2018 ^[33]	****	*	**_	7/9
Hua, 2020 ^[37]	****	*	*__	6/9
Carlock, 2021 ^[36]	*___	-	**_	3/9
Fujihara, 2021 ^[35]	*_*_	*	**_	5/9

Wessel,2019 ^[31]	--**	-	---	2/9
Werner,2015 ^[38]	--* ₋	-	-* ₋	2/9

Tab.1 Studi caso-controllo

Griffin, 2015 ^[39]	** ₋₋	-	-* ₋	3/9
-------------------------------	------------------	---	-----------------	-----

Tab.2 Studio di coorte

3.4 Fattori di rischio

I fattori di rischio presi in considerazione nei vari studi sono relativi al paziente, al trauma, all'intervento conservativo e chirurgico, ai farmaci e genetici.

I fattori relativi al paziente includono l'età, il sesso, il BMI (obesità), l'uso di tabacco e di alcool, la forza muscolare, il coinvolgimento dell'arto dominante, l'indice di comorbidità di Charlson, il diabete e le relative complicanze.

I fattori legati al trauma sono: meccanismo d'insorgenza, tipo e localizzazione della frattura, frattura aperta, classificazione AO/OTA delle fratture, stato dei tessuti molli, dislocazione, fratture concomitanti, presenza di ossificazione eterotopica.

I fattori relativi al trattamento chirurgico e conservativo sono: periodo trascorso dal trauma all'intervento, immobilizzazione post-operatoria, tipo di fissazione, durata dell'operazione chirurgica, interventi multipli, osteotomia dell'olecrano, immobilizzazione relativa al trattamento conservativo.

I fattori iatrogeni sono la somministrazione del farmaco anti-ossificazione eterotopica e l'uso di anticoagulanti ed oppioidi in seguito ad intervento chirurgico.

I fattori genetici sono relativi al polimorfismo della metalloproteasi.

3.5 Analisi degli studi

G. Pinto ^[30] analizza come fattore di rischio correlato allo sviluppo della rigidità di gomito il polimorfismo della metalloproteasi. I pazienti, in totale 32, di cui 20 con rigidità di gomito e 12 senza, sono stati valutati prendendo in considerazione il trauma (avvenuto almeno sei mesi prima) e il trattamento chirurgico o conservativo per frattura o dislocazione. La misura di outcome utilizzata è stato il ROM. Dai risultati si evince che non c'è associazione tra la rigidità del gomito post-traumatica e il polimorfismo genetico di MMP1 alla posizione 1607 e MMP13 alla posizione 77. Inoltre, viene analizzato il tempo di immobilizzazione e si è visto che c'è una correlazione significativa tra immobilizzazione prolungata e rigidità di gomito ($p=0.015$).

Nello studio condotto da Qian ^[34] sono stati inclusi 688 pazienti con storia di trattamento conservativo o chirurgico post-traumatico; tra questi, 461 presentavano rigidità lieve e moderata e 227 non la presentavano. I fattori di rischio esaminati sono stati: età, sesso, BMI, forza muscolare, tipo e localizzazione frattura, meccanismo d'insorgenza, tempo d'immobilizzazione, interventi multipli, trattamento conservativo o chirurgico, sintomi nervosi, fumo, alcool e mano dominante. Lo studio dimostra che l'aumento del tempo di immobilizzazione in pazienti trattati conservativamente può essere un fattore di rischio per il verificarsi di rigidità del gomito. Per la gravità della rigidità del gomito, gli interventi multipli possono aumentare i rischi nel trattamento chirurgico tra gruppi di rigidità lieve/moderata e grave. L'abuso d'alcool può aumentare i rischi per la progressione di rigidità nei pazienti in seguito a trattamento conservativo.

He ^[32] ha preso in esame 100 pazienti con diagnosi di terribile triade trattati con riduzione e fissazione interna; tra questi 30 presentavano rigidità ($ROM < 100^\circ$) e 70 non la presentavano. I fattori di rischio analizzati sono stati: età, sesso, fumo, diabete, tipo di frattura, arto dominante, energia del trauma, tempo dal trauma all'operazione, immobilizzazione post-operatoria, configurazione della fissazione interna del capitello radiale ed utilizzo di indometacina. Dai follow-up, che hanno avuto la durata media di 12-48 mesi, si evince che la lesione ad alto impatto, il tempo dal trauma all'operazione maggiore di una settimana e il tempo di immobilizzazione post-operatoria maggiore di due settimane sono tutti correlati al recupero della funzione articolare dopo l'intervento della terribile triade del gomito e sono fattori di rischio indipendenti della conseguente rigidità del gomito.

Nello studio caso-controllo di Tunali ^[33] sono stati esaminati 75 pazienti: tra questi 50 hanno avuto un trauma a bassa energia (cadute semplici e traumi sportivi) e 25 ad alta energia (incidenti

automobilistici, cadute dall'alto, infortuni sul lavoro, esplosioni). Tutte le fratture sono state poi classificate secondo il sistema AO/OTA e all'ultimo follow-up 40 pazienti presentavano un ROM $>100^\circ$ e $35 < 100^\circ$. Le misure di outcome utilizzate sono state il ROM, la MAYO e la DASH. I fattori di rischio presi in considerazione sono stati: la tipologia C2-C3 della classificazione AO, l'età, il tipo di fissazione, l'intervallo di tempo tra il trauma e l'intervento, l'osteotomia dell'olecrano e la frattura aperta. Tra questi, quelli significativamente associati ad una perdita di ROM $< 100^\circ$ sono la tipologia C2-C3 di frattura e l'intervallo tra trauma e intervento maggiore di sette giorni. Gli altri fattori, tra cui età superiore a 60 anni, il sesso, le fratture aperte, il tipo di fissazione e l'osteotomia dell'olecrano, non hanno una correlazione statisticamente significativa con la rigidità.

Fujiyama ^[35] ha condotto uno studio per identificare i fattori prognostici negativi per outcome sfavorevoli in seguito a fratture olecraniche. Sebbene gli outcome post-operatori delle fratture olecraniche siano relativamente favorevoli, la rigidità post-operatoria del gomito può presentarsi occasionalmente. Sono stati esaminati 100 pazienti con frattura dell'olecrano trattati con osteosintesi primaria da ottobre 2008 a giugno 2018 e sottoposti a riabilitazione post-operatoria ospedaliera. Sono stati esclusi i soggetti con età inferiore a 18 anni e follow-up inferiore a 12 settimane. L'outcome è il recupero dell'AROM $> 130^\circ$ in flessione e $< -30^\circ$ in estensione; il follow-up è stato di 11 mesi. Dai risultati si evince che i fattori statisticamente significativi che peggiorano il ROM attivo sono le complicanze del diabete, le fratture comminute e l'uso del TBW.

Lo studio retrospettivo di Carlock ^[36] ha come obiettivo quello di identificare i fattori associati allo sviluppo della contrattura di gomito post-traumatica. Sono stati presi in considerazione 278 pazienti dal 2011 al 2015, sottoposti ad intervento chirurgico in seguito a frattura di omero distale/radio ulna prossimale (frattura di Monteggia, terribile triade, frattura olecrano, frattura sovracondilare distale dell'omero, frattura testa del radio). I risultati mostrano che la dislocazione omero-ulnare, le fratture multiple non contigue, la tipologia 13-C della classificazione AO/OTA, ROM limitato a 6 settimane post-operatorie e presenza radiografica di ossificazione eterotopica a 6 settimane post-operatorie sono associate a sviluppo di rigidità, dopo riparazione chirurgica in seguito a frattura di gomito.

Hua ^[37] ha condotto uno studio sulla correlazione tra l'indice modificato capitello-trocleare e la rigidità post-traumatica nelle fratture distali dell'omero di tipo C2-C3 nell'adulto. Sono stati presi in considerazione 141 pazienti che presentavano una frattura di tipo C2-C3 trattati con ORIF, con un follow-up minimo di un anno. Dai risultati emerge che il meccanismo di lesione ad alta energia e il

tempo trascorso dal trauma all'intervento chirurgico maggiore di una settimana è significativamente associato alla rigidità di gomito. Viceversa, la durata dell'operazione (maggiore di 150 minuti) e la mancata somministrazione di farmaci anti-HO non hanno un'associazione significativa. Questo studio dimostra inoltre che la scorretta riduzione della colonna mediale misurata con TCI-HA, TCI-LHL, TCI-MHL è fortemente associata a rigidità di gomito nelle fratture di tipo C2-C3 dell'omero distale. I tre parametri sono misurazioni affidabili e il valore predittivo di mTCI-HA è migliore degli altri due metodi. Valori superiori a certo intervallo per ciascun parametro aumentano in modo significativo il rischio di sviluppare rigidità post-traumatica del gomito.

Wessel ^[31] ha analizzato 10762 soggetti sottoposti ad intervento chirurgico in seguito a trauma al gomito e tra questi, 902 hanno sviluppato rigidità entro un anno. Il follow-up minimo di un anno ha mostrato che i fattori associati alla progressione della rigidità sono: l'uso di anticoagulanti ed oppioidi, l'ustione al momento della frattura, il sesso maschile, l'obesità e la frattura moderata e severa.

Griffin e Werner hanno preso in considerazione l'obesità come fattore di rischio predisponente la rigidità di gomito. Griffin ^[39] nel suo studio retrospettivo di coorte esamina una popolazione costituita da 7580 pazienti sottoposti ad artroplastica totale di gomito. Il campione è costituito da 5939 non obesi, 1030 obesi e 611 obesi con patologie associate; il follow-up è di 90 giorni. Dai risultati non emergono differenze significative di rigidità di gomito tra i tre gruppi; tuttavia, tende ad aumentare nella coorte di obesità patologica.

Werner ^[38] attenziona il tasso di complicanze in seguito ad artroscopia di gomito. Il campione è stato suddiviso in due gruppi (obesi e non obesi): dai risultati emerge che la percentuale di pazienti con rigidità post-operatoria entro sei mesi era significativamente maggiore nei pazienti obesi.

4. DISCUSSIONE

La elbow stiffness è una complicanza comune, in seguito a trauma o intervento chirurgico al gomito, ed incide negativamente sulla qualità di vita del soggetto. Lo scopo di questa revisione è indagare i fattori di rischio legati all'insorgenza della ES, poiché conoscerli ci consente di intervenire, qualora questi siano modificabili. La ricerca di articoli presenti in letteratura riguardo l'argomento qui trattato ha riportato diversi studi, ma solo 10 di questi hanno incrociato i criteri di inclusione posti per la revisione. Dai dati reperiti emerge che gli studi presi in considerazione in questa revisione sistematica sono di bassa/discreta qualità metodologica. Tra i 10 articoli inclusi, il rischio di bias è risultato basso in uno studio^[33], discreto in cinque studi^{[30] [32] [34] [35] [37]}, alto in quattro studi^{[31] [36] [38] [39]}. Il limite principale riscontrato in quasi tutti i papers è la loro retrospettività e, per tale motivo, e necessitano di ulteriori studi prospettici per confermare i risultati riscontrati.

Gli studi analizzati sono eterogenei tra loro, poiché prendono in considerazione tipi di fratture differenti (terribile triade, frattura olecrano, frattura omero distale C2-C3, frattura di Monteggia, frattura della testa del radio), tipi di intervento (ORIF, TWB) e trattamento. Anche le misure di outcome (ROM, MAYO, DASH), i tempi di follow-up e i fattori di rischio analizzati sono differenti.

Solo uno studio^[34] prende in considerazione il trattamento chirurgico e conservativo: e si evince che l'aumento del tempo di immobilizzazione incrementa il rischio di sviluppo della rigidità se il trauma al gomito viene trattato conservativamente. In particolare, per ogni settimana aggiuntiva, il rischio aumenta di 1,02 volte. Sempre in relazione al trattamento conservativo, si afferma che l'abuso di alcool influisce sulla gravità della contrattura. Invece, prendendo in considerazione l'intervento chirurgico si è visto che gli interventi multipli sono coinvolti nella progressione della rigidità. Un limite riscontrato è che diversi altri fattori, come la compliance nel trattamento fisioterapico, le strategie di coping o la congruenza ossea, non vengono attenzionati e potrebbero essere rilevanti^{[34] [36]}.

Tutti gli altri studi sono relativi ai fattori di rischio implicati nello sviluppo della rigidità in seguito ad intervento chirurgico.

L'immobilizzazione post-operatoria aumenta il rischio di sviluppo di rigidità se superiore alle due settimane; lo studio di Pinto ha rivelato che i pazienti con contrattura post-traumatica sono stati immobilizzati in media per 16 giorni durante il trattamento, mentre i pazienti senza rigidità solo per

sette giorni ^[30]. Anche in seguito ad intervento di fissazione e riduzione interna per terribile triade, l'immobilizzazione post-operatoria maggiore di 2 settimane rappresenta un fattore predisponente ^[32]. I limiti principali di questi due studi sono il numero ridotto del campione e la presenza di un gruppo eterogeneo di pazienti.

Tre studi associano la rigidità di gomito all'intervallo maggiore di una settimana tra trauma ed intervento chirurgico ed il trauma ad alta energia ^{[32] [33] [37]}.

Per quanto riguarda i vari tipi di intervento si è visto che l'utilizzo del Tension Band Wiring, in seguito a fratture olecraniche, è associato allo sviluppo della rigidità ^[35]; in questo studio si vuole dimostrare la superiorità della fissazione interna delle fratture olecraniche rispetto al TBW. Il limite principale è l'utilizzo di un campione di piccole dimensioni, con rischio di selection bias; inoltre, l'indicazione al tipo di trattamento è a discrezione del chirurgo.

Per quanto riguarda la Classificazione AO/OTA delle fratture, si è visto che la tipologia C2-C3 sono maggiormente coinvolte nello sviluppo della rigidità ^[33]. Questo studio presenta la più alta qualità metodologica; il limite principale è che il periodo di follow-up è più breve nel gruppo di pazienti con rigidità, poiché è necessario eseguire il release chirurgico nei pazienti con restrizioni funzionali severe.

L'ossificazione eterotopica rappresenta un fattore di rischio, dato che la sua presenza inficia il ROM del gomito ^[36]. Inoltre, questo studio mostra inoltre che la tipologia 13-C della Classificazione AO/OTA, le fratture multiple non contigue e la dislocazione omero-ulnare sono associate allo sviluppo di rigidità. Tuttavia, non è stato possibile determinare con certezza l'eziologia della elbow stiffness; inoltre, la coorte di pazienti è eterogenea e mancano i dati riguardo la durata e la compliance del paziente sulla fisioterapia post-operatoria. Un altro bias legato all'outcome riguarda la finestra temporale variabile di raccolta dei dati sul ROM del gomito nel periodo post-operatorio di 6 settimane.

L'obesità è stata presa in considerazione da due studi in relazione a due tipi di interventi al gomito: in seguito ad artroscopia ^[38] ed artroplastica ^[39]. Nel primo caso si è visto che l'obesità influisce sull'outcome finale, poiché la percentuale di pazienti con rigidità post-operatoria entro i sei mesi è significativamente maggiore nella coorte di pazienti obesi. Non c'è invece una relazione significativa tra obesità e rigidità di gomito in seguito ad artroplastica, anche se, tuttavia, tende ad aumentare nella coorte di pazienti con obesità patologica. Non è stato possibile, tuttavia, controllare la varietà

dei fattori chirurgici e relativi ai pazienti e valutare i risultati con misure di outcome clinicamente valide. I due studi si sono dimostrati di bassa qualità metodologica, poiché c'è un alto rischio di bias di selezione legato all'utilizzo dei database e al mancato reperimento dei dati, senza il quale non è stato possibile eseguire l'analisi multivariata e quindi l'effetto indipendente del BMI sulle complicanze post-operatorie.

Il diabete e le relative complicanze risultano coinvolte nello sviluppo della rigidità in seguito ad intervento post-frattura dell'olecrano. ^[35] L'utilizzo di oppioidi ed anticoagulanti viene considerato un fattore prognostico sfavorevole ^[31]. Un solo studio ha attenzionato quest'ultimo fattore: infatti, presenta la più bassa qualità metodologica, poiché i dati sono stati ricavati da un database con alto rischio di selection bias e non è stato possibile definire il ROM o utilizzare scale di valutazione (PROM).

I limiti principali degli studi inclusi in questa revisione sono: l'eterogeneità del campione, l'assenza di comparabilità tra i casi e i controlli, l'esecuzione dei follow-up in tempi diversi tra gli studi. Inoltre, la carenza di studi sull'argomento fa sì che gli articoli siano singolari in relazione ad uno specifico fattore di rischio per cui non è possibile porre un confronto tra di essi.

5. CONCLUSIONI

Tra tutti i fattori di rischio presi in considerazione, quelli che si sono rivelati statisticamente significativi possono essere distinti in modificabili e non modificabili. I fattori di rischio modificabili sono: il tempo di immobilizzazione nel trattamento conservativo, il tempo trascorso dal trauma all'intervento superiore ad una settimana e l'immobilizzazione post-intervento superiore a due settimane. I fattori di rischio non modificabili sono: il diabete, le fratture comminute e multiple, l'uso del tension band wiring, i traumi ad alta energia, la dislocazione omero-ulnare, la tipologia di frattura C2, C3, 13-C della classificazione AO/OTA e l'ossificazione eterotopica. Altri fattori di rischio sono l'obesità, l'abuso di alcol e l'uso di anticoagulanti ed oppioidi. Tuttavia, occorre specificare che gli studi selezionati presentano una bassa o discreta qualità metodologica legata, in particolare, alla natura retrospettiva degli stessi, per cui non è possibile stabilire con certezza che i risultati ottenuti siano affidabili.

Sarà necessario approfondire l'argomento con ulteriori studi prospettici e stilare revisioni più precise e metodologicamente validi, per individuare un netto rapporto causa-effetto tra specifici fattori di rischio e l'insorgenza della elbow stiffness.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Chinchalkar SJ, Szekeres M. Rehabilitation of elbow trauma. *Hand Clin.* 2004 Nov;20(4):363-74. doi: 10.1016/j.hcl.2004.06.004. PMID: 15539093.
- [2] Issack PS, Egol KA. Posttraumatic contracture of the elbow: current management issues. *Bull Hosp Jt Dis.* 2006;63(3-4):129-36. PMID: 16878834.
- [3] Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981 Jul;63(6):872-7. PMID: 7240327.
- [4] Søjbjerg JO. The stiff elbow. *Acta Orthop Scand.* 1996 Dec;67(6):626-31. doi: 10.3109/17453679608997771. PMID: 9065082.
- [5] Barco Laasko R, Antuna. Elbow stiffness. *Rev esp cir ortop traumatol.* 2010; 54(2):126-135. 10
- [6] Dávila SA, Johnston-Jones K. Managing the stiff elbow: operative, nonoperative, and postoperative techniques. *J Hand Ther.* 2006 Apr-Jun;19(2):268-81. doi: 10.1197/j.jht.2006.02.017. PMID: 16713873.
- [7] Everding NG, Maschke SD, Hoyer HA, Evans PJ. Prevention and treatment of elbow stiffness: a 5-year update. *J Hand Surg Am.* 2013 Dec;38(12):2496-507; quiz 2507. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.06.007. Epub 2013 Nov 5. PMID: 24210721.
- [8] Lindenhovius AL, Jupiter JB. The posttraumatic stiff elbow: a review of the literature. *J Hand Surg Am.* 2007 Dec;32(10):1605e1623. [https://doi.org/ 10.1016/j.jhsa.2007.09.015](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.09.015)
- [9] Rose SH, Melton LJ 3rd, Morrey BF, Ilstrup DM, Riggs BL. Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1982 Aug;(168):24-30. PMID: 7105548.
- [10] Hong CC, Nashi N, Hey HW, Chee YH, Murphy D. Clinically relevant heterotopic ossification after elbow fracture surgery: a risk factors study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015 Apr;101(2):209-13. doi: 10.1016/j.otsr.2014.10.021. Epub 2015 Feb 18. PMID: 25701160.
- [11] Bauer AS, Lawson BK, Bliss RL, Dyer GS. Risk factors for posttraumatic heterotopic ossification of the elbow: case-control study. *J Hand Surg Am.* 2012 Jul;37(7):1422-9.e1-6. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.03.013. Epub 2012 May 1. PMID: 22551954.
- [12] Cohen MS, Schimmel DR, Masuda K, Hastings H 2nd, Muehleman C. Structural and biochemical evaluation of the elbow capsule after trauma. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 Jul-Aug;16(4):484-90. doi: 10.1016/j.jse.2006.06.018. Epub 2007 Mar 21. PMID: 17368926; PMCID: PMC2080784.
- [13] Hildebrand KA, Zhang M, van Snellenberg W, King GJ, Hart DA. Myofibroblast numbers are elevated in human elbow capsules after trauma. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Feb;(419):189-97. doi: 10.1097/00003086-200402000-00031. PMID: 15021153; PMCID: PMC2950171.
- [14] Doornberg JN, Bosse T, Cohen MS, Jupiter JB, Ring D, Kloen P. Temporary presence of myofibroblasts in human elbow capsule after trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Mar 5;96(5):e36. doi: 10.2106/JBJS.M.00388. PMID: 24599208.
- [15] Abrams GD, Bellino MJ, Cheung EV. Risk factors for development of heterotopic ossification of the elbow after fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012 Nov;21(11):1550-4. doi: 10.1016/j.jse.2012.05.040. Epub 2012 Sep 2. PMID: 22947234.

- [16] Wiggers JK, Helmerhorst GT, Brouwer KM, Niekel MC, Nunez F, Ring D. Injury complexity factors predict heterotopic ossification restricting motion after elbow trauma. *Clin Orthop Relat Res*. 2014 Jul;472(7):2162-7. doi: 10.1007/s11999-013-3304-0. PMID: 24078170; PMCID: PMC4048434.
- [17] McKee M, Jupiter J, Toh CL, Wilson L, Colton C, Karras KK. Reconstruction after malunion and nonunion of intra-articular fractures of the distal humerus. Methods and results in 13 adults. *J Bone Joint Surg Br*. 1994 Jul;76(4):614-21. PMID: 8027152.
- [18] Gallay SH, McKee MD. Operative treatment of nonunions about the elbow. *Clin Orthop Relat Res*. 2000 Jan;(370):87-101. doi: 10.1097/00003086-200001000-00009. PMID: 10660704.
- [19] Jupiter JB. The management of nonunion and malunion of the distal humerus--a 30-year experience. *J Orthop Trauma*. 2008 Nov-Dec;22(10):742-50. doi: 10.1097/BOT.0b013e318188d634. PMID: 18978552.
- [20] Papagelopoulos PJ, Morrey BF. Treatment of nonunion of olecranon fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1994 Jul;76(4):627-35. PMID: 8027154.
- [21] Cobb TK, Beckenbaugh RD. Nonunion of the radial neck following fracture of the radial head and neck: case reports and a review of the literature. *Orthopedics*. 1998 Mar;21(3):364-8. doi: 10.3928/0147-7447-19980301-23. PMID: 9547823.
- [22] Horne G, Sim P. Nonunion of the radial head. *J Trauma*. 1985 May;25(5):452-3. doi: 10.1097/00005373-198505000-00017. PMID: 3999170.
- [23] Lindenhovius AL, Buijze GA, Kloen P, Ring DC. Correspondence between perceived disability and objective physical impairment after elbow trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Oct;90(10):2090-7. doi: 10.2106/JBJS.G.00793. PMID: 18829905.
- [24] Morrey BF. Post-traumatic contracture of the elbow. Operative treatment, including distraction arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1990 Apr;72(4):601-18. PMID: 2324148.
- [25] Furman BD, Olson SA, Guilak F. The development of posttraumatic arthritis after articular fracture. *J Orthop Trauma*. 2006 Nov-Dec;20(10):719-25. doi: 10.1097/01.bot.0000211160.05864.14. PMID: 17106385.
- [26] Guitton TG, Zurakowski D, van Dijk NC, Ring D. Incidence and risk factors for the development of radiographic arthrosis after traumatic elbow injuries. *J Hand Surg Am*. 2010 Dec;35(12):1976-80. doi: 10.1016/j.jhsa.2010.08.010. Epub 2010 Oct 20. PMID: 20961703.
- [27] Kay NR. Arthrolysis of the post-traumatic stiff elbow. In: Stanley D, Kay NR, editors. *Surgery of the elbow*. London: Arnold; 1998. p. 228–34
- [28] Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow. *Clin Orthop Relat Res*. 2005 Feb;(431):26-35. PMID: 15685052.
- [29] Altissimi, Catalano. *La patologia non traumatica del gomito*. 1998th ed. Mattioli
- [30] Pinto, G. D. M. R., Assunção, J. H., Santos, M. C. L. G. D., Godoy-Santos, A. L., Gracitelli, M. E. C., Malavolta, E. A., ... Neto, A. A. F. (2022). THE POLYMORPHISM OF METALLOPROTEINASES 1 AND 13 AND POSTTRAUMATIC ELBOW STIFFNESS. *Acta Ortopedica Brasileira*, 30(1), 1–4. <https://doi.org/10.1590/1413-785220223001e253503>
- [31] Wessel, L. E., Gu, A., Richardson, S. S., Fufa, D. T., & Osei, D. A. (2019). Elbow contracture following operative fixation of fractures about the elbow. *JSES Open Access*, 3(4), 261–265. <https://doi.org/10.1016/j.jses.2019.09.004>

- [32] He, X., Fen, Q., Yang, J., Lei, Y., Heng, L., & Zhang, K. (2021). Risk Factors of Elbow Stiffness After Open Reduction and Internal Fixation of the Terrible Triad of the Elbow Joint. *Orthopaedic Surgery*, 13(2), 530–536. <https://doi.org/10.1111/os.12879>
- [33] Tunalı, O., Erşen, A., Pehlivanoğlu, T., Bayram, S., Atalar, A. C., & Demirhan, M. (2018). Evaluation of risk factors for stiffness after distal humerus plating. *International Orthopaedics*, 42(4), 921–926. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3792-3>
- [34] Qian, Y., Yu, S., Shi, Y., Huang, H., & Fan, C. (2020). Risk Factors for the Occurrence and Progression of Posttraumatic Elbow Stiffness: A Case-Control Study of 688 Cases. *Frontiers in Medicine*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.604056>
- [35] Fujihara, Y., Ota, H., & Watanabe, K. (2021). Factors Affecting the Range of Motion of the Elbow after Open Reduction of Olecranon Fractures. *The Journal of Hand Surgery Asian-Pacific Volume*, 26(1), 60–64. <https://doi.org/10.1142/S2424835521500090>
- [36] Carlock, K. D., Bianco, I. R., Kugelman, D. N., Konda, S. R., & Egol, K. A. (2021). Risk Factors for Elbow Joint Contracture After Surgical Repair of Traumatic Elbow Fracture. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 29(4), e178–e187. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00801>
- [37] Hua, K., Ji, S., Li, T., Chen, C., Zha, Y., Gong, M., ... Jiang, X. (2020). Correlation between modified trochleocapitellar index and post-traumatic elbow stiffness in type C2-3 distal humeral fractures among adults. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 29(9), 1876–1883. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.02.016>
- [38] Werner, B. C., Fashandi, A. H., Chhabra, A. B., & Deal, D. N. (2016). Effect of Obesity on Complication Rate after Elbow Arthroscopy in a Medicare Population. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 32(3), 453–457. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.08.025>
- [39] Griffin, J. W., Werner, B. C., Gwathmey, F. W., & Chhabra, A. B. (2015). Obesity is associated with increased postoperative complications after total elbow arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(10), 1594–1601. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.06.016>

Allegato 1.

PROTOCOLLO PRISMA-2020 TESI

Titolo: Elbow stiffness: quali fattori di rischio?

Razionale: La funzionalità dell'arto superiore è strettamente correlata alla mobilità del gomito per il posizionamento della mano nello spazio e lo svolgimento delle attività sportive, ricreative e lavorative. Per stiff elbow (gomito rigido) si intende una condizione patologica caratterizzata dalla riduzione dell'arco di movimento. Rappresenta una complicanza insidiosa che può insorgere in seguito ad un trauma o ad intervento chirurgico e può essere dovuta a cause intrinseche, estrinseche o all'unione delle due. I fattori di rischio giocano un ruolo fondamentale e si distinguono in individuali e contestuali. Solo determinati soggetti, in presenza di fattori di rischio e fattori prognostici specifici, svilupperanno rigidità. La conoscenza di questi fattori, modificabili e non, può essere utile nella prevenzione degli stessi qualora siano modificabili e nella gestione e trattamento di questi pazienti con l'obiettivo di migliorare la loro condizione clinica.

Obiettivo: L'obiettivo di questa revisione è quello di indagare i fattori di rischio correlati all'insorgenza della elbow stiffness secondaria a traumi o chirurgia di gomito.

Quesito clinico: Le stringhe di ricerca sono state formulate seguendo la metodologia PEO:

Popolazione: soggetti adulti sottoposti ad intervento chirurgico al gomito o che hanno subito un trauma

Esposizione: fattori di rischio per lo sviluppo della stiffness post-traumatica e post-operatoria

Outcome: sviluppo stiffness post-traumatica e post-operatoria.

Key words: elbow stiffness, elbow contracture, etiology, risk factors.

Criteri di eleggibilità:

Criteri di inclusione:

Disegni di studio: studi prospettici e retrospettivi, studi di coorte, studi caso controllo.

Popolazione: generale, maggiorenne (>18 anni) di entrambi i sessi che sviluppa da elbow stiffness post- chirurgica o post-traumatica.

Criteri di esclusione:

Disegni di studio: studi cross-sectional, case series, case report

Popolazione: bambini, adolescenti (<18 anni), popolazione affetta da problematiche reumatologiche, neurologiche acquisite o congenite ed oncologiche, stiffness "postburn".

Ricerche fatte su animali.

Fonti di ricerca:

La ricerca della letteratura verrà svolta nelle banche dati elettroniche Medline tramite interfaccia Pubmed e The Cochrane Library nel periodo di tempo che va da 11/08/2022 a 20/03/2023. Verranno presi in considerazione gli studi in lingua inglese, di cui si dispone il full-text senza alcun limite

temporale. Verranno utilizzate come strategie di ricerca aggiuntive le references degli studi risultati idonei.

Strategia di ricerca:

Stringa di ricerca Pubmed: (((etiology) OR (risk factor) OR ("risk factors"[MeSH Terms])) AND (elbow stiffness OR elbow contracture))

Stringa di ricerca The Cochrane Library:

- #1 elbow stiffness
- #2 elbow contracture
- #3 elbow stiff
- #4 #1 OR #2 OR #3
- #5 MeSH descriptor: [Risk Factors]
- #6 risk factors
- #7 etiology
- #8 #5 OR #6 OR #7
- #9 #4 AND #8

Processo di selezione:

Lo screening degli studi inclusi verrà effettuato da un unico revisore rispettando i seguenti step chiave: rimozione dei records duplicati tramite software Mendeley, selezione degli studi per titolo, selezione per lettura di abstract e tipologia di studio, selezione per lettura del full text in cui verranno riportati gli inclusi in una flow-chart.

Processo di estrazione dei dati:

L'estrazione dei dati e la registrazione di questi in tabelle sinottiche verrà svolta in modo manuale. Gli item raccolti riguardano:

- autore e titolo
- caratteristiche dei partecipanti
- criteri di inclusione ed esclusione
- fattori di rischio analizzati
- misure di outcome e follow up
- risultati

Valutazione della validità interna: Il rischio di bias sarà valutato con la NOS Newcastle Ottawa Scale, per la valutazione qualitativa degli studi.

Misure di sintesi: I valori considerati saranno Odds ratio, Relative risk, Prevalence ratio, p-value, IC 95%.

Allegato 2.

NEW CASTLE OTTAWA SCALE

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