



Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA
PRESIDENTE: *Ch.ma Prof.ssa Veronica Macchi*

TESI DI LAUREA

TRAUMATOLOGIA DELL'ESTREMITA' DISTALE DELL'ARTO SUPERIORE NEGLI
SPORT DA COMBATTIMENTO: REVISIONE NARRATIVA SULLE MODALITA' DI
PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI ALLA MANO

(Traumatology of the distal extremity of the upper limb in combat sports: narrative review on hand injuries prevention methods)

RELATORE: Prof. Rossato Enrico

LAUREANDO: Deganello Andrea

Anno Accademico 2023/2024

Sommario

Riassunto	1
Abstract	2
Introduzione	3
CAPITOLO 1	5
Traumatologia dell'estremità distale dell'arto superiore negli sport da combattimento	5
1.1-Traumatologia di polso e mano nel <i>Taekwondo</i>	7
1.1.1-Origini ed evoluzione	7
1.1.2-Tipologie di lesioni comuni alle mani	8
1.2-Traumatologia di polso e mano nel <i>Karate</i>	9
1.2.1-Storia ed epidemiologia del <i>Karate</i>	9
1.2.2-Tipi di infortuni comuni	10
1.3-Traumatologia di polso e mano nella <i>Boxe</i>	10
1.3.1-Storia ed epidemiologia del pugilato	10
1.3.2-Tipologie di lesioni comuni	11
1.3.3-L'infortunio al meccanismo estensore nella mano dei pugili: " <i>Boxer's knuckle</i> "	11
1.3.4-Il " <i>Carpal boss</i> " o instabilità carpometacarpale	14
CAPITOLO 2	16
Anatomia delle strutture coinvolte	16
2.1-Anatomia della mano: ossa metacarpali e articolazioni carpo-metacarpali (CMC).....	16
e intermetacarpali	16
2.2-Articolazioni metacarpo-falangee (MCF)	18
2.3-Meccanismo di estensione delle dita	20
2.4-Anatomia del meccanismo estensore delle dita	21

CAPITOLO 3	24
Materiali e metodi	24
3.1-Domanda di ricerca	24
3.2-Fonti di ricerca	24
3.3-Parole chiave	25
3.4-Criteri di inclusione ed esclusione.....	25
3.5-Estrazione dati.....	25
CAPITOLO 4	27
Risultati	27
4.1-Risultati della ricerca	27
CAPITOLO 5	35
Discussione	35
5.1-Obiettivo e svolgimento della ricerca.....	35
5.2-Considerazioni sui risultati ottenuti e strategie preventive	35
5.3- Regolamenti e tecniche di bendaggi.....	38
CAPITOLO 6	41
Conclusioni	41
Bibliografia	42
Sitografia	46
ALLEGATO 1-Diagramma di flusso delle modalità di ricerca	I
ALLEGATO 2- Tabella di estrazione dei dati	II

RIASSUNTO

Obiettivo: questa revisione narrativa della letteratura ha lo scopo di indagare le tecniche di prevenzione più efficaci volte a ridurre l'incidenza degli infortuni a mano e polso negli sport di combattimento tipo *striking*, come *boxe*, *taekwondo* e *karate*.

Definizione del problema: durante la pratica di questi sport le estremità distali degli arti superiori sono sottoposte a carichi intensi e ripetuti che spesso conducono a lesioni acute e addirittura croniche che compromettono la salute e l'attività dell'atleta.

Materiali e metodi: la ricerca è stata condotta su database scientifici quali *PubMed*, *Cochrane Library*, *Google Scholar* e *Scopus*. La selezione degli studi ha considerato articoli pubblicati in lingua italiana e inglese, includendo sia studi epidemiologici sugli infortuni di mano e polso e sia studi sulla prevenzione di essi.

Risultati: la ricerca ha inizialmente individuato 118 pubblicazioni scientifiche; dopo un'attenta analisi della letteratura sono stati individuati 7 articoli, di cui 4 si attengono alla domanda di ricerca mentre i restanti 3 riportano considerazioni a carattere generale sulla prevenzione degli infortuni nello sport inerenti all'ambito di ricerca. Gli studi riportano le seguenti strategie di prevenzione: uso di bendaggi e guantoni adeguati, un adeguato condizionamento muscolare, apprendimento ed esecuzione di un corretto gesto atletico.

Discussione: dall'analisi della letteratura a disposizione è emerso un maggior interesse verso il pugilato e le lesioni a mano e polso ad esso correlate (*“traumatic carpal boss”*, *“boxer's knuckle”*). Sebbene la letteratura consideri i bendaggi protettivi e il rinforzo muscolare specifico le principali strategie di prevenzione da adottare, mancano regolamenti adeguati e linee guida univoche alle quali attenersi.

Conclusioni: la revisione ha rilevato diverse strategie di prevenzione contro gli infortuni di mano e polso negli sport da combattimento, tuttavia senza individuare una tecnica più efficace; inoltre mancano dei modelli di riferimento rispetto alle modalità d'esecuzione dei bendaggi protettivi e alla programmazione degli allenamenti di forza degli atleti. Da questo studio emerge quindi la necessità di ricerche future che si occupino di stabilire protocolli ed indicazioni precise per preservare al meglio la salute degli atleti.

Parole chiave: *hand injuries, wrist injuries, combat sports, martial arts, prevention, boxing, injury prevention, protective equipment, taekwondo, strengthening exercises, wrapping techniques, taping.*

Abstract

Objective: this review of the literature aims to investigate the most effective prevention techniques aimed at reducing the incidence of hand and wrist injuries in striking combat sports, such as boxing, taekwondo and karate.

Problem definition: during the practice of these sports, the distal extremities of the upper limbs are subjected to intense and repeated loads that often lead to acute and even chronic injuries that compromise the athlete's health and activity.

Materials and methods: the research was conducted on scientific databases such as PubMed, Cochrane Library, Google Scholar and Scopus. The selection of studies considered articles published in Italian and English, including both epidemiological studies on hand and wrist injuries and studies on prevention of them.

Results: the research initially identified 118 scientific publications; after a careful literature review, 7 articles were identified, of which 4 are related to the research question, while the remaining 3 are general considerations on the prevention of sports injuries in the field of research. The studies report the following prevention strategies: use of appropriate bandages and gloves, adequate muscle conditioning, learning and performing a correct athletic gesture.

Discussion: the analysis of available literature showed a greater interest in boxing and related hand and wrist injuries ("traumatic carpal boss", "boxer's knuckle"). Although the literature considers protective bandages and specific muscle strengthening as the main prevention strategies to be adopted, there is a lack of adequate regulations and unambiguous guidelines to follow.

Conclusions: the review identified several prevention strategies for hand and wrist injuries in combat sports, but did not identify a more effective technique; furthermore, there is a lack of reference models for the execution of protective bandages and the planning of strength training for athletes. This study therefore shows the need for future research to establish precise protocols and indications to preserve the best possible health of athletes.

Key words: hand injuries, wrist injuries, combat sports, martial arts, prevention, boxing, injury prevention, protective equipment, taekwondo, strengthening exercises, wrapping techniques, taping.

Introduzione

Gli sport da combattimento rappresentano un complesso equilibrio tra preparazione fisica, abilità tecnica e resistenza mentale. In particolare, le strutture anatomiche della mano e del polso sono frequentemente soggette a traumi e infortuni, poiché direttamente coinvolte nei colpi. La gestione di queste sollecitazioni rappresenta una delle principali sfide nella pratica di sport come il pugilato, le *mixed martial arts* (MMA), il *taekwondo*, il *karate*, il *judo* e altre discipline di combattimento. Questi sport espongono le mani e i polsi a impatti ripetuti, torsioni e compressioni che, se non gestiti adeguatamente, possono evolvere in infortuni gravi e influenzare negativamente la carriera dell'atleta, comportando anche conseguenze a lungo termine sulla funzionalità della mano [5].

L'originale idea di approfondire questo argomento nasce da un'esperienza di tipo personale: la pratica del *taekwondo*, un'arte marziale coreana che prevede l'impiego di calci, ma che include anche colpi con le mani, senza l'ausilio di bendaggi protettivi per mani e polsi. Questo divieto ha ispirato la domanda a questo studio: come preservare al meglio le articolazioni e i tessuti coinvolti nei colpi durante la pratica di questi sport?

Lo studio tratta una revisione narrativa della letteratura, finalizzata ad indagare le strategie preventive più efficaci per ridurre l'incidenza degli infortuni al polso e alla mano negli sport da combattimento.

Nelle discipline di combattimento la prevenzione degli infortuni a queste strutture si basa tradizionalmente sull'utilizzo di guantoni e bendaggi protettivi, associati a tecniche di allenamento che mirano a rinforzare la muscolatura e stabilizzare le articolazioni. Tuttavia, nonostante l'impiego di tali accorgimenti, gli infortuni alla mano e al polso restano una costante, pertanto risulta cruciale sviluppare e implementare strategie di prevenzione più efficaci, basate non solo sulla protezione fisica, ma anche su un'approfondita comprensione dell'anatomia delle strutture coinvolte, i meccanismi di infortunio e le strategie di allenamento.

Il profilo professionale sottolinea l'importante ruolo del fisioterapista negli interventi di prevenzione, ossia l'insieme delle azioni che mirano a ridurre in questo caso il numero degli infortuni durante l'attività sportiva [A.I.F.I-Associazione Italiana di Fisioterapia].

La tesi si sviluppa quindi in due principali sezioni. Nella prima parte, l'attenzione sarà posta sugli infortuni specifici dei vari sport da combattimento, attraverso un approfondimento dettagliato delle lesioni più comuni alla mano e al polso, esaminando la letteratura esistente per comprendere le cause e le dinamiche di tali infortuni. Nella seconda parte verrà svolta un'analisi della letteratura per identificare le strategie preventive più efficaci al fine di ridurre l'incidenza degli infortuni e migliorare le performance degli atleti.

CAPITOLO 1

Traumatologia dell'estremità distale dell'arto superiore negli sport da combattimento

Le lesioni di mano e polso nelle arti marziali sono strettamente correlate alla disciplina praticata. Gli sport da combattimento si possono suddividere in tre categorie principali: sport di *striking* (coinvolgono colpi di gambe-braccia-gomito-ginocchia), sport di *grappling* (combattimenti corpo a corpo che comprendono tecniche di sottomissione, leve articolari, proiezioni a terra...) e ibridi.

Gli sport di *striking* comprendono principalmente *boxe, kickboxing, muay thai, karate e taekwondo*, mentre quelli di *grappling* includono il *jiu-jitsu brasiliano, il wrestling e il judo*. Le arti marziali miste rappresentano invece una combinazione di *striking, grappling* e lotta libera. Negli sport di *striking*, il meccanismo di infortunio più comune a mano e polso è dovuto al carico assiale, che spesso causa fratture, lussazioni e traumi di varia natura. Al contrario, negli sport di *grappling* prevalgono distorsioni e cambiamenti degenerativi alle articolazioni [5].

In uno studio del 1998, Werner e Plancher [1] hanno cercato di correlare sport ed infortuni specifici. Hanno creato diverse categorie di sport, sulla base di possibili gesti atletici e caratteristiche comuni, includendo gli sport da combattimento nella categoria "Sport di contatto". Fra gli infortuni tipici sono emersi:

- 1) lussazione dell'articolazione radioulnare distale (ARUD): sport come *basket, boxe, arti marziali, rugby, calcio, pallamano, pallavolo* e lotta sono esempi di attività ad alto impatto che comportano un rischio elevato di lesioni alla ARUD. La lussazione radio-ulnare distale avviene a causa di movimenti di pronazione del polso esagerati o ripetuti, con particolare riferimento a una pronazione forzata o iperpronazione, che portano allo spostamento dorsale della testa ulnare.
- 2) Malattia di "Kienböck" ("*Kienböck's disease*): in questa condizione, il radio esercita alte forze di compressione e di taglio sull'osso semilunare. I colpi ripetuti o un singolo trauma alla mano possono provocare la frattura del semilunare, e la conseguente interruzione dell'apporto sanguigno con conseguente necrosi avascolare.

3) Frattura dello scafoide: è la tipologia più comune di frattura carpale (rappresenta circa il 70% di tutte le fratture di queste ossa). Solitamente, tali fratture si verificano in seguito a una caduta con la mano distesa e il polso in iperestensione e deviato ulnarmente.

4) Lesioni Vascolari: le lesioni ai vasi sanguigni possono derivare da impatti ripetuti sulla superficie palmare del polso e della mano, considerato la loro esposizione superficiale. La sindrome del “martello ipotenar” (“*Hypotenar hammer syndrome*”) è una condizione neuro-vascolare causata da traumi ripetuti che colpiscono l’arteria ulnare, nel punto in cui attraversa il polso e l’arcata palmare superficiale. Questo tipo di sindrome è stato riscontrato in atleti di sport come arti marziali e pallavolo e può portare spasmi, trombosi o aneurisma dell’arteria ulnare, oltre che compressione del ramo sensoriale del nervo ulnare [1].

In un altro studio del 2016, Cockenpot e colleghi [2] si sono occupati di rivedere le lesioni più comuni alla mano e al polso in ambito sportivo.

Oltre alla “*Hypotenar hammer syndrome*” e alla “*Kienböck’s disease*”, come riportato anche da Werner e Plancher [1], hanno riportato altri infortuni legati alla pratica di sport da combattimento.

5) Fratture dello stiloide ulnare: possono verificarsi da sole, ad esempio a seguito di un colpo diretto in uno sport di contatto, oppure insieme ad altre fratture del polso, come in caso di caduta. I sintomi principali includono una ridotta capacità di movimento, una presa debole e dolore sul lato ulnare del polso, che peggiora con la deviazione ulnare o i movimenti di torsione del polso.

6) Lesioni legamentose: possono contribuire a un’instabilità progressiva del polso e peggiorare nel tempo. Una delle forme più comuni di instabilità carpale è la dissociazione scafolunare, che si verifica quando il legamento scafolunare (LSL) è danneggiato. Questo tipo di infortunio è frequente negli sport caratterizzati da contatti violenti o cadute su un polso iperesteso. Oltre ai traumi acuti, anche microtraumi ripetuti possono provocare danni al LSL.

7) “*Carpal boss*”: è una prominenza ossea che si presenta nella parte dorsale del polso, localizzata tra le basi del secondo e terzo metacarpo. Questa condizione è

particolarmente comune tra i pugili, a causa delle forze ad alto impatto che si trasmettono dalle articolazioni metacarpo-falangee (MCF) alle articolazioni carpo-metacarpali (CMC).

8) “*Boxer’s knuckle*” (nocca del pugile): un'altra lesione significativa riguarda il cappuccio estensore dell'articolazione MCF, in cui il tendine estensore comune delle dita è stabilizzato dalle bande sagittali. La nocca del pugile è una condizione che coinvolge la rottura della banda sagittale, che provoca instabilità e di solito dislocazione del tendine estensore. È comune tra i pugili, dato che il trauma si verifica spesso durante l'impatto del pugno.

Una serie di altri studi si sono occupati di analizzare l'epidemiologia degli infortuni alla mano e al polso negli sport da combattimento.

Un'indagine del 2012 condotta sui praticanti di arti marziali [32] ha rivelato che il 53% delle lesioni agli arti superiori riguarda mani e polsi, seguiti dalle spalle (27%) e dai gomiti (19%) [5]. Diesselhorst e colleghi [32] hanno inoltre rilevato che i tipi più comuni di infortuni alla mano durante le competizioni e gli allenamenti sono distorsioni (47%) e contusioni/abrasioni (26%). La maggior parte delle lesioni si è verificata durante le manovre difensive (56%), principalmente a seguito di colpi, piuttosto che in seguito a tecniche di sottomissione (33%) [5].

Le arti marziali miste (MMA) rappresentano una forma moderna di sport da combattimento che combina diverse discipline, tra cui tecniche di colpo e *grappling*. Secondo uno studio di Bledsoe e colleghi condotto nel 2006[38], il tasso complessivo di infortuni nelle MMA è di 28,6 per ogni 100 combattimenti, con il 13% di questi infortuni legati alla mano. Tuttavia, le lesioni specifiche nelle MMA non differiscono significativamente da quelle descritte per altre arti marziali e non richiedono un trattamento separato [5].

1.1-Traumatologia di polso e mano nel *Taekwondo*

1.1.1-Origini ed evoluzione

Il *taekwondo* affonda le sue radici nell'antica Corea e Cina, ma la sua forma moderna si è sviluppata in Corea del Nord negli anni '50, da dove si è diffuso globalmente fino a diventare uno sport olimpico nel 2000. Questo stile di combattimento è caratterizzato da una grande enfasi sulla rapidità dei movimenti e sull'utilizzo prevalente degli arti inferiori per eseguire

una varietà di calci, spesso in rotazione o salto, diretti principalmente alla testa o al busto dell'avversario. Secondo Koh e Watkinson [29] circa il 90% dei colpi nel *taekwondo* è eseguito con le gambe, mentre solo il 10% con le braccia.

Studi come quello di Kazemi e collaboratori [31], o come quello di Son e colleghi [41] hanno evidenziato che sebbene gli arti inferiori, in particolare il piede e la caviglia, siano frequentemente soggetti a lesioni (74%), gli arti superiori rappresentano comunque fino al 18% degli infortuni totali.

In uno studio epidemiologico svolto nel 2021 [40], Geßlein e colleghi hanno investigato su un gruppo di 79 atleti provenienti da un singolo centro di allenamento olimpico nazionale di *taekwondo* riguardo ai meccanismi d'infortunio alla mano e al polso durante gli allenamenti e le competizioni (in un periodo che va dal 1 gennaio 2014 al 31 dicembre 2018), classificando le lesioni come derivanti da tecniche di colpo o di blocco. Durante il periodo dello studio sono stati registrati 75 infortuni alla regione della mano e del polso in 48 partecipanti. È emerso che la sede più colpita erano le dita della mano (68%), seguite dall'articolazione del polso (16%). Le fratture (43%) e gli infortuni ai legamenti articolari (35%) erano i tipi di infortunio più comuni, seguiti da lussazioni (15%) e contusioni (8%). Inoltre, il 71% degli infortuni si è verificato durante l'esecuzione di tecniche di blocco, soprattutto nelle dita (85%); gli infortuni all'articolazione del polso si sono invece verificati principalmente durante i colpi (41%).

1.1.2-Tipologie di lesioni comuni alle mani

Le ricerche generalmente descrivono le zone del corpo colpite (polso, mano, dita) o il tipo di lesione (distorsione, frattura), senza entrare nel dettaglio delle dinamiche specifiche. Di seguito vengono riportate alcune delle tecniche di colpo (eseguite con le braccia) più comuni nel *taekwondo* e i relativi rischi di infortunio.

- *Jab*: è un colpo rapido e diretto eseguito con il braccio avanzato e il pugno chiuso. I principali rischi includono lesioni al meccanismo estensore delle dita, in particolare alla banda sagittale radiale del dito medio, fratture del collo o della base del metacarpo e lussazioni dell'articolazione carpometacarpale.
- *Reverse Punch*: pugno eseguito con il braccio arretrato, che sfrutta la rotazione del corpo per generare maggiore forza. I rischi sono simili a quelli del *jab*.

- *Back Fist*: colpo che utilizza il dorso della mano e le articolazioni metacarpofalangee per colpire l'avversario, muovendo il braccio dalla spalla opposta attraverso il petto. Il rischio maggiore è rappresentato dalla frattura del metacarpo.
- *Hammer Fist*: colpo eseguito utilizzando l'eminenza ipotenar e il quinto metacarpo in posizione di pugno chiuso. I rischi includono fratture del quinto metacarpo, fratture carpalie e lesioni al polso sul lato ulnare, in particolare al complesso fibrocartilagineo triangolare, causate da deviazione radiale forzata.
- *Spear Hand Strike*: questa tecnica prevede un colpo con la mano aperta e le dita tese e unite, che colpisce con le punte delle dita indice, medio e anulare. I rischi principali includono lesioni da dito a martello (*mallet finger*) e fratture falangee.
- *Knife Hand Strike*: il colpo viene effettuato con il lato ulnare della mano aperta. I rischi includono fratture del quinto metacarpo e delle falangi.
- *Ridge Hand Strike*: questa tecnica utilizza il lato radiale della mano per colpire, con il pollice piegato per evitare lesioni al legamento collaterale ulnare dell'articolazione metacarpofalangea. I principali rischi includono fratture del metacarpo e delle falangi dell'indice [5].

1.2-Traumatologia di polso e mano nel *Karate*

1.2.1-Storia ed epidemiologia del *Karate*

Il *karate* è una delle più antiche arti marziali giapponesi, sviluppatasi nelle Isole Ryukyu, con il significato letterale di "mani vuote". Sebbene le sue radici siano antiche, la forma moderna del *karate* è emersa nel tardo XIX secolo. Dopo la seconda guerra mondiale, negli anni '40, questa disciplina si diffuse sia negli Stati Uniti che in Europa, guadagnando enorme popolarità, soprattutto grazie ai film di arti marziali degli anni '70. Secondo stime della federazione mondiale di *karate*, oggi la disciplina conta fino a 100 milioni di praticanti nel mondo. Sebbene vi siano stati tentativi di introdurre il *karate* tra le discipline olimpiche, non è ancora riuscito a raggiungere i voti necessari per far parte del programma olimpico. Nonostante vi siano somiglianze tra il *karate* e il *taekwondo*, specialmente nei colpi di mano e piede, Zetaruk e colleghi [30] hanno rilevato che il tasso di infortuni nel *karate* è circa la metà di quello osservato nel *taekwondo*. Sebbene le due discipline abbiano punti in comune, il *karate* tende a dare maggior enfasi ai colpi di mano, in particolare quelli eseguiti con il palmo aperto o con la base dell'eminenza tenar e ipotenar, con il polso esteso [5].

1.2.2-Tipi di infortuni comuni

Le lesioni nel *karate* seguono dinamiche simili a quelle di altre arti marziali, con il tipo di infortunio determinato dalla posizione della mano e dall'oggetto colpito. In particolare, l'uso del colpo con il tallone del palmo può causare lesioni rare ma gravi, come l'aneurisma dell'arteria ulnare ("*Hypotenar hammer syndrome*"), anche a seguito di un singolo trauma [34]. Oltre agli infortuni acuti, sono state riportate anche lesioni croniche nel *karate*. Gardner [35] ha descritto un caso di tendinite ipertrofica del tendine estensore del dito, sviluppatasi a causa dell'abuso ripetuto della mano durante l'allenamento. Chiu [37] ha segnalato il caso di un giovane karateka di 12 anni che ha sviluppato fibrosi segmentale perineurale e interfascicolare del ramo cutaneo dorsale del nervo ulnare a causa di ripetuti colpi contro superfici dure [5].

1.3-Traumatologia di polso e mano nella *Boxe*

1.3.1-Storia ed epidemiologia del pugilato

Il pugilato affonda le sue radici nel passato più remoto. Fu introdotto come disciplina olimpica già nel 688 a.C. e rimase uno sport popolare nell'antica Roma per circa 300 anni, prima di subire un declino. Tuttavia, la sua pratica riprese piede nel XVII secolo, e nel 1904 è tornato ufficialmente alle olimpiadi [33]. Le competizioni olimpiche di pugilato prevedono 4 round, ciascuno della durata di 2 o 3 minuti, con l'obbligo di indossare guanti imbottiti del peso di 10 once (284 g). Ciò che distingue il pugilato dagli altri sport da combattimento è l'uso esclusivo della mano per colpire l'avversario [5].

Negli ultimi anni, il pugilato è diventato un argomento di crescente controversia, principalmente a causa delle lesioni alla testa e delle loro gravi conseguenze, sia acute che croniche, come l'encefalopatia traumatica cronica e la demenza pugilistica. Tuttavia, una parte significativa delle lesioni nel pugilato riguarda gli arti superiori, in particolare le mani e i polsi.

Diversi studi hanno approfondito le lesioni agli arti superiori nel pugilato. In uno studio prospettico del 2017 [7] sulle lesioni a mano e polso in Gran Bretagna dal 2005 al 2012, è emerso che l'instabilità carpometacarpale delle dita e le lesioni alla "nocca del pugile" ("*Boxer's knuckle*") erano tra le più comuni. Allo stesso modo, in un altro studio del 2018 [23] che aveva come oggetto l'epidemiologia delle lesioni agli arti superiori tra i pugili negli Stati Uniti dal 2012 al 2016, è stata rilevata un'incidenza media di 673 lesioni all'arto

superiore per 100.000 persone-anno, con le fratture della mano come le più frequenti (132 per 100.000 persone-anno). Un altro studio prospettico di cinque anni sulle lesioni nel pugilato amatoriale d'élite ha evidenziato che le lesioni alla mano sono le più comuni e causano la maggiore perdita di tempo in termini di allenamenti e competizioni [17].

1.3.2-Tipologie di lesioni comuni

Gli infortuni più comuni nella *boxe* sono la rottura delle articolazioni MCF, nota come "*Boxer's knuckle*", e la destabilizzazione delle articolazioni CMC, conosciuta come "*Carpal boss*" [3] [8].

Possono, inoltre, riscontrarsi fratture ossee, le quali sono spesso il risultato di una tecnica di colpo scorretto e si verificano con maggiore frequenza durante le competizioni rispetto agli allenamenti o alle sessioni di *sparring* [32]. Le tipologie di frattura variano in base alla direzione della forza d'impatto, influenzata dall'angolazione del colpo e dalla superficie colpita. Il termine "frattura del pugile" viene generalmente usato per descrivere le fratture del collo dei metacarpi, in particolare del quarto e quinto metacarpo, lesioni più comuni tra i pugili amatoriali o in situazioni di combattimento non regolamentato (come ad esempio nei combattimenti a mani nude), piuttosto che tra i professionisti.

1.3.3-L'infortunio al meccanismo estensore nella mano dei pugili: "*Boxer's knuckle*"

Le lesioni al meccanismo estensore sono fra i più frequenti infortuni della mano a cui un pugile può andare incontro (15,8%) [7] [20]. Queste possono includere una lacerazione delle componenti del cappuccio estensore, danni alla capsula articolare, sinovite dell'articolazione o qualsiasi combinazioni di queste. La dislocazione dei tendini estensori all'articolazione metacarpo-falangea (MCF) è stata descritta per la prima volta da Kruckenberg nel 1890. Il termine "*Boxer's knuckle*" (nocca del pugile) è stato invece introdotto nel 1957 da Gladden per descrivere questo tipo di lesioni nei pugili [6]. Il termine "*Boxer's knuckle*" comprende una serie di lesioni dei tessuti molli al lato dorsale della mano secondarie ad infortuni singoli o ripetuti all'articolazione MCF.

A seconda della gravità del trauma iniziale e della frequenza degli impatti, può verificarsi una gamma di lesioni al meccanismo estensore. Una delle lesioni più frequenti è la rottura della banda sagittale, che provoca instabilità del tendine estensore durante il decorso sopra l'articolazione MCF (con conseguente sublussazione o dislocazione del tendine in direzione radiale o ulnare, sulla base della banda sagittale lesionata) e può essere accompagnata da

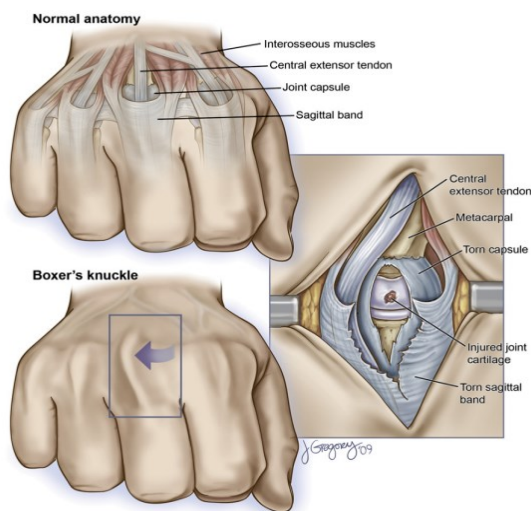
lacerazioni della capsula dell'omonima articolazione, danni alla cartilagine articolare e strappi longitudinali nel tendine in caso di colpi più severi [2] [18].

Le articolazioni MCF sono soggette a flessione acuta durante un pugno, causando una tensione massimale del meccanismo estensore e della capsula articolare sopra la testa metacarpale prominente. La posizione a pugno chiuso, combinata con le imponenti forze generate dai colpi, rende le articolazioni MCF particolarmente vulnerabili. Durante la flessione dell'articolazione, le bande sagittali esercitano forze opposte sul tendine estensore; una lesione alla banda radiale permette alla banda ulnare di dislocare il tendine in direzione ulnare (essendo l'azione della banda ulnare non contrastata dalla danneggiata banda radiale), e viceversa [4] [8] [13]. Gli infortuni alla fascia sagittale sono solitamente localizzati sul lato radiale del dito lungo e possono causare dolore e instabilità del tendine estensore. Rayan e Murray [11] hanno classificato questi infortuni in tre tipi:

- Tipo I: infortunio senza instabilità del tendine estensore comune delle dita;
- Tipo II: infortunio con sublussazione (spostamento laterale doloroso del tendine estensore oltre la linea mediana, pur rimanendo a contatto con il condilo metacarpale durante la piena flessione dell'articolazione MCF) del tendine estensore comune delle dita;
- Tipo III: dislocazione (spostamento del tendine nel solco tra le due teste metacarpali) del tendine estensore comune delle dita.

Le lesioni di tipo II e III sono associate a dislocazioni dolorose e visibili durante la flessione attiva dell'articolazione MCF, con incapacità di estendere attivamente l'articolazione, soprattutto nel tipo III.

L'articolazione MCF del dito medio è il sito più frequentemente coinvolto in queste lesioni (61%), seguito dall'indice (26%) [20], e la dislocazione del tendine estensore comune avviene prevalentemente in direzione ulnare (figura 1); infatti, la normale inclinazione ulnare di 10°-15° dell'indice e del dito medio può predisporre alla rottura della banda sagittale radiale; inoltre, nel pugno, la testa del terzo metacarpo è la struttura più prominente [5] [10] [13] [19].



[Figura 1. Anatomia normale del meccanismo del cappuccio estensore dell'articolazione metacarpo-falangea e patoanatomia della "Boxer's knuckle"] [8].

I meccanismi che portano a questo tipo di infortunio sono:

- impatto diretto sulle nocche: durante l'esecuzione di un pugno diretto, se non eseguito in maniera corretta (colpendo con le nocche e non con l'area delle falangi prossimali), le nocche della mano colpiscono con forza l'avversario o il sacco da *boxe*. I tendini estensori e le bande sagittali, situati superficialmente sul dorso della mano, vengono compressi tra le ossa metacarpali e la superficie d'impatto. Questa compressione può causare una combinazione di microtraumi e, in casi estremi, lacerazioni parziali o complete delle componenti del meccanismo estensore;
- *overuse* accumulativi: l'azione continua e ripetitiva di colpire sacchi da *boxe*, avversari o *pad* (chiamati anche colpitori) genera microtraumi all'intero meccanismo estensore. Ogni impatto, anche se non sufficiente a causare una lesione acuta, contribuisce all'usura progressiva del tendine/delle bande sagittali;
- eccessiva flessione delle dita: nel portare un colpo, se la tecnica d'esecuzione non è corretta, le dita possono flettersi eccessivamente; questo può causare stiramenti o rotture parziali delle componenti del meccanismo estensore. In particolare, quando le dita sono forzate in flessione,

i tendini estensori subiscono un allungamento eccessivo e non naturale; questo meccanismo è spesso associato alla lesione delle bande sagittali [8] [18] [19].

Come nel caso di lesioni delle bande sagittali, anche per le lacerazioni della capsula dorsale dell'articolazione MCF si possono distinguere diversi meccanismi d'infortunio: possiamo anche qui distinguerli in lacerazioni in seguito ad un singolo episodio traumatico, lacerazioni da attrito e da traumi ripetuti (i costanti colpi subiti dalle mani dei pugili causano un indebolimento graduale della capsula articolare fino a quando non si rompe improvvisamente) [16].

1.3.4-II "*Carpal boss*" o instabilità carpometacarpale

Il pugilato comporta l'applicazione di forze elevate durante l'esecuzione dei vari gesti atletici. La stabilità delle articolazioni carpometacarpali (CMC) è fondamentale per ridurre gli eventi traumatici durante l'esecuzione dei colpi a pugno chiuso.

La rigida architettura ossea delle articolazioni CMC dell'indice e del medio, associata alle restrizioni imposte dai tessuti molli statici e dinamici, contribuisce a dirigere, assorbire e stabilizzare la trasmissione del carico dalle dita al polso [8].

Le strutture più coinvolte, durante l'esecuzione di un pugno, sono il II e III raggio metacarpale [36].

Sotto forze continue ed elevate come quelle riscontrate frequentemente nel pugilato quando si colpisce un bersaglio, è probabile che queste strutture vadano incontro ad instabilità articolare, con una conseguente compromissione significativa della funzione della mano.

Si definisce "*Carpal boss*" una prominenza ossea accessoria situata sul lato dorsale del polso e localizzata tra le basi del secondo e del terzo metacarpo, visibile durante la flessione volare del polso. Questa condizione è caratterizzata dalla formazione di osteofiti degenerativi, dalla presenza di un "*os styloideum*", ossia un centro di ossificazione accessorio che emerge durante lo sviluppo fetale e che di solito scompare durante quest'ultimo, o da entrambe le condizioni [14].

Si pensa che la malattia degenerativa focale del "*Carpal boss*" sia causata da una configurazione anomala delle ossa e dalla loro incapacità di sopportare stress ripetitivi e contatti all'interno dell'articolazione [15]. Nei pugili, che sono esposti a stress ripetuti e traumi alle mani e ai polsi, potrebbe esserci un rischio aumentato di sviluppare questa condizione; il "*Carpal boss*" rappresenta il 21,6% delle lesioni a mano e polso [7].

Le ripetitive forze ad alto impatto trasmesse dalle articolazioni MCF alle articolazioni CMC causano una progressiva instabilità delle articolazioni CMC, portando a ipertrofia ossea e a cambiamenti degenerativi articolari (figura 2) [2] [5] [14]. Nonostante il ridotto grado di mobilità nel secondo e terzo metacarpo, l'impatto ripetitivo può generare una forza di flessione verso il basso, accompagnata da una flessione dorsale secondaria all'articolazione CMC; la probabilità di infortunio aumenta in relazione alla stanchezza dell'atleta [3] [7] [8].



[Figura 2. La trasmissione ripetitiva di forze dannose dalle articolazioni metacarpofalangee alle articolazioni carpometacarpali causa la formazione del "Traumatic carpal boss"] [8].

Durante l'impatto del pugno, soprattutto se eseguito con una tecnica non perfetta o con un'eccessiva forza, si possono verificare microtraumi ripetuti che sollecitano le articolazioni CMC.

- Forze di compressione e torsione: l'impatto della mano chiusa a pugno determina la trasmissione di forze di compressione e torsione attraverso le ossa metacarpali fino alle articolazioni CMC. Il gesto atletico imperfetto determina una distribuzione non uniforme della forza, aumentando il rischio di infortunio;
- movimenti ripetitivi: i movimenti ripetitivi e l'uso eccessivo delle articolazioni durante gli allenamenti e le competizioni portano a un'usura progressiva delle strutture articolari e dei tessuti circostanti. Questo può portare a un'infiammazione cronica e alla formazione di esostosi come meccanismo di adattamento;
- impatto diretto: un pugno diretto che colpisce un bersaglio rigido può causare un'improvvisa compressione delle articolazioni CMC, con conseguente eccessiva sollecitazione di queste strutture [8] [14] [15].

Le sedi più comuni di "carpal boss" sono il secondo e il terzo metacarpo (anche se pure gli altri giunti CMC possono essere interessati). Questo è noto dalla loro posizione anatomica e dalle forze biomeccaniche a cui sono sottoposti [3].

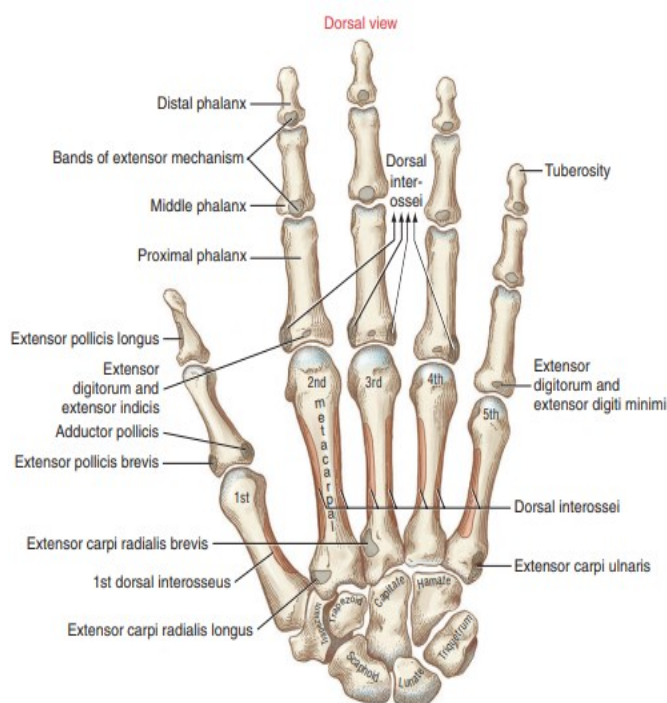
CAPITOLO 2

Anatomia delle strutture coinvolte

2.1-Anatomia della mano: ossa metacarpali e articolazioni carpo-metacarpali (CMC) e intermetacarpali

Le ossa metacarpali sono cinque ossa lunghe situate nella parte centrale della mano; ognuna è suddivisa in una base prossimale, un corpo e una testa distale. Ciascun metacarpo si articola prossimalmente con le ossa carpali (articolazioni CMC) e distalmente con le falangi prossimali delle dita (articolazioni MCF). Le ossa metacarpali sono numerate da uno a cinque, partendo dal pollice (metacarpo I) fino al mignolo (metacarpo V) (figura 3).

L'estremità distale di ogni metacarpo presenta una grande testa convessa. Le teste del secondo al quinto metacarpo sono evidenti come “nocche” sul lato dorsale di un pugno chiuso. Adiacente alla testa si trova il collo del metacarpo, un sito comune di frattura, specialmente nel quinto dito.



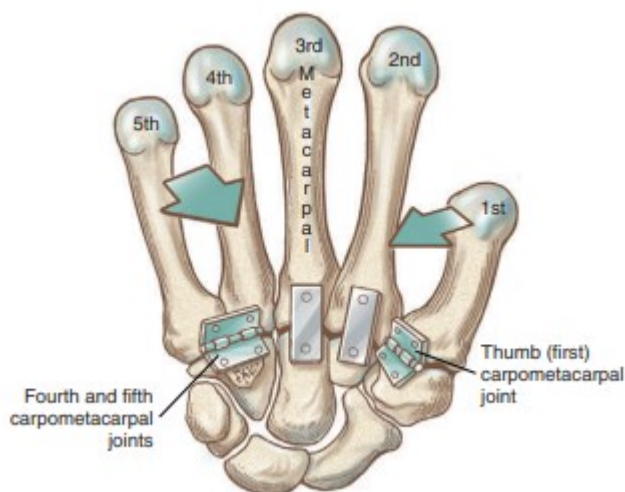
[Figura 3. Vista dorsale delle ossa del polso e della mano destra [44]; pag 247]

Le articolazioni CMC delle dita sono strutturate da una complessa serie di articolazioni costituite da numerose faccette irregolari sulla porzione distale della fila carpale distale, le quali si connettono con le superfici articolari alla base dei metacarpi; queste articolazioni sono posizionate nella regione prossimale della mano e variano in termini di mobilità.

Le articolazioni CMC del secondo e terzo metacarpo sono particolarmente importanti per la stabilità e la funzionalità della mano: queste due articolazioni sono rigidamente unite al carpo distale (non presentano quasi nessun grado di movimento, a differenza delle articolazioni CMC del 4° e 5° metacarpo), formando un pilastro centrale stabile in tutta la mano, costituendone l'unità fissa scheletrica (figura 4).

La seconda articolazione CMC è formata dall'articolazione tra la base ingrandita del secondo metacarpo e la superficie distale del trapezio, e in misura minore il capitato e il trapezio. La terza articolazione CMC è formata principalmente dall'articolazione tra la base del terzo metacarpo e la superficie distale del capitato.

La ridotta mobilità di queste 2 articolazioni permette una trasmissione e distribuzione efficace delle forze durante le varie attività manuali, in modo da prevenire qualsiasi lesione e mantenere la funzionalità di queste strutture.



[Figura 4. Vista palmare della mano destra che mostra una rappresentazione altamente meccanica della mobilità delle cinque articolazioni carpometacarpali. Le articolazioni periferiche - la prima, la quarta e la quinta - sono molto più mobili rispetto alle due articolazioni centrali [44]; pag. 250].

Numerosi legamenti palmari, dorsali e interossei contribuiscono alla stabilità delle articolazioni CMC, con notevole variabilità nella loro posizione e numero. I legamenti dorsali sono generalmente più forti dei corrispondenti palmari. Mentre le articolazioni CMC dell'indice e del medio tipicamente possiedono due legamenti di supporto, le articolazioni CMC dell'anulare e del mignolo, meno stabili, ne hanno solitamente uno. Ulteriore stabilità è

fornita dai legamenti interessei radiali e longitudinali, che attraversano le articolazioni dell'indice, del medio e dell'anulare.

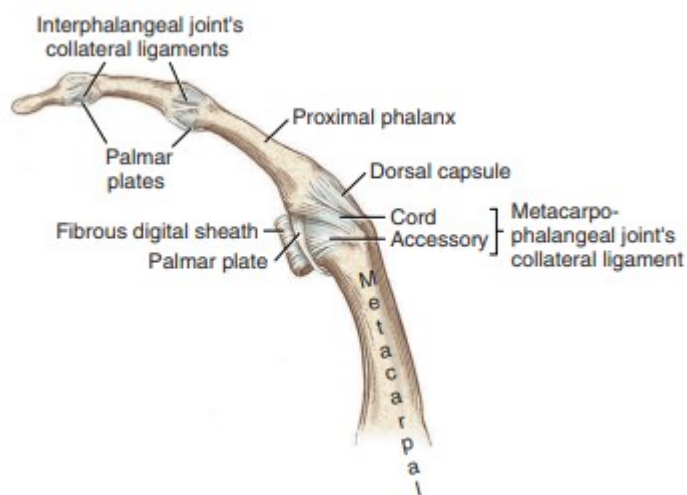
Le articolazioni intermetacarpali, situate alla base dei quattro metacarpi, sono stabilizzate da numerosi legamenti intermetacarpali e interessei, che forniscono supporto anche alle articolazioni CMC, specialmente quelle dell'indice e del medio.

I tendini dei muscoli estensori e flessori svolgono un ruolo importante nella stabilizzazione dinamica delle articolazioni CMC. In particolare, i tendini dell'estensore radiale lungo e breve del carpo si inseriscono rispettivamente sul lato dorsale della base dei metacarpi dell'indice e del medio, rispettivamente. Il tendine dell'estensore ulnare del carpo si attacca al lato ulnare del metacarpo del mignolo, mentre il tendine del flessore ulnare del carpo, tramite l'estensione del legamento pisometacarpale, si inserisce sul versante palmare del metacarpo del mignolo. Il tendine del flessore radiale del carpo, con i suoi forti attacchi alla base dei metacarpi dell'indice e del medio, contribuisce ulteriormente alla stabilità di queste articolazioni [8] [9] [44].

2.2-Articolazioni metacarpo-falangee (MCF)

Le articolazioni MCF collegano le ossa metacarpali alle falangi prossimali.

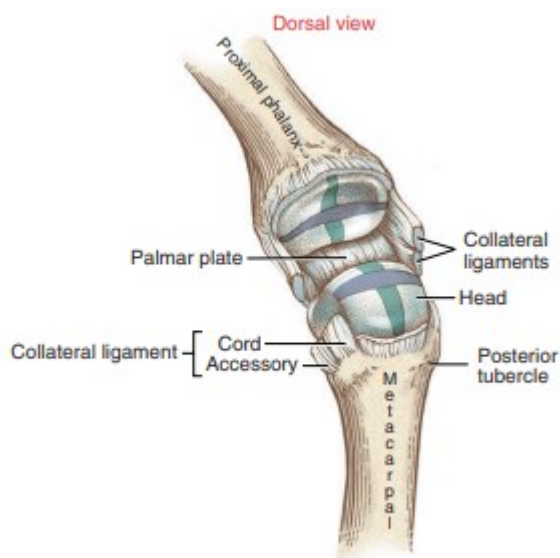
La loro stabilità meccanica è fondamentale per la biomeccanica complessiva della mano, la quale è ottenuta grazie a un elaborato sistema di tessuti connettivi interconnessi. All'interno della capsula di ciascuna articolazione MCF sono presenti una coppia di legamenti collaterali radiali e ulnari e una piastra palmare (figura 5).



[Figura 5. Vista laterale dei legamenti collaterali e dei tessuti connettivi associati delle articolazioni metacarpofalangea, interfalangea prossimale e interfalangea distale del dito [44]; pag. 256].

Ogni legamento collaterale ha il suo attacco prossimale sul tubercolo posteriore della testa del metacarpo. Situate palmarmente a ciascuna articolazione MCF ci sono strutture simili a legamenti chiamate piastre palmari (o volari). Il termine "piastra" descrive una composizione di densa e spessa fibrocartilagine. L'estremità distale di ciascuna piastra si attacca alla base di ciascuna falange prossimale. In questa regione, le piastre sono relativamente spesse e rigide. L'estremità prossimale, più sottile ed elastica, si attacca all'osso metacarpale, appena prossimale alla testa. La funzione principale delle piastre palmari è quella di rafforzare la struttura delle articolazioni MCF e limitare i gradi estremi di estensione.

Il componente concavo di un'articolazione MCF è formato dalla superficie articolare della falange prossimale, dai legamenti collaterali e dalla superficie dorsale della piastra palmare. Questi tessuti formano un recipiente a tre lati adatto ad accogliere la grande testa del metacarpo (figura 6). Questa struttura contribuisce alla stabilità dell'articolazione aumentando anche l'area di contatto articolare. Tra le piastre palmari di ciascuna articolazione MCF sono attaccati tre legamenti metacarpali trasversali profondi. I tre legamenti si fondono in una struttura ampia e piatta che interconnette e lega i metacarpi dal secondo al quinto [12] [44].



[Figura 6. Vista dorsale dell'articolazione metacarpofalangea aperta per esporre la forma delle superfici articolari. Il diametro longitudinale dell'articolazione è mostrato in verde; il diametro trasversale in viola [44]; pag.257].

2.3-Meccanismo di estensione delle dita

L'estensione delle dita è un meccanismo biomeccanico complesso che consente movimenti precisi e coordinati della mano. In questo processo risulta di particolare importanza l'interazione tra tendini, muscoli e articolazioni, che lavorano insieme per trasferire le forze lungo le strutture anatomiche delle dita, permettendo l'estensione fluida e controllata.

Il tendine dell'estensore delle dita è l'elemento chiave di questo meccanismo. Un suo piccolo ramo si inserisce sulla base dorsale della falange prossimale, mentre la porzione principale del tendine si appiattisce formando una banda centrale che funge da "spina dorsale" dell'intero sistema. Questa banda si estende distalmente e si attacca alla base dorsale della falange intermedia. Prima di raggiungere l'articolazione interfalangea-prossimale (IFP), dalla banda centrale si diramano due bande laterali che si proiettano verso i lati del dito. Più distalmente, queste bande laterali si fondono in un tendine terminale che si inserisce sulla base dorsale della falange distale.

La particolarità di questo sistema, con i suoi multipli punti di inserzione, è che consente di distribuire la forza estensoria lungo tutte le falangi del dito. Tuttavia, quando l'estensore delle dita si contrae da solo, genera principalmente l'iperestensione delle articolazioni MCF, mentre le articolazioni IFP e IFD non si estendono completamente. Per ottenere un'estensione completa e armoniosa di tutte le articolazioni del dito, è necessaria la collaborazione dei muscoli intrinseci della mano, come i lombricali e gli interossei. Questi muscoli intrinseci, attraverso il loro controllo fine, permettono all'estensore delle dita di estendere in maniera sincrona le articolazioni interfalangee prossimali e distali.

Il processo di estensione delle dita può essere diviso in due fasi fondamentali:

- estensione dell'articolazione MCF: quando i muscoli estensori si contraggono, generano tensione nei tendini che si estendono lungo il dorso della mano, fino ad attaccarsi alla falange prossimale. Questa tensione porta all'estensione dell'articolazione MCF, facendo passare il dito da una posizione flessa a una estesa. In questa fase, le bande sagittali svolgono un ruolo essenziale, stabilizzando il tendine e assicurando che la forza si distribuisca lungo l'asse corretto del dito;
- estensione delle articolazioni interfalangee: una volta estesa l'articolazione MCF, la tensione si sposta verso il cappuccio estensore, coinvolgendo la banda centrale e le bande laterali. Queste ultime trasmettono la forza verso le falangi medie e distali, permettendo l'estensione

simultanea delle articolazioni interfalangee prossimale (IFP) e distale (IFD). Le bande laterali, infatti, fungono da conduttori della forza, garantendo che l'estensione delle articolazioni interfalangee avvenga in modo fluido e sincronizzato lungo tutto il dito [10] [13] [44].

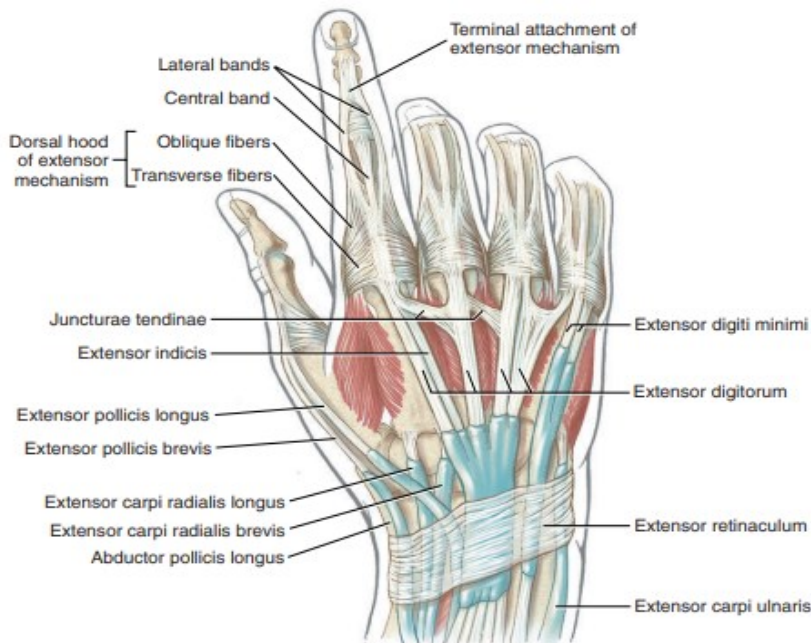
2.4-Anatomia del meccanismo estensore delle dita

Il meccanismo estensore delle dita è formato dalle seguenti strutture anatomiche (figure 7-8):

Componente	Anatomia pertinente	Funzione principale
Banda centrale	Continuazione diretta del tendine dell' estensore comune delle dita ; si attacca al lato dorsale della base della falange media	Funziona come "colonna portante" del meccanismo estensore. Trasmette la forza estensoria dall' estensore comune delle dita attraverso l'articolazione interfalangea prossimale (IFP)
Bande laterali	Formate dalle divisioni della banda centrale; una coppia di bande si fonde come singolo attacco al lato dorsale della falange distale	Trasmettono la forza estensoria dall' estensore comune delle dita , dai lombricali e dagli interossei attraverso le articolazioni IFP e interfalangea distale (IFD)
Cappuccio dorsale (fibre trasversali e oblique)	Fibre trasversali (anche denominate bande sagittali) : collegano il tendine estensore alla piastra palmare dell'articolazione MCF	Stabilizzano il tendine dell' estensore comune delle dita sul lato dorsale dell'articolazione MCF. Formano un "sostegno" attorno all'estremità prossimale della falange prossimale, aiutando l' estensore comune delle

	Fibre oblique: corrono distalmente e dorsalmente per fondersi con le bande laterali	dita a estendere l'articolazione MCF. Trasferiscono la forza dai lombricali e dagli interossei alle bande laterali del meccanismo estensore, aiutando così l'estensione delle articolazioni IFP e IFD.
Legamenti retinacolari obliqui	Sottili fibre oblique che collegano le guaine fibrose digitali alle bande laterali del meccanismo estensore	Aiuta a coordinare il movimento tra le articolazioni IFP e IFD delle dita

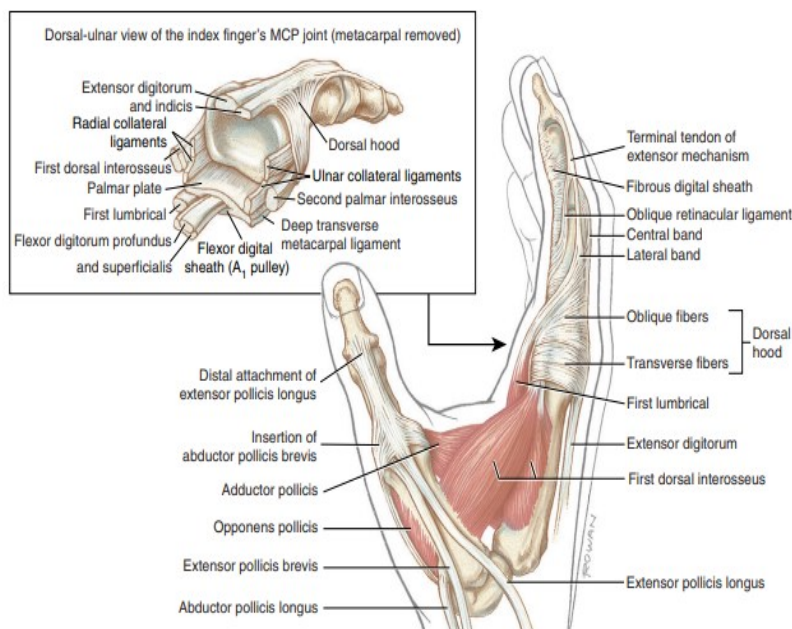
[Tabella 1. Anatomia e funzione principale dei componenti del meccanismo estensore [44]; pag. 270].



[Figura 7. Vista dorsale dei muscoli, tendini e meccanismo estensore della mano destra. Sono inoltre rappresentate le guaine sinoviali (in blu) e il retinacolo estensore. I muscoli interossei dorsali e il muscolo abduktore del dito mignolo sono visibili anche sul lato dorsale della mano [44]; pag. 268].

La stabilità del meccanismo estensore è ulteriormente rafforzata dalle giunzioni tendinee, connessioni fasciali tra i tendini estensori delle dita che collegano gli estensori prossimali alle articolazioni MCF. Sebbene vi siano variazioni nel numero e nella posizione di queste

strutture intertendinee, generalmente si possono identificare tre giunzioni distinte: una giunzione collega tipicamente i tendini estensori dell'indice e del dito medio ed è solitamente di natura fasciale; una seconda giunzione è presente tra i tendini estensori del dito medio e dell'anulare e può essere legamentosa o fasciale; infine una giunzione aggiuntiva collega gli estensori dell'anulare e del mignolo ed è tipicamente tendinea. La presenza di queste giunzioni aumenta la resistenza alla sublussazione del tendine centrale all'articolazione MCF [2] [8] [21] [22] [44].



[Figura 8. Vista laterale dei muscoli, tendini e del meccanismo estensore della mano destra. L'illustrazione nel riquadro evidenzia l'anatomia associata all'articolazione metacarpofalangea [44]; pag. 269].

CAPITOLO 3

Materiali e metodi

Lo studio tratta una revisione narrativa della letteratura sulle strategie e le misure preventive da adottare negli sport da combattimento per ridurre l'incidenza degli infortuni al polso e alla mano.

3.1-Domanda di ricerca

La domanda di ricerca è stata presentata attraverso l'utilizzo del quesito PICO:

- P: individui (maschi e femmine) che praticano sport di combattimento e che hanno subito infortuni al polso e alla mano durante lo svolgimento dell'attività sportiva, sia in allenamento che in competizione; non è stato posto alcun limite di età.
- I: interventi di prevenzione volti a ridurre l'incidenza di tali infortuni;
- C: nessuna misura di prevenzione;
- O: riduzione del tasso di infortunio, riduzione dei giorni di assenza nella pratica sportiva.

3.2-Fonti di ricerca

La ricerca è stata condotta nel periodo che va da maggio a settembre 2024.

Sono stati utilizzati i seguenti database per la ricerca degli articoli:

- *Pubmed*;
- *Google Scholar*;
- *Cochrane Library*;
- *Scopus*.

Per accedere ai database è stato utilizzato il servizio Proxy fornito dall'Università degli Studi di Padova, grazie al quale è stato possibile accedere anche ad alcuni articoli ad accesso limitato.

Questi database sono stati scelti per la loro ampia copertura di pubblicazioni medico-scientifiche e sportive. Ulteriori pubblicazioni sono state reperite tramite riferimenti bibliografici presenti nelle pubblicazioni stesse.

3.3-Parole chiave

Per la ricerca sono state create delle stringhe tramite l'utilizzo degli operatori booleani *AND* e *OR* in associazione alle seguenti parole chiave: *hand injuries, wrist injuries, combat sports, martial arts, prevention, boxing, injury prevention, protective equipment, taekwondo, strengthening exercises, wrapping techniques, taping.*

3.4-Criteri di inclusione ed esclusione

Alla ricerca sono stati applicati dei criteri di inclusione ed esclusione per selezionare gli studi più appropriati. Gli articoli dovevano soddisfare i seguenti parametri:

- studi pubblicati in lingua inglese e/o italiana;
- studi con *abstract* ai quali fosse possibile avere accesso al testo completo (gratuito o tramite il servizio Proxy fornito dall'Università degli Studi di Padova);
- gli articoli devono fare riferimento esplicitamente nel titolo e/o nell'*abstract* alla traumatologia e/o prevenzione degli infortuni a polso e alla mano in almeno uno degli sport da combattimento di tipo *striking (taekwondo-karate-boxe)*.

Considerato il particolare obiettivo di ricerca, estremamente specifico, non sono stati considerati criteri di esclusione riguardanti la data di pubblicazione e la tipologia degli articoli, al fine di reperire la più vasta gamma di materiale possibile.

3.5-Estrazione dati

Nel processo di estrazione dati, sono stati analizzati i seguenti elementi per ogni articolo (allegato 2):

- autori dello studio;
- data di pubblicazione dell'articolo;
- tipologia di studio;
- quesito di ricerca o obiettivo dello studio;
- contesto dello studio;
- caratteristiche dei partecipanti (età, genere, numero, altre caratteristiche rilevanti);
- criteri di inclusione ed esclusione utilizzati per selezionare o escludere i partecipanti;
- metodo di raccolta dati: strumenti e procedure impiegati per raccogliere i dati;
- metodo di analisi dei dati: tecniche di analisi utilizzate;

- temi e concetti emersi: risultati principali, temi centrali e concetti chiave identificati durante l'analisi.

CAPITOLO 4

Risultati

4.1-Risultati della ricerca

Nel periodo tra maggio e settembre 2024, la ricerca ha identificato 118 articoli. In seguito alla lettura del titolo e dell'*abstract*, e dopo aver escluso le ridondanze, sono stati identificati come rilevanti 63 articoli. Di questi 63 ne sono stati analizzati, con lettura del testo completo, 51 (12 articoli sono stati esclusi poiché pubblicati in una lingua diversa dall'inglese e per l'impossibilità di ottenere il testo completo anche tramite il Proxy dell'Università degli Studi di Padova). In seguito alla lettura completa dei rimanenti 51 articoli, ne sono stati selezionati 7, poiché gli altri 44 non sono stati considerati pertinenti all'obiettivo primario dello studio. Di questi 7 studi, 4 sono risultati del tutto consoni al quesito di ricerca (*diagramma di flusso delle modalità di ricerca, allegato 1-tabella di estrazione dei dati, allegato 2*). I restanti 3 studi trattano in maniera generale le strategie e le modalità di prevenzione negli sport, senza fare riferimento alle discipline di combattimento. Infine, l'analisi della letteratura in questo ambito di ricerca fa emergere un interesse prevalente verso la *boxe* rispetto agli altri sport di combattimento di tipo *striking*.

I seguenti studi sono riportati secondo la "Piramide delle Evidenze" tratta dall'*Evidence-based Medicine*.

Drury e colleghi (2017) [5]

- Tipologia di studio: revisione narrativa.
- Quesito: analizzare e prevenire le lesioni più comuni alla mano e al polso negli sport da combattimento, identificare i fattori di rischio e le tecniche che possono ridurre l'incidenza di queste lesioni tra atleti di *boxe* e arti marziali.
- Contesto: sport da combattimento come *boxe, karate, taekwondo, judo e mixed martial arts* (MMA).
- Caratteristiche dei partecipanti: gli atleti esaminati negli studi raccolti includono professionisti e amatoriali che praticano *boxe, karate, taekwondo, judo e MMA*.
- Temi e concetti emersi:

1) lesioni comuni per sport:

- a) *boxe*: le lesioni più frequenti sono la “*Boxer’s knuckle*” e le dislocazioni delle articolazioni CMC;
- b) *judo*: le lesioni includono principalmente distorsioni o dislocazioni delle articolazioni delle dita e del polso, spesso derivanti dalle prese forzate. Poca letteratura in merito;
- c) *karate e taekwondo*: poca letteratura in merito alle lesioni specifiche di questi distretti, tuttavia è noto che in questi sport, nei quali si utilizzano colpi di gambe e braccia, la mano e le dita siano fra i distretti più colpiti da infortuni dopo il piede e la caviglia.

2) Prevenzione:

- a) tecniche di fasciatura e bendaggio: le fasciature dovrebbero proteggere le articolazioni MCF fornendo una superficie più solida sotto il guanto per attenuare l’impatto, prevenire l’abduzione forzata dei metacarpi laterali durante l’impatto e ridurre il movimento eccessivo del polso. I bendaggi combinano solitamente nastro adesivo rigido e fasciatura imbottita;
- b) uso di protezioni adeguate: l'uso di guanti ben imbottiti distribuisce le forze d’impatto in modo uniforme su tutta la mano, riducendo il rischio di fratture metacarpali e lesioni ai tendini;
- c) tecnica corretta: i pugili e i praticanti di arti marziali dovrebbero mirare a colpire con le falangi prossimali di indice e medio. Insegnare l'allineamento corretto di gomito e polso durante l'impatto crea una linea diretta di forza verso il metacarpo del dito medio con dissipazione secondaria verso il metacarpo dell'indice;
- d) condizionamento fisico: esercizi di mobilità e rinforzo specifici per le mani e i polsi possono aiutare a ridurre il rischio di lesioni;
- e) allenamento con supervisione: è importante che gli atleti evitino sessioni di allenamento eccessivamente intense senza un'adeguata supervisione. L'affaticamento muscolare porta spesso a un'esecuzione tecnica sbagliata, aumentando il rischio di lesioni.

Melone e colleghi (2009) [8]

- Tipologia di studio: revisione clinica retrospettiva.
- Quesito: analizzare le lesioni alla mano più debilitanti per i pugili, focalizzandosi sulla “*Boxer’s knuckle*” e sul “*Traumatic Carpal boss*”. Viene esaminato il percorso ottimale di trattamento chirurgico e l'importanza della prevenzione per minimizzare l'incidenza e la gravità di tali lesioni.
- Contesto: lo studio riguarda il mondo del pugilato professionistico, dove le mani sono costantemente esposte a violenti impatti e forze ripetute, rendendole particolarmente vulnerabili a lesioni specifiche.
- Caratteristiche dei partecipanti: lo studio include 47 pugili professionisti che hanno subito lesioni gravi alla mano. Di questi, 38 hanno presentato un totale di 44 casi di “*Boxer’s knuckle*” e 9 pugili hanno presentato un totale di 11 casi di “*Traumatic Carpal boss*”.
- Temi e concetti emersi:
 - 1) lesioni principali: “*Boxer’s knuckle*” e “*Traumatic Carpal boss*”.
 - 2) Prevenzione:
 - a) allenamento e tecnica corretta: il corretto allineamento del polso e del pugno durante i colpi riduce il rischio di lesioni alle articolazioni metacarpali. Colpi mal eseguiti possono trasferire forze eccessive e causare danni alle articolazioni;
 - b) evitare un eccessivo carico di allenamento;
 - c) bendaggi e protezioni: gli autori consigliano l'uso di tecniche di bendaggio ben studiate, che seguano l'anatomia della mano e aiutino ad assorbire e distribuire le forze d'impatto. Le tecniche di fasciatura devono proteggere in modo specifico le articolazioni MCF e CMC, vulnerabili a traumi ripetuti;
 - d) guanti personalizzati: anche se non consentiti durante i match ufficiali, i guanti personalizzati con capacità di assorbimento degli urti migliorate possono essere usati durante l'allenamento per ridurre l'impatto sugli atleti che stanno recuperando da infortuni o che presentano fragilità articolare.

Menzel e colleghi (2021) [24]

- Tipologia di studio: studio sperimentale.
- Quesito: testare l'accuratezza di un nuovo sistema di monitoraggio basato su sensori per rilevare e analizzare il movimento del centro di pressione (CDP) e la distribuzione delle forze sul pugno dei pugili. La comprensione della distribuzione delle forze e dello spostamento del CDP sulla superficie di contatto di un pugno possono fornire informazioni sull'area d'impatto e sulla corretta esecuzione delle tecniche da parte degli atleti, nonché sugli effetti di un pugno sulle strutture biologiche della mano.
- Contesto: pugilato.
- Caratteristiche dei partecipanti: un pugile con oltre 10 anni di esperienza è stato selezionato per testare il sistema di monitoraggio. Il soggetto ha eseguito un totale di 180 pugni su un sacco da *boxe* (45 pugni per ogni tecnica: *cross*, *jab*, *uppercut*, *hook*). Il pugile è stato istruito a eseguire i colpi come in una competizione, per assicurare l'accuratezza delle misurazioni e la riproducibilità.
- Temi e concetti emersi:
 - 1) distribuzione della forza e movimento del CDP: per tutti i pugni analizzati, il CDP si colloca inizialmente tra la seconda e terza articolazione MCF, poi si muove in direzione laterale e distale durante l'impatto. Le tecniche semicircolari (come *l'hook* e *l'uppercut*) hanno mostrato un andamento del CDP più esteso verso il quarto e quinto metacarpo, a differenza dei colpi rettilinei (*jab* e *cross*), in cui il CDP si concentra maggiormente al centro del pugno.
 - 2) Forze massime e area di impatto: le tecniche semicircolari hanno mostrato una pressione massima localizzata sul quarto e quinto metacarpo, con forze di impatto significative. I pugni rettilinei, invece, distribuiscono la forza principalmente tra il secondo e il terzo metacarpo e le corrispondenti articolazioni MCF. Dopo aver raggiunto la forza massima, il CDP procede tornando verso la seconda e terza articolazione MCF per tutti i pugni testati. Per le tecniche semicircolari, il CDP termina a livello della terza articolazione MCF prossimale; per le tecniche di pugno rettilineo, a livello della seconda.

- 3) Prevenzione delle lesioni: lo studio ha evidenziato che il movimento del CDP e la distribuzione delle forze durante il pugno possono influire direttamente sul rischio di lesioni alle mani.
- 4) Uso di tecnologie per prevenire lesioni: l'articolo suggerisce che l'uso del sistema di monitoraggio potrebbe fornire un feedback in tempo reale sugli errori tecnici dei pugili, permettendo di correggere immediatamente la tecnica. Questo aiuterebbe a prevenire sovraccarichi e lesioni alle articolazioni metacarpali, offrendo una protezione aggiuntiva alle strutture anatomiche più vulnerabili.
- 5) Modifica della tecnica: le informazioni ottenute possono essere utilizzate per migliorare la tecnica di pugno, in particolare minimizzando il sovraccarico sui metacarpi laterali durante le tecniche semicircolari.
- 6) Strumento valido per ottimizzare le performance degli atleti anche durante gli allenamenti.

Gatt e colleghi (2023) [28]

- Tipologia di studio: studio sperimentale a misure ripetute (*repeated-measures study*) con un approccio sul campo (*field experiment*).

- Quesito: determinare l'effetto delle tecniche di fasciatura sul movimento del polso durante l'impatto, in due tipi di colpi (con braccio piegato e con braccio dritto) in pugili d'élite. Specificamente, lo studio ha esaminato:

- 1) se l'aggiunta di nastro adesivo rigido (*tape* anelastico) al bendaggio standard riduce il movimento angolare del polso durante l'impatto;
- 2) se il tempo per raggiungere l'angolo di picco del polso cambia con l'aggiunta del nastro adesivo rigido;
- 3) gli effetti del bendaggio con e senza nastro adesivo rigido su movimenti quasi statici del polso.

- Contesto: le tecniche di bendaggio nel pugilato sono evolute per migliorare la protezione contro gli infortuni. Le attuali normative consentono diverse varianti di bendaggi, con o senza l'uso di nastro adesivo rigido. L'aggiunta di nastro adesivo rigido può influenzare positivamente la stabilità del polso, riducendo il rischio di lesioni acute e croniche, particolarmente nelle competizioni.

- Caratteristiche dei partecipanti: 18 pugili d'élite maschi membri della squadra nazionale britannica di pugilato; età media 23 ± 2 anni (intervallo: 19-27 anni); altezza media 177 ± 11 cm (intervallo: 156-195 cm); massa media 71 ± 17 kg (intervallo: 50-114 kg). Tutti i partecipanti erano destrimani e senza sintomi all'arto superiore o infortuni a mano o polso negli ultimi tre mesi.

- Metodo di raccolta dati: un sistema di tracciamento elettromagnetico (Polhemus Liberty™ 240/16) per misurare i movimenti angolari del polso durante l'impatto contro il sacco da *boxe* (peso 91 kg), fornendo dati di posizionamento e orientamento a sei gradi di libertà (DoF) con una frequenza di campionamento di 240 Hz. I sensori sono stati posizionati su mano, avambraccio e braccio dei partecipanti, fissati con nastro adesivo rigido e bendaggi coesivi. I pugili sono stati divisi in 2 gruppi che differivano per la tecnica di bendaggio utilizzata:

1) solo fasciatura: una tecnica di fasciatura standard (materiali supplementari) utilizzando una fasciatura in cotone commerciale lunga 4,5 m (Adidas®);

2) fasciatura con nastro adesivo rigido: una tecnica standardizzata (materiali supplementari) che utilizza un nastro adesivo rigido (ossido di zinco) di 2,5 cm di larghezza, applicato sopra la fasciatura.

Tutte le fasciature sono state applicate dall'autore principale, un fisioterapista con vasta esperienza nella fasciatura mani-polso dei pugili sia in allenamento che in competizione. Per tutte le condizioni di impatto, ogni partecipante indossava un guantone da *boxe* (14 oz Adidas) della taglia corretta, coprendo i ricevitori su mano e avambraccio.

I colpi venivano ripetuti 6 volte, con pause di 3 secondi fra uno e l'altro. I dati utilizzati per l'analisi statistica utilizzano i colpi che vanno dal 2° al 5°.

Protocolli di test:

1) *Quasi-static testing*: misurazioni dei movimenti (ROM) del polso senza bendaggio e con le due soluzioni di bendaggio (solo bendaggio e bendaggio più nastro adesivo rigido).

2) *Impact testing*: i pugili di entrambi i gruppi (bendaggio standard-bendaggio con aggiunta di nastro adesivo rigido) eseguivano colpi al sacco da *boxe* con braccio piegato (ganci) e poi dritto (*jab*), utilizzando il braccio dominante. Sono stati registrati i movimenti del polso e il tempo di raggiungimento degli angoli di picco (*peak wrist angles*).

- Temi e concetti emersi:

1) effetti delle tecniche di bendaggio sui movimenti del polso:

a) riduzione del movimento del polso: al momento dell'impatto, il movimento del polso avveniva contemporaneamente in flessione e deviazione ulnare per entrambi i colpi, con movimenti maggiori nei colpi a braccio teso rispetto a quelli a braccio piegato. L'aggiunta di nastro adesivo rigido al bendaggio tradizionale ha ridotto il movimento totale attivo del polso durante l'impatto di circa il 25-30% rispetto al solo bendaggio, sia nei colpi con braccio dritto che piegato. Nei colpi a braccio teso e piegato, il movimento del polso all'impatto rappresentava rispettivamente il 50% e il 40% del movimento totale attivo del polso con solo fasciatura, rispetto al 20% e al 15% con l'aggiunta di nastro adesivo rigido;

b) il tempo per raggiungere l'angolo di picco del polso (*peak wrist angles*) è aumentato significativamente (1.2-1.4 volte per i colpi con braccio piegato-dritto) con l'aggiunta del nastro adesivo rigido alla fasciatura, suggerendo un maggiore controllo e stabilità del polso durante l'impatto. Il tempo per raggiungere l'angolo massimo è stato maggiore nei colpi con braccio piegato rispetto a quelli con braccio dritto.

2) Prevenzione degli infortuni:

a) riduzione del rischio di lesioni: l'aggiunta di nastro adesivo rigido al bendaggio tradizionale riduce il movimento di flessione e deviazione ulnare del polso durante l'impatto, movimenti associati a un rischio più elevato di lesioni carpometacarpali e dei tessuti molli;

b) effetto delle tecniche di bendaggio sulla stabilità attiva e passiva: la riduzione osservata nel movimento del polso suggerisce che l'aggiunta di nastro adesivo rigido non solo limita il movimento passivo ma potrebbe anche ridurre la necessità di controllo attivo da parte dei muscoli stabilizzatori del polso. Ciò potrebbe essere particolarmente utile in condizioni di fatica muscolare o durante colpi ad alta intensità;

c) esperienza dell'atleta: i pugili meno esperti mostrano una minor capacità di controllo del polso durante i colpi, e tendono a subire un numero maggiore di lesioni.

3) Implicazioni pratiche e consigli per l'allenamento:

a) raccomandazioni per l'uso di bendaggi con nastro adesivo rigido, sia durante gli allenamenti che le competizioni, per ridurre il rischio di lesioni al polso, specialmente per i pugili che mostrano segni di instabilità articolare o in fase di recupero da infortuni precedenti;

b) decisioni regolamentari: le organizzazioni di pugilato dovrebbero considerare gli effetti positivi emersi in questo studio riguardo l'effetto dell'utilizzo di nastro adesivo rigido in aggiunta a un bendaggio standard, adattando il regolamento già esistente (in termini di quantità di nastro adesivo rigido utilizzabile e di dove poterlo applicare) per promuovere la sicurezza degli atleti.

CAPITOLO 5

Discussione

5.1-Obiettivo e svolgimento della ricerca

Gli sport da combattimento, come *boxe*, *mixed martial arts* (MMA), *taekwondo* e *karate*, espongono le strutture anatomiche della mano e del polso a un elevato rischio di infortuni. Questi distretti anatomici subiscono colpi, torsioni e compressioni ripetute durante allenamenti e competizioni, che possono provocare lesioni acute o croniche, influenzando negativamente la funzionalità della mano [5]. L'obiettivo di questo studio è individuare in letteratura se vi sono strategie efficaci atte a ridurre l'incidenza degli infortuni alla mano e al polso negli sport da combattimento.

La ricerca si è articolata in due fasi distinte. La prima fase ha approfondito la traumatologia della mano e del polso negli sport da combattimento, riportando i tipi più comuni di infortuni e i meccanismi che li causano. Nella seconda parte, l'analisi della letteratura ha messo in luce come gli infortuni variano a seconda dello sport, e come sia più presente letteratura relativa alla *boxe*, con un *focus* maggiore su “*Traumatic Carpal boss*” e la “*Boxer’s knuckle*” [2] [3] [5] [7] [8] [17]. Successivamente sono state esaminate le modalità di protezione fisica, come guantoni e bendaggi, e l'importanza di esercizi di rinforzo muscolare e la corretta esecuzione dei gesti atletici.

Nel *taekwondo*, gli infortuni nascono prevalentemente da manovre di tipo difensivo, chiamate blocchi, piuttosto che derivare da colpi. La letteratura scientifica disponibile non è così approfondita: vengono fornite informazioni sulle parti del corpo coinvolte maggiormente, sull'incidenza di tali eventi e sul tipo di lesioni, ma mancano studi approfonditi sulle dinamiche specifiche di infortunio [39] [40] [41] [42] [43].

Le considerazioni sono medesime anche sul *karate*: l'interesse per questa disciplina è minore, e uno studio di Zetaruk e colleghi [30] ha riportato un tasso di infortuni pari alla metà rispetto a quanto osservato nel *taekwondo*.

5.2-Considerazioni sui risultati ottenuti e strategie preventive

In merito agli articoli considerati nel capitolo 4.1 emergono i seguenti concetti:

1) Melone e colleghi [8] e Drury e colleghi [5]: si sono soffermati sulle lesioni più comuni dell'estremità distale dell'arto superiore negli sport da combattimento, con l'attenzione posta unicamente sul pugilato nel primo caso. Da entrambi gli studi emerge l'importanza dell'utilizzo di tecniche preventive adeguate, pur mancando però di indicazioni precise e univoche riguardo ad esempio alle modalità d'esecuzione di bendaggi e alla stesura di programmi di allenamento di rinforzo muscolare.

2) Menzel e colleghi [24]: tramite il loro studio, forniscono informazioni importanti nella comprensione della distribuzione delle forze di compressione nel pugilato, suggerendo come questo fattore possa essere preso in considerazione per comprendere le dinamiche d'infortunio e di conseguenza l'adozione di strategie preventive adeguate.

3) Gatt e colleghi [28]: sottolineano l'importanza dell'utilizzo del *tape* nel procedimento di fasciatura del polso e della mano. Quest'ultimo comporta una riduzione del movimento del polso in flessione e deviazione ulnare al momento dell'impatto, nonché un aumento del tempo per raggiungere l'angolo massimo di movimento e la riduzione del controllo attivo da parte dei muscoli stabilizzatori del polso. Sulla base di questo studio, sarebbe interessante considerare le possibilità di aumentare la quantità di *tape* a disposizione nello svolgimento dei bendaggi (in termini di lunghezza ma anche larghezza) e di applicare il *tape* direttamente sopra le nocche delle mani, in modo da far diminuire il rischio di infortunio alle articolazioni MCF.

Sulla base dei risultati emersi dalla ricerca, le strategie preventive si basano di conseguenza su tre pilastri fondamentali: l'uso di protezioni adeguate, esercizi specifici di rinforzo muscolare e l'esecuzione corretta del gesto atletico. Tuttavia, è emersa una significativa carenza di studi specifici sulle modalità più efficaci per eseguire bendaggi o per sviluppare programmi di allenamento preventivi per le lesioni a mano e polso [5] [8].

1) Protezioni:

- guantoni: rappresentano una protezione fondamentale, specialmente nella *boxe*. La loro imbottitura aiuta a distribuire uniformemente le forze d'impatto, riducendo il rischio di infortuni alle articolazioni CMC e MCF. Alcuni autori suggeriscono l'adozione di guantoni personalizzati per ogni singolo atleta. Il regolamento per la dimensione e il peso dei guantoni, proporzionale all'imbottitura, segue i seguenti punti:

- a) dalla categoria “minimosca” (fino a 49 kg) fino a quella dei pesi “welter” (64-67 kg) inclusa: guanti da 226,8 grammi (8 oz);
- b) dalla categoria “superwelter” (67-70 kg) fino a quella dei pesi massimi (oltre 91 kg) inclusa: guanti da 283,5 grammi (10 oz) [45] [46] [47].

- Bendaggi: le tecniche di bendaggio rivestono un ruolo centrale nella prevenzione delle lesioni alla mano nel pugilato, poiché forniscono una protezione fisica alle articolazioni e ai tessuti molli, riducendo le forze di impatto e lo stress meccanico sulle articolazioni di mano e polso. Il bendaggio ha lo scopo di stabilizzare le articolazioni CMC e MCF, nonché il polso, limitando i movimenti eccessivi e assorbendo parte delle forze trasmesse [5] [8]. Esistono diverse tecniche di bendaggio, ma non ci sono linee guida chiare su quale sia la più efficace per ridurre il rischio di lesioni. Solitamente viene integrato anche nastro adesivo rigido per aumentare la stabilità e per diminuire i movimenti in flessione e deviazione ulnare del polso al momento dell’impatto, ma le evidenze sulla sua efficacia sono limitate [28].

2) Tecniche di allenamento: un adeguato condizionamento muscolare e un allenamento di forza mirato rappresentano una componente chiave sulla prevenzione degli infortuni alla mano. I muscoli di mano e avambraccio giocano un ruolo essenziale nel supportare le articolazioni durante gli impatti ripetuti e prolungati, garantendo stabilità e resistenza all’impatto. Il condizionamento progressivo deve essere parte integrante del programma di allenamento del pugile, in modo da adattare gradualmente i tessuti alle sollecitazioni. Tuttavia, mancano dati scientifici su quali siano effettivamente gli esercizi più efficaci per prevenire le lesioni specifiche degli sport da combattimento. Ad esempio, il rinforzo dei muscoli flessori ed estensori del polso, così come le prese isometriche sono comunemente consigliati, ma non ci sono studi che ne dimostrino chiaramente l’efficacia preventiva.

Lauersen e colleghi [25] [26] e Suchomel e colleghi [27] hanno condotto degli studi in merito all’efficacia di vari tipi di allenamento nella prevenzione degli infortuni sportivi. In particolare, l’allenamento della forza si è dimostrato il più efficace, riducendo il rischio di infortuni (sia acuti che da sovraccarico) del 68,5%, rispetto ad esercizi propriocettivi (45%) ed interventi multicomponenti (34,5%); lo stretching non ha invece dimostrato alcuna efficacia preventiva [26].

In relazione all'allenamento della forza, è stata osservata una relazione dose-risposta, dove un aumento del volume di esercizi ha portato a una riduzione progressiva del rischio di infortuni, indicando che aumentando progressivamente il carico di allenamento si ottengono benefici proporzionali nella prevenzione degli infortuni [25].

Suchomel e colleghi infine, sottolineano come atleti con livelli più elevati di forza muscolare dimostrano migliori performance fisiche generali, riducendo il rischio di lesioni acute e da sovraccarico grazie alla maggiore capacità di assorbire e dissipare le forze d'impatto; un livello di forza elevato è inoltre correlato ad una maggiore resistenza alla fatica muscolare e tendinea, riducendo quindi il rischio di sviluppare tendiniti, borsiti e altre condizioni correlate all'*overuse* [27].

Tutte queste informazioni, seppur esaminate in altri sport, possono essere prese in considerazione per lo svolgimento di studi futuri nei quali si voglia valutare l'efficacia di queste tecniche preventive anche nelle discipline di combattimento, e in particolar modo in relazione ai distretti di mano e polso.

3) Tecnica corretta di colpo: una scorretta distribuzione delle forze causa il sovraccarico anomalo sulle strutture della mano. L'esecuzione attenta e corretta di un colpo è rilevante nella prevenzione della "*Boxer's knuckle*", che può verificarsi quando l'articolazione MCF viene stressata in modo eccessivo o errato, specialmente quando i colpi non sono ben allineati con l'avambraccio e il polso [4] [7] [8] [10] [17] [20].

Un colpo efficace dovrebbe essere portato con le nocche del secondo e terzo metacarpo e le rispettive falangi prossimali, mantenendo il polso in una posizione neutra per evitare la flessione o l'estensione eccessiva. Gli errori tecnici come il colpire con la parte sbagliata della mano o con il polso in posizione scorretta aumentano il rischio di sviluppare il "*Traumatic Carpal boss*", a causa della compressione ripetitiva sul dorso del carpo [8] [14] [15] [17]. Pertanto, l'allenamento tecnico deve includere una costante attenzione al fine di ridurre il rischio di errori posturali e di impatto che possono sfociare in lesioni croniche.

5.3- Regolamenti e tecniche di bendaggi

Nel pugilato, i bendaggi delle mani e dei polsi sono fondamentali per la sicurezza degli atleti e sono regolamentati con precisione per evitare vantaggi sleali o rischi aggiuntivi (un bendaggio troppo spesso potrebbe divenire un rischio per la salute dell'avversario, rendendo

l'impatto dei colpi più pericoloso). I materiali utilizzati sono i seguenti: garze per avvolgere mano e polso, *tape* (nastro adesivo rigido) e delle garze 10cmx10cm da posizionare sopra le nocche per ammortizzare i colpi. Le regole sui bendaggi stabiliscono limiti sull'uso di garze e *tape* (nastro adesivo rigido), che devono garantire protezione alle mani e ai polsi senza rafforzare il pugno; per quanto riguarda le garze ammortizzatrici, la quantità che si può utilizzare è a discrezione del pugile e dell'allenatore. Le regole variano leggermente tra le federazioni, ma seguono principi comuni che regolano quantità, posizione e modalità di applicazione di questi materiali.

1) Garza

- Funzione: protegge le ossa delle mani (specialmente le nocche) e stabilizza i tendini e le articolazioni durante l'impatto.
- Materiale: solitamente di cotone, deve essere abbastanza morbida da non creare punti di pressione e abbastanza spessa da offrire protezione.
- Lunghezza massima: varia da federazione a federazione, ma è generalmente compresa tra i 5 e i 10 metri per mano. Nelle federazioni professionistiche come WBC (*world boxing council*), WBA (*world boxing association*), IBF (*international boxing federation*), e WBO (*world boxing organization*), è comune vedere un limite intorno ai 10 metri per ogni mano.
- Larghezza: deve avere una larghezza di circa 5 cm. Questo permette una distribuzione uniforme attorno alla mano, evitando punti di pressione che potrebbero essere pericolosi o inefficaci.
- Applicazione e distribuzione: deve essere applicata in modo uniforme, coprendo le seguenti strutture: polso, mano e nocche. Le nocche devono essere coperte, ma non imbottite eccessivamente per non trasformare il bendaggio in un'arma. Normalmente sono consentiti 2-3 strati di garza sopra le nocche.

Il bendaggio non deve coprire il palmo della mano per permettere una corretta chiusura del pugno.

2) *Tape* (nastro adesivo rigido)

- Funzione: serve a fissare la garza e fornire stabilità ai polsi.
- Materiale: è di solito rigido e fatto di cotone o tessuti simili, che permettono una buona adesione e stabilità senza essere elastici.

- Lunghezza: è generalmente di 2,5 metri per mano in federazioni come la WBC, WBA, IBF e WBO.

- Larghezza: è limitata a 2,5 cm (possono essercene anche di 1.25cm per l'applicazione in superfici più strette rispetto al dorso della mano, come ad esempio fra le nocche). Questo evita che strisce di *tape* troppo larghe creino un effetto simile a quello di un guanto più rigido.

- Posizione: può essere applicato solo sui polsi e nelle mani dorsalmente, mai direttamente sulle ossa delle nocche. Come per la garza, il *tape* non può coprire il palmo della mano.

Alcuni regolamenti consentono un piccolo anello di *tape* sopra le nocche per fissare il bendaggio, ma questo deve essere applicato con moderazione, senza creare una superficie rigida o pericolosa.

Oltre a questo regolamento generale, ci sono delle variazioni per quanto riguarda la lunghezza di garze e *tape*, sulla base della categoria di peso degli atleti. La larghezza rimane quella indicata, mentre per quanto riguarda la lunghezza essa oscilla fra 9 e 13 metri per la garza e 1.8 e 3 metri per il *tape* [45] [46] [47].

CAPITOLO 6

Conclusioni

Ciò che emerge da questo studio e dall'analisi della letteratura scientifica a disposizione è l'assenza di indicazioni precise e comprovate riguardo a strategie preventive efficaci per ridurre l'incidenza degli infortuni a mano e polso negli sport da combattimento.

Un limite significativo riscontrato durante la ricerca è la scarsità di dati specifici per molte discipline, soprattutto per il *taekwondo* e il *karate*, rispetto alla *boxe*. La mancanza di studi longitudinali che valutino l'efficacia delle strategie adottate a lungo termine rappresenta un limite importante che impedisce di trarre conclusioni definitive sull'efficacia di diversi metodi di prevenzione. Inoltre, nonostante l'ampia diffusione di misure preventive, come l'uso di bendaggi, l'esecuzione di corrette tecniche di colpo e l'adozione di esercizi volti a rinforzare i distretti coinvolti, manca una standardizzazione nell'applicazione di queste tecniche. Gli studi esistenti si concentrano maggiormente sulla descrizione delle lesioni piuttosto che sull'efficacia di protocolli preventivi specifici. Non esistono indicazioni e linee guida precise ed univoche su come eseguire i bendaggi in modo ottimale per prevenire le frequenti lesioni a mano e polso, né su come programmare allenamenti mirati al rafforzamento delle strutture anatomiche coinvolte, rendendo complessa la gestione di queste problematiche.

Con questo lavoro si sottolinea di conseguenza l'importanza e la necessità di studi più mirati e dettagliati in futuro, con lo scopo di ricavare informazioni più specifiche per poter preservare al meglio la salute degli atleti praticanti discipline di combattimento.

Bibliografia

- [1] S. L. Werner, K. D. Plancher (July 1998), “*Biomechanics of wrist injuries in sports*”, Clinics in Sports Medicine, vol. 17(3): 407-420.
- [2] E. Cockenpot, G. Lefebvre, X. Demondion, C. Chantelot, A. Cotten (June 2016), “*Imaging of Sports-related Hand and Wrist Injuries: Sports Imaging Series*”, Radiological Society of North America, vol. 279(3): 674-692.
- [3] V. Giannatos, A. Panagopoulos, P. Antzoulas, S. I. Giakoumakis, J. Lakoumentas, A. Kouzelis (September 2022), “*Functional performance of the upper limb and the most common boxing-related injuries in male boxers: a retrospective, observational, comparative study with non-boxing population*”, BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, vol. 14.
- [4] S. L. Hame, C. P. Melone Jr (December 2000), “*Boxer's knuckle in the professional athlete*”, The American Journal of Sports Medicine, vol. 28(6): 879-882.
- [5] B. T. Drury, T. P. Lehman , G. Rayan (February 2017), “*Hand and Wrist Injuries in Boxing and the Martial Arts*”, Hand Clinics, vol. 33(1): 97-106.
- [6] R. Lopez-Ben, D. H. Lee, D. J. Nicolodi (September 2003), “*Boxer knuckle (injury of the extensor hood with extensor tendon subluxation): diagnosis with dynamic US--report of three cases*”, Radiological Society of North America, vol. 228(3): 642-646.
- [7] M. Loosemore, J. Lightfoot, I. T. Gatt, M. Hayton, C. Beardsley (March 2017), “*Hand and Wrist Injuries in Elite Boxing: A Longitudinal Prospective Study (2005-2012) of the Great Britain Olympic Boxing Squad*”, Hand (N Y), vol. 12(2): 181-187.
- [8] C. P. Melone Jr, D. B. Polatsch, S. Beldner (October 2009), “*Disabling hand injuries in boxing: boxer's knuckle and traumatic carpal boss*”, Clinics in Sports Medicine, vol. 28(4): 609-621.
- [9] K. Nakamura, R. M. Patterson, S. F. Viegas (November 2001), “*The ligament and skeletal anatomy of the second through fifth carpometacarpal joints and adjacent structures*”, The Journal of Hand Surgery, vol. 26(6): 1016-1029.
- [10] B. P. Kleinhenz, B. D. Adams (July 2015), “*Closed Sagittal Band Injury of the Metacarpophalangeal Joint*”, The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, vol. 23(7): 415-423.

- [11] G. M. Rayan, D. Murray (July 1994), "*Classification and treatment of closed sagittal band injuries*", The Journal of Hand Surgery, vol. 19(4): 590-594.
- [12] R. E. Palmer (1 July 1998), "*JOINT INJURIES OF THE HAND IN ATHLETES*", Clinics in Sports Medicine, vol. 17(3): 513-531.
- [13] C. M. Young, G. M. Rayan (November 2000), "*The sagittal band: anatomic and biomechanical study*", The Journal of Hand Surgery, vol. 25(6): 1107-1113.
- [14] M. J. Park, S. Namdari, A.P. Weiss (March 2008), "*The Carpal Boss: Review of Diagnosis and Treatment*", The Journal of Hand Surgery, vol. 33(3): 446-449.
- [15] B. Boggess, D. Berkoff (23 February 2011), "*Dorsal wrist mass: the carpal boss*", BMJ Case Reports.
- [16] M. A. Posner, L. Ambrose (March 1989), "*Boxer's knuckle--dorsal capsular rupture of the metacarpophalangeal joint of a finger*", The Journal of Hand Surgery, vol. 14(2 pt.1): 229-236.
- [17] M. Loosemore, J. Lightfoot, D. P. Green, I. T. Gatt, J. Bilzon, C. Beardsley (17 July 2015), "*Boxing injury epidemiology in the Great Britain team: a 5-year surveillance study of medically diagnosed injury incidence and outcome*", British Journal of Sports Medicine, vol. 49(17): 1100-1107.
- [18] E. R. Aronowitz, J. P. Leddy (July 1998), "*Closed tendon injuries of the hand and wrist in athletes*", Clinics in Sports Medicine, vol. 17(3): 449-467.
- [19] G. Inoue, Y. Tamura (May 1996), "*Dislocation of the extensor tendons over the metacarpophalangeal joints*", The Journal of Hand Surgery, vol. 21(3): 464-469.
- [20] G. S. Matharu, I. T. Gatt, R. Delaney, M. Loosemore, M. J. Hayton (December 2022), "*Extensor hood injuries in elite boxers: injury characteristics, surgical technique and outcomes*", The Journal of Hand Surgery, European Volume, vol. 47(11): 1162-1167.
- [21] K. Wu, G. Masschelein, N. Suh (November 2021), "*Treatment of Sagittal Band Injuries and Extensor Tendon Subluxation: A Systematic Review*", Hand: American Association for Hand Surgery, vol. 16(6): 854-860.
- [22] C. M. Young, G. M. Rayan (November 2000), "*The sagittal band: anatomic and biomechanical study*", The Journal of Hand Surgery, vol. 25(6): 1107-1113.

- [23] N. J. Lemme, L. Ready, M. Faria, S. F. DeFroda, J. A. Gil & B. D. Owens (November 2018), “*Epidemiology of boxing-related upper extremity injuries in the United States*”, *The Physician and Sportsmedicine*, vol. 46(4): 503-508.
- [24] T. Menzel , W. Potthast (December 2021), “*Validation of a Novel Boxing Monitoring System to Detect and Analyse the Centre of Pressure Movement on the Boxer's Fist*”, *Sensors (Basel)* vol. 21(24): 83-94.
- [25] J. B. Lauersen, T. E. Andersen, L. B. Andersen (December 2018), “*Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis*”, *British Journal of Sports Medicine*, vol. 52(24): 1557-1563.
- [26] J. B. Lauersen, D. M. Bertelsen, L. B. Andersen (June 2014), “*The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials*”, *British Journal of Sports Medicine*, vol. 48(11): 871-877.
- [27] T. J. Suchomel, S. Nimphius, M. H. Stone (October 2016), “*The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance*”, *Sports Medicine*, vol. 46(10): 1419-1449.
- [28] I. T. Gatt, T. Allen, J. Wheat (May 2023), “*Effects of using rigid tape with bandaging techniques on wrist joint motion during boxing shots in elite male athletes*”, *Physical Therapy in Sport*, vol. 61: 82-90.
- [29] Koh J.O., Watkinson E.J. (September 2002), “*Video analysis of blows to the head and face at the 1999 World Taekwondo Championships*”, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 42(3): 348-353.
- [30] M. N. Zetaruk, M. A. Violan, D. Zurakowski, L. J. Micheli (2005), “*Injuries in martial arts: a comparison of five styles*”, *British Journal of Sports Medicine*, vol. 39(1): 29-33.
- [31] M. Kazemi, H. Shearer, Y. S. Choung (May 2005), “*Pre-competition habits and injuries in Taekwondo athletes*”, *BMC Musculoskeletal Disorders*, vol. 27(6), article 26.
- [32] M. M. Diesselhorst, G. M. Rayan, C. B. Pasque, R. P. Holder (2013), “*Survey of upper extremity injuries among martial arts participants*”, *Journal of Hand Surgery*, vol. 18(2): 151-157.
- [33] H. P. Judo. In: Caine D.J., Harmer P.A., Schiff M.A. (2010), “*Epidemiology of injury in Olympic sports*”, Hoboken (NJ): Blackwell, p. 161–75.

- [34] Marie I., Herve' F., Primard E., Cailleux N., Levesque H. (2007), "*Long-term follow up of hypothenar hammer syndrome: a series of 47 patients*", *Medicine*, vol. 86(6):334–43.
- [35] Gardner R. C. (1970), "*Hypertrophic infiltrative tendinitis (HIT syndrome) of the long extensor: the abused karate hand*", *JAMA*, vol. 211(6):1009–10.
- [36] M. H. Morgan, D. R. Carrier (January 2013), "*Protective buttressing of the human fist and the evolution of hominin hands*", *The Journal of Experimental Biology*, vol. 216(part 2): 236-244.
- [37] Chiu D. T. (1993), "*Karate kid finger*", *Plastic and Reconstructive Surgery*, vol. 91(2):362–4.
- [38] Bledsoe G. H., Hsu E. B., Grabowski J. G. (2006), "*Incidence of injury in professional mixed martial arts competitions*", *Journal of Sports Science and Medicine*, vol. 5:136–42.
- [39] M. Geßlein, J. Rütter, H. J. Bail, P. Schuster, W. Krutsch, A. K. Wolpert (January 2020), "*Injury Incidence Rates and Profiles in Elite Taekwondo during Competition and Training*", *International Journal of sports medicine*, vol. 41(1): 54-58.
- [40] M. Geßlein, J. Rütter, M. Millrose, H. J. Bail, R. Martin, P. Schuster (January 2021), "*High Incidence of Hand Injuries From Blocking in Elite Taekwondo Despite the Use of Protective Gear: A 5-Year Descriptive Epidemiology Study*", *Orthopaedic journal of sports medicine*, vol. 9(1).
- [41] B. Son, Y. J. Cho, H. S. Jeong, S. Y. Lee (July 2020), "*Injuries in Korean Elite Taekwondo Athletes: A Prospective Study*", *International journal of enviromental research and public health*, vol. 17(14).
- [42] M. Han, N.K. Lee, H.P. Jun (2023), "*Injury Incidence and Its Characteristics in Korean Youth and Collegiate Taekwondo Sparring Athletes: A Retrospective Study*", *International journal of enviromental research and public health*, vol. 20(8).
- [43] K. J. Park, B. B. Song (June 2018), "*Injuries in female and male elite taekwondo athletes: a 10-year prospective, epidemiological study of 1466 injuries sustained during 250 000 training hours*", *British Journal of Sports Medicine*, vol. 52(11): 735-740.
- [44] Neumann D.A. (2009), "*Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*", second edition, capitolo 8: "Hand", Mosby Elsevier, St. Louis.

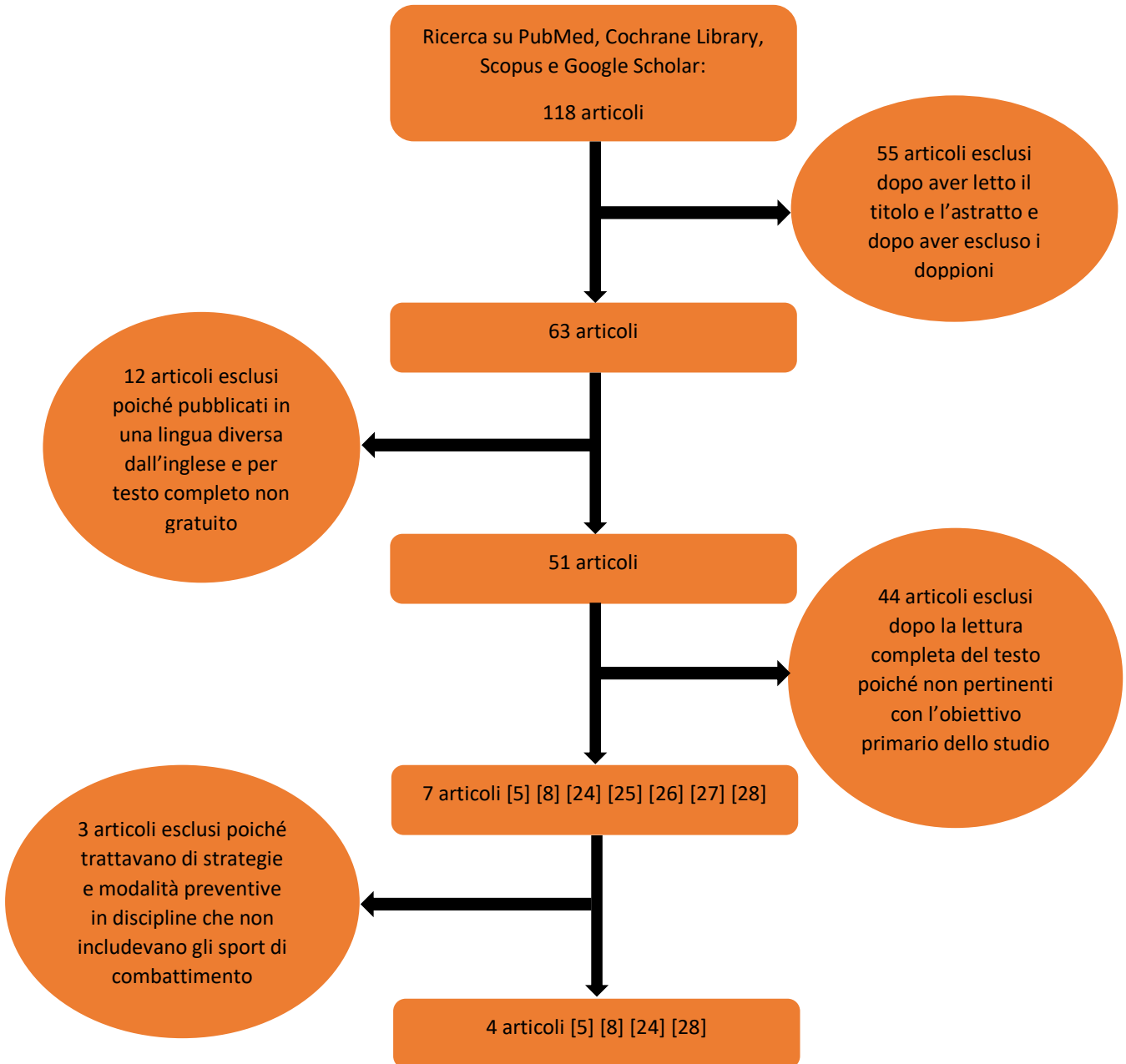
Sitografia

[45] World Boxing Council (WBC), [World Boxing Council \(wbcboxing.com\)](http://wbcboxing.com).

[46] World Boxing Association (WBA), [World Boxing Association – WBA Official Site \(wbaboxing.com\)](http://wbaboxing.com).

[47] International Boxing Federation (IBF), [Home - International Boxing Federation \(ibf-usba-boxing.com\)](http://ibf-usba-boxing.com).

ALLEGATO 1-Diagramma di flusso delle modalità di ricerca



ALLEGATO 2- Tabella di estrazione dei dati

AUTORI E DATA DI PUBBLICAZIONE	TIPOLOGIA DELLO STUDIO	QUESITO DI RICERCA	CONTESTO DELLO STUDIO	PARTECIPANTI	CRITERI DI INCLUSIONE ED ESCLUSIONE	METODO DI RACCOLTA DATI	METODO DI ANALISI DEI DATI	TEMI E CONCETTI EMERSI
B. T. Drury, T. P. Lehman , G. Rayan (February 2017).	Revisione narrativa.	Analizzare le lesioni più comuni alla mano e al polso negli sport da combattimento, con un focus su come prevenirle in maniera efficace.	Sport da combattimento come <i>boxe, karate, taekwondo, judo e mixed martial arts</i> (MMA).	Professionisti e amatoriali che praticano <i>boxe, karate, taekwondo, judo e MMA</i> .	Non specificati.	Lo studio utilizza dati da ricerche esistenti, tra cui studi clinici, case report e revisioni epidemiologiche.	Non viene applicata un'analisi statistica formale, ma si utilizza un'analisi qualitativa delle fonti disponibili.	Lesioni comuni: - <i>boxe</i> : " <i>Boxer's knuckle</i> " e dislocazioni articolazioni CMC; - <i>judo</i> : distorsioni o dislocazioni delle articolazioni di dita e polso; - <i>karate e taekwondo</i> : poca letteratura. Strategie preventive: tecniche di fasciatura e bandaggio, uso di protezioni adeguate, tecnica corretta di pugno, condizionamento fisico, allenamento controllato.
C. P. Melone Jr, D. B. Polatsch, S. Beldner (October 2009).	Revisione clinica retrospettiva.	analizzare le lesioni alla mano più debilitanti per i pugili, focalizzandosi sulla " <i>Boxer's knuckle</i> " e sul " <i>Traumatic Carpal Boss</i> ".	Mondo del pugilato professionistico.	47 pugili professionisti che hanno subito lesioni gravi alla mano. Di questi, 38 hanno presentato un totale di 44 casi di " <i>Boxer's knuckle</i> " e 9 pugili hanno sofferto di " <i>Traumatic Carpal Boss</i> ".	Non specificati.	I dati derivano dall'esperienza clinica e chirurgica degli autori.	Analisi qualitativa dei casi clinici.	Lesioni principali: - " <i>Boxer's knuckle</i> " e " <i>Traumatic Carpal Boss</i> ". Strategie preventive: allenamento e tecnica corretta, tecniche di bendaggio e fasciatura, uso di protezioni adeguate e personalizzate.

T. Menzel , W. Potthast (December 2021).	Studio sperimentale.	Testare l'accuratezza di un nuovo sistema di monitoraggio basato su sensori per rilevare e analizzare il movimento del centro di pressione (CDP) e la distribuzione delle forze sul pugno dei pugili.	Le regioni della mano più soggette a rischio di lesioni sono le ossa carpali radiali, le ossa metacarpali e le falangi.	Un pugile con oltre 10 anni di esperienza.	/	I dati sono stati raccolti utilizzando un sistema di sensori integrati nei guanti da boxe. La validazione del sistema è stata effettuata confrontando le misurazioni con una piastra di forza Kistler.	I dati sono stati elaborati tramite il software MATLAB per l'analisi. Metodo di analisi dei dati: i dati ottenuti sono stati confrontati con quelli della piastra di forza utilizzando: 1)Coefficiente di correlazione di Pearson per valutare l'accuratezza del sistema. 2) Errore quadratico medio (RMSE) per misurare le deviazioni 3) Analisi Bland-Altman per determinare il bias tra le due misurazioni.	- Per tutti i pugni analizzati, il CDP inizia tra la seconda e terza articolazione MCF e si muove in direzione laterale e distale durante l'impatto; -le tecniche semicircolari hanno mostrato una pressione massima localizzata sul quarto e quinto metacarpo, con forze di impatto significative. I pugni rettilinei, invece, distribuiscono la forza principalmente tra il secondo e il terzo metacarpo articolazioni MCF - modifica della tecnica di pugno sulla base del <i>feedback</i> in tempo reale.
I. T. Gatt, T. Allen, J. Wheat (May 2023)	Studio sperimentale a misure ripetute	Determinare l'effetto delle tecniche di	L'aggiunta di nastro rigido può influenzare	18 pugili d'élite maschi membri della squadra nazionale	Criteri di inclusione	Utilizzo di un sistema di tracciamento	Analisi statistica:	- L'aggiunta di nastro rigido al bendaggio tradizionale ha ridotto il movimento

	con un approccio sul campo.	fasciatura sul movimento del polso durante l'impatto, in due tipi di colpi (con braccio piegato e con braccio dritto) in pugili d'élite.	positivamente la stabilità del polso, riducendo il rischio di lesioni acute e croniche.	britannica di pugilato.	<p>1. Pugili maschi d'élite appartenenti alla squadra nazionale britannica.</p> <p>2. Assenza di sintomi all'arto superiore o di infortuni a mano o polso negli ultimi tre mesi.</p> <p>3. Destrimani con postura ortodossa (emilato sinistro anteriore, destro posteriore).</p> <p>Criteri di esclusione</p> <p>1. Pugili con qualsiasi sintomo attuale o precedente di infortuni a mano o polso negli ultimi tre mesi.</p>	elettromagnetico e di una serie di sensori posizionati su mano, avambraccio e braccio dei partecipanti. Svolgimento di test quasi statici e test di impatto nelle varie modalità di bendaggio.	<ul style="list-style-type: none"> - ANOVA a misure ripetute; - test post-hoc di Tukey; - eta squared; - utilizzo del software visual 3D. 	<p>totale attivo del polso durante l'impatto di circa il 25-30% rispetto al solo bendaggio;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il tempo per raggiungere l'angolo di picco del polso è aumentato significativamente con l'aggiunta del nastro rigido alla fasciatura; - l'aggiunta di nastro rigido al bendaggio tradizionale riduce il movimento di flessione e deviazione ulnare del polso durante l'impatto; - l'aggiunta di nastro rigido riduce la necessità di controllo attivo da parte dei muscoli stabilizzatori del polso.
--	-----------------------------	--	---	-------------------------	--	--	---	--