



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A. 2021/2022

Campus Universitario di Savona

**CrossFit & shoulder disorder:
epidemiologia e meccanismi lesionali**

Candidato:

Martinetti Alessio

Relatori:

Caffini Giulia

INDICE

1	ABSTRACT	- 2 -
2	INTRODUZIONE	- 3 -
2.1	<i>Terminologia: CrossFit & co.</i>	- 3 -
2.2	<i>Che cos'è il CrossFit?</i>	- 7 -
2.3	<i>Terminologia: epidemiologia</i>	- 8 -
2.4	<i>Obiettivo dello studio</i>	- 9 -
3	MATERIALI E METODI	- 10 -
3.1	<i>Quesito clinico</i>	- 10 -
3.2	<i>Criteri di Eleggibilità</i>	- 14 -
3.3	<i>Processo di selezione</i>	- 15 -
3.4	<i>Raccolta dati</i>	- 16 -
3.5	<i>Sintesi dati principali</i>	- 17 -
3.6	<i>Risk of bias: valutazione della qualità degli studi</i>	- 17 -
4	RISULTATI	- 18 -
4.1	<i>Selezione degli studi & Analisi RoB</i>	- 18 -
4.2	<i>Caratteristiche degli studi inclusi</i>	- 19 -
4.2.1	<i>Disegno degli studi</i>	- 19 -
4.2.2	<i>Modalità raccolta dati & Analisi lasso di tempo</i>	- 19 -
4.2.3	<i>Questionario</i>	- 20 -
4.2.4	<i>Definizione di "lesione"</i>	- 20 -
4.2.5	<i>Campione</i>	- 21 -
4.3	<i>Epidemiologia & Fattori di rischio</i>	- 21 -
5	DISCUSSIONE	- 29 -
5.1	<i>Caratteristiche degli studi inclusi & Analisi RoB</i>	- 29 -
5.2	<i>Epidemiologia & Fattori di rischio</i>	- 31 -
5.3	<i>Implicazioni pratiche</i>	- 38 -
5.4	<i>Limiti e Studi futuri</i>	- 39 -
6	CONCLUSIONE	- 39 -
7	KEY POINTS	- 39 -
8	INFORMAZIONI AGGIUNTIVE SULL'ELABORATO	- 40 -
8.1	<i>Contributo e contatti</i>	- 40 -
8.2	<i>Istituzione, fondi, conflitti di interesse</i>	- 40 -
9	BIBLIOGRAFIA	- 40 -

1 ABSTRACT

Obiettivo: Lo scopo di questo studio è quello di esaminare l'epidemiologia, i meccanismi lesionali e i fattori di rischio di infortuni alla spalla in chi pratica CrossFit.

Materiali e Metodi: la ricerca è una revisione della letteratura svolta seguendo il modello PICO, sul database PubMed. Un criterio d'inclusione rilevante è che i soggetti avessero praticato CrossFit e non similari tipologie di allenamento. Sono stati estratti i dati, tra cui: sul campione (sesso, età e dati demografici), sul CrossFit (esperienza, frequenza, coaching), sulle caratteristiche degli infortuni (prevalenza, tasso di incidenza, posizione e fattori di rischio).

Risultati: Sono stati inclusi 16 studi osservazionali e 2 revisioni sistematiche. La frequenza degli infortuni nel CrossFit è tra il 19,4% e il 73,5%, mentre la spalla è interessata tra il 16,5% e il 39%. Il tasso generale degli infortuni è compreso tra 0,73/1000 ore e 18,9/1000 ore. Solo un articolo esamina il tasso di infortuni della spalla, compreso tra 1,18 e 1,94/1000 ore. Tra i vari fattori di rischio sembrano particolarmente rilevanti: carichi, genere maschile, coaching, esperienza e livello, frequenza allenamento/esposizione, infortuni precedenti, warm-up e stretching, partecipare a competizioni, attività fisica/sportiva extra, peso ed altezza, periodi/protocolli di adattamento.

Conclusioni: L'allenamento CrossFit ha un tasso di incidenza degli infortuni simile agli sport ad esso correlati: weightlifting, powerlifting e ginnastica. La spalla sembra essere l'articolazione maggiormente lesionata, in particolare pare che i movimenti overhead siano essere quelli più provocativi. La limitata qualità degli studi impedisce di trarre solide conclusioni sui fattori di rischio di infortunio.

2 INTRODUZIONE

CrossFit è una società, fondata nel 2000, da parte di Greg Glassman negli Stati Uniti. Secondo la Official CrossFit Affiliate Map (1), ad oggi ci sono più di 11.000 palestre affiliate in tutto il mondo. CrossFit è composto da un'organizzazione con un brand centrale e una rete di affiliati autorizzati, ovvero le palestre chiamate ufficialmente “box” (2).

2.1 Terminologia: CrossFit & co.

Ci sono diversi termini per denominare questo tipo di allenamento.

Figura 1, tratta da (2): Nascita termini CrossFit & co.

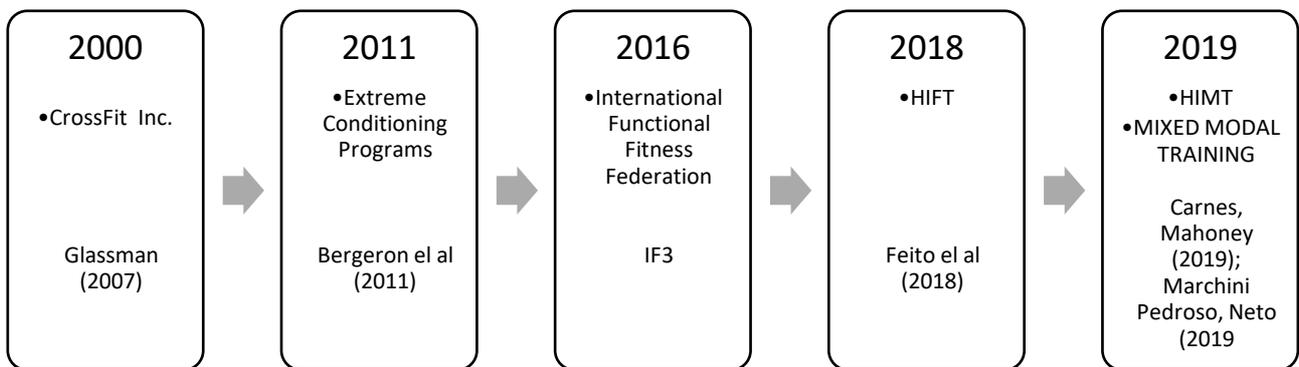


Tabella 1, tratta da (2): Nascita termini CrossFit & co.

Terms	Definition	Reference
CrossFit	CrossFit is a strength and conditioning system built on constantly varied, if not randomized, functional movements executed at high intensity.	CrossFit Inc. Glassman, 2007 (3)
High-intensity multimodal training (HIMT)	HIMT involves exercise programs that mix many different exercise modalities (e.g., weightlifting, powerlifting, gymnastic, calisthenics, plyometric, running, and others) and train multiple physical capacities at the same time (e.g., cardiorespiratory, muscle strength, and flexibility) HIMT encompasses all relevant styles of combined aerobic, resistance and/ or bodyweight training (i.e., HIFT, bodyweight HIIT, CrossFit) performed at a high or vigorous intensity	Carnes and Mahoney, 2019 (4) Sharp et al., 2022 (5)
Extreme conditioning programs (ECP)	High-volume aggressive training workouts that use a variety of high-intensity exercises and often time a maximal number of repetitions with short rest periods between sets.	Bergeron et al., 2011 (6)
Functional fitness	A sport that aims to develop athletes' proficiency across a variety of movement patterns, activities, and energy systems. Training must develop the competency in various realms, including demonstrations of their aerobic capacity, strength, bodyweight endurance, bodyweight skill, mixed modal capacity, and power.	The International Functional Fitness Federation, IF3 (7)
High-intensity functional training (HIFT)	A training style [or program] that incorporates a variety of functional movements, performed at high intensity [relative to an individual's ability], and designed to improve parameters of general physical fitness (e.g., cardiovascular endurance, strength, body composition, flexibility, etc.) and performance (e.g., agility, speed, power, strength, etc.)	Feito et al., 2018 (8)
Mixed modal training	An approach that combines several physical training modalities in a single program	Marchini et al., 2019 (9)

Nella ricerca e nella pratica, si è assistito a un aumento della varietà di termini utilizzati, spesso per descrivere più tipi di allenamento fitness simili, tra cui: “CrossFit”, “allenamento funzionale ad alta intensità” (HIFT), “allenamento multimodale ad alta intensità” (HIMT), “allenamento fitness funzionale” (FFT), “programma di condizionamento estremo” (ECP) e “allenamento modale misto”.

Gli aspetti chiave e generali di questi sono movimenti funzionali costantemente variati, eseguiti ad alta intensità, ma com'è comprensibile, svolgere un allenamento con queste caratteristiche non significa praticare specificatamente CrossFit.

Per utilizzare il termine CrossFit occorre rispettare alcuni aspetti: essere affiliati e il box stesso deve essere legalmente riconosciuto come affiliato ufficiale, la metodologia CrossFit ideata dal brand (classi e/o esercizi ufficiali) e l'inclusione di un trainer CrossFit certificato.

Usare perciò tale termine/marchio senza licenza corrisponde a un'appropriazione indebita.

CrossFit è quindi un termine che nasce dal brand stesso e non dalla ricerca scientifica, e poiché ampiamente utilizzato potrebbe diminuire nelle pubblicazioni nel tempo, principalmente a causa del timore dei ricercatori di possibili azioni legali dalla Società, editori e riviste scientifiche.

Alcune riviste, nel processo di valutazione, chiedono conferma che lo studio incorpori e/o valuti la vera natura del marchio, inclusa la palestra in cui si è svolto il regime di esercizio, classi e/o esercizi ufficiali e un trainer CrossFit certificato (2).

Pertanto, la comunità scientifica ha adottato altri termini, o sotto la guida degli editori e dei revisori della rivista e/o perché gli autori hanno deciso di utilizzare un altro termine per descrivere questo tipo di formazione (2).

Com'è comprensibile, ogni definizione esprime, in un senso o nell'altro una differenza o una mancanza, che non coincide per uno o più aspetti in un'altra definizione, perciò ne sono nate molte. Viene proposto il termine "allenamento fitness funzionale (FFT)" per descrivere nell'insieme questi tipi di allenamenti, caratterizzati da una varietà di schemi di movimento, attività (che includono il sollevamento pesi, forza, condizionamento ginnico, condizionamento metabolico, condizionamento aerobico) e sistemi energetici utilizzati (2).

D'altra parte però, la principale confusione dei programmi definiti “funzionali” (FT: Functional Training, HIFT: High Intensity Functional Training, FF: Functional Fitness) è che spesso si sovrappongono ai programmi tradizionali di forza, potenza, resistenza e flessibilità, oltre alla non consistente differenza tra loro (10).

Tabella 2a, tratta da (10): definizione di FT.

Reference	Definition of functional training
Lajoso-Silva et al. (2021) (11)	FT utilizes multi-articular movements to improve balance, increase muscular power and strength, and enhance conditional and coordinative capacities.
Gali et al. (2021) (12)	FT combines neuromuscular control, joint mobility and stability, central stability, trunk alignment and lower limb joint. Unlike traditional muscle strengthening programs, several joints and muscles are exercised in the three planes of movement during FT, simultaneously challenging the brain and the body.
McLaughlin et al. (2020) (13)	Functional training uses functional activities as the training stimulus and is based on the theoretical concept of task specificity.
Farrokhian et al. (2020) (14)	FT is a set of sports activities that are based on daily routine activities such as walking, climbing up stairs and going down, getting up and sitting down and move light things. FT was focused improving physical fitness such as endurance, strength, flexibility, and balance.
Da Silva-Grigoletto et al. (2020) (15)	FT involves resistance training and associated techniques to develop strength, as well as balance, motor coordination, power, and muscle endurance, increasing the ability of individuals to execute ADL, whether they be simpler tasks of daily living or more complex athletic maneuvers.
Cheng et al. (2020) (16)	A form of training that uses modular movements that involve the recruitment of multiple muscle groups, FT is the only program that combines weightlifting, gymnastics, and metabolic conditioning in one continuous session.
Peterson (2017) (17)	FT is designed to enhance the ability of exercisers to meet the demands of performing a wide range of ADL at home, work, or play without undue risk of injury or fatigue.
Aragao-Santos et al. (2020) (18)	FT is a multicomponent training method, which stimulates different physical capacities in the same session. This training method can be carried out with an emphasis on traditional exercises such as squats to improve the strength of lower limbs (element-based functional training) or using exercises more like daily activities such as carrying actions or sit and get up from the floor (task-specific-based functional training).
La Scala Teixeira et al. (2017) (19)	The development of different physical capacities in an integrated and balanced manner to provide autonomy, efficiency and safety during activities related to ADLs, work and/or sports. For this purpose, FT uses strength exercises generally characterized by integrated, multi-joint/multi-segment, asymmetrical, multi-planes, acyclic, intermittent, speedy, and unstable movements that emphasize core stability.
Fleck and Kraemer (2014) (20)	The training that is meant to increase performance in some type of functional task, such as activities of daily living or tests related to athletic performance. FT could refer to virtually any type of training meant to increase motor performance.
Boyle (2016) (21)	Functional training on the other hand uses many concepts developed by sport coaches to train speed, strength, and power to improve sport performance and reduce incidence of injury.
Boyle (2004) (22)	Functional training can therefore be described as purposeful training. In fact, functional training is more accurately represented as “sports-general” training. Functional training is a system that encourages the training of balance and the balancing of training. It is characterized by actions such as squatting and lunging or pushing and pulling. Functional training is best described as a continuum of exercises that teach athletes to handle their own body weight in all planes of movement.

Tabella 2b, tratta da (10): definizione di HIFT.

Reference	Definition of high-intensity functional training
Feito et al. (2018) (8)	A training style [or program] that incorporates a variety of functional movements, performed at high intensity [relative to an individual's ability], and designed to improve parameters of general physical fitness (e.g., cardiovascular endurance, strength, body composition, flexibility, etc.) and performance (e.g., agility, speed, power, strength, etc.).
Teixeira et al. (2020) (23)	HIFT is a modality characterized by presenting high volumes and training intensities with constantly varied exercises with or without any recovery interval between the series. HIFT training sessions consist of Olympic weightlifting exercises (e.g., clean and jerk, snatch), gymnastics (e.g., lunges and pull-ups) and metabolic conditioning (e.g., running and rowing). In addition to the diversity of functional movements performed in high intensity, HIFT aims to improve physical conditioning variables (i.e., strength, body composition, among others) and performance (i.e., speed, power, among others).
Gomes et al. (2020) (24)	Exercise regimen characterized by high intensity, constant variation, and functional movement is often performed in rapid, successive repetition with limited or no recovery time. HIFT is based on the concept of increased work capacity over time while using a variety of exercise modalities, including mono-structural (e.g., running, rowing, etc.), as well as body weight movements (e.g., squats, push-ups, etc.) and weightlifting derivatives (e.g., snatch, shoulder press, deadlift, etc.).
Browne et al. (2020) (25)	HIFT incorporates many of the same principles as HIIT, including the relatively high work-to-rest intervals. However, HIFT training goes further and weaves multimodal resistance training with cardiovascular exercises. HIFT consists of a variable series of these functional whole-body exercises with little rest, while HIIT consists of unimodal, single-plane movements with distinct periods of low-intensity activity or rest.
Ben-Zeev et al. (2020) (26)	HIFT is a form of physical activity that can be modified to any fitness level and elicits greater muscle recruitment than repetitive aerobic exercises, thereby improving cardiovascular endurance, strength, and flexibility. HIFT emphasizes functional, multi-joint movements via HIIT and muscle-strengthening exercises.

Tabella 2c, tratta da (10): definizione di FF.

Reference	Definition of functional fitness
Thompson (2021) (27) and Tibana et al. (2019) (28)	A trend toward using strength training to improve balance, coordination, muscular strength, and endurance to improve activities of daily living typically for older adults and in clinical populations.
Tibana et al. (2019) (28)	A relatively new form of exercise (also known as HIFT; extreme conditioning programs) that is currently being marketed to a wide range of active (athletes, military) and inactive populations. The competitive functional fitness (e.g., CrossFit [®]) often consists of a variety of training methods, such as weightlifting/powerlifting, repeated gym bodyweight exercises, cardiovascular exercises, sprints, and flexibility mixed to achieve a high global performance.
Peterson (2017) (17)	Functional fitness is a by-product of the synergistic integration of the various components of fitness (physical and neuromuscular) and the muscle groups and joints involved in a movement activity or training effort.

Movimenti/esercizi/attività funzionali sono spesso citati come stimoli allenanti, ma i movimenti non funzionali non sono definiti. Per quanto si sappia, non esiste una definizione concisa dei movimenti funzionali. Inoltre, il termine FT ha avuto origine nella medicina dello sport e, più specificamente, nelle cliniche riabilitative. Le prime definizioni si concentravano sulla riabilitazione per migliorare o sviluppare le abilità associate alle attività della vita quotidiana e, spesso, coinvolgendo gli anziani. In questo contesto, il risultato desiderato è ripristinare (o riabilitare) la funzione neuromuscolare (10).

Sembra perciò esserci una discordanza in letteratura sulla definizione di questi tipi di allenamento. Oltretutto potrebbero essere facilmente classificati come forza, potenza, resistenza, flessibilità e descritti in base agli esercizi specifici utilizzati (ad esempio, allenamento di resistenza tradizionale, esercizi balistici, allenamento continuo e ad intervalli ad alta intensità).

Inoltre, le attività sportive possono essere ampiamente classificate in eventi che richiedono grandi espressioni di forza e potenza (ad esempio, weightlifting, powerlifting e eventi di lancio in atletica leggera) e resistenza (ad esempio, maratona e triathlon)(10).

Infine, molte attività come la corsa sprint di media distanza e gli sport di squadra e da combattimento, caratterizzati da sforzi intermittenti, richiedono combinazioni di alti livelli di forza e potenza, combinate con una capacità aerobica ben sviluppata per le massime prestazioni (10).

Al momento quindi non vi è una definizione né una linea comune sulla terminologia da adottare.

2.2 *Che cos'è il CrossFit?*

Il CrossFit è un programma di condizionamento che include elementi di diverso tipo: weightlifting, , powerlifting, ginnastica, cross training, pliometria, allenamento cardiovascolare e altri esercizi di routine (29).

Gli elementi di questi sport, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, sono ad esempio il clean, jerk e snatch del weightlifting; lo squat e lo stacco del powerlifting; il farmer walk, il tire flip e lo yoke dello strongman; la handstand walk e muscle-up dalla ginnastica. Quindi, mentre prende in prestito elementi da questi sport, il CrossFit è diverso (30), anche perché tali esercizi vengono eseguiti in combinazione tra loro e ad alta intensità, rapidamente e ripetutamente, con poco o nessun tempo di recupero tra le serie (31,32).

L'allenamento è programmato in sessioni giornaliere denominate "workouts of the day" (WODs) (33). Ogni WOD può essere ridimensionato, o scalato. La scalabilità si riferisce non solo alle progressioni del carico, ma anche alle modifiche ai movimenti che comportano maggiore abilità e/o flessibilità. Attraverso l'uso di queste modifiche, individui con diversi livelli di forma fisica, che vanno dal principiante all'avanzato, possono partecipare a un regime di allenamento simile (30).

I WOD di solito vengono completati per tempo: a volte con un limite di tempo, oppure vengono completati quanti più round possibili dell'esercizio entro un determinato periodo di tempo (30).

Questo modello di allenamento ha dimostrato di migliorare la forma cardio-respiratoria, la resistenza, la forza, la potenza, l'equilibrio e la flessibilità, che sono parametri determinanti per la forma fisica e lo stato di salute (33).

Ulteriore elemento, che molti club affiliati promuovono, è il senso di comunità. I partecipanti hanno riferito di aver sperimentato significativamente più connessione, amicizia e affiliazione alla comunità rispetto ad altri sport (34).

Perciò sfida, scalabilità, divertimento, affiliazione e la costante variazione degli allenamenti sono caratteristiche che possono spiegare la crescita esponenziale del CrossFit tra praticanti di diversi livelli di forma fisica, inclusa una vasta gamma di soggetti – come: individui sani, individui obesi e atleti (2).

Date però le caratteristiche del CrossFit pocanzi descritte, sono state sollevate preoccupazioni sul fatto che il CrossFit esponga i partecipanti a un elevato rischio di lesioni muscoloscheletriche (35–37).

2.3 Terminologia: epidemiologia

Si vuole fare chiarezza su alcuni termini *epidemiologici* (38):

- Prevalenza: è la proporzione di persone in una popolazione che hanno una particolare malattia o attributo in un determinato momento o per un determinato periodo di tempo.
 - La “prevalenza puntuale” si riferisce alla prevalenza misurata in un determinato momento. È la proporzione di persone con una particolare malattia o attributo in una data particolare.
 - La “prevalenza di periodo” si riferisce alla prevalenza misurata su un intervallo di tempo. È la proporzione di persone con una particolare malattia o attributo in qualsiasi momento durante l'intervallo.

La prevalenza differisce dall'incidenza in quanto la prevalenza include tutti i casi, sia nuovi che pre-esistenti, nella popolazione al momento specificato, mentre l'incidenza è limitata solo ai nuovi casi.

- Incidenza: il numero di nuovi casi di malattia o infortunio in una popolazione in un determinato periodo di tempo

A sua volta l'incidenza può essere rappresentata come "rischio" o "tasso":

- "Rischio": è la proporzione di una popolazione inizialmente libera da malattia che sviluppa la malattia, subisce lesioni o muore durante un periodo di tempo specificato (solitamente limitato). I sinonimi includono tasso di attacco, proporzione di incidenza, probabilità di ammalarsi e incidenza cumulativa. Nella proporzione di incidenza le persone al numeratore, quelle che sviluppano la malattia, sono tutte comprese nel denominatore (l'intera popolazione).

- *"Tasso"*: o tasso di incidenza o tasso persona-tempo, è una misura dell'incidenza che incorpora il tempo direttamente nel denominatore. Il numeratore del tasso di incidenza è il numero di nuovi casi identificati durante il periodo di osservazione. Tuttavia, il denominatore è diverso. Il denominatore è la somma del tempo in cui ogni persona è stata osservata, sommata per tutte le persone. Questo denominatore rappresenta il tempo totale in cui la popolazione è stata a rischio ed è stata osservata per la malattia. Pertanto, il tasso di incidenza è il rapporto tra il numero di casi e il tempo totale in cui la popolazione è a rischio di malattia.

D'altra parte il tasso d'incidenza può essere visto anche come un tasso di frequenza degli infortuni (39): è il numero di nuovi infortuni rispetto al numero di ore settimanali totali moltiplicate per il numero di settimane di pratica, quindi il tempo di esposizione, su 1000 ore.

- o Odds Ratio (40): è una misura di associazione tra un'esposizione e un outcome. Rappresenta le probabilità che si verifichi un risultato data una particolare esposizione, rispetto alle probabilità che il risultato si verifichi in assenza di tale esposizione. L'odds ratio (OR) può anche essere utilizzato per determinare se una particolare esposizione è un fattore di rischio per un particolare esito e per confrontare l'entità dei vari fattori di rischio per quell'esito.
 - OR=1 L'esposizione non influisce sulle probabilità di risultato
 - OR>1 Esposizione associata a maggiori probabilità di esito
 - OR<1 Esposizione associata a minori probabilità di esito

2.4 *Obiettivo dello studio*

L'obiettivo di questa revisione sistematica della letteratura è stato quello di analizzare gli studi scientifici al fine di stimare le lesioni alla spalla in termini epidemiologici e gli eventuali meccanismi lesionali nella popolazione che pratica CrossFit. Secondariamente è stato scelto anche di analizzare i vari fattori di rischio legati a tali infortuni.

3 MATERIALI E METODI

3.1 Quesito clinico

Al fine di rispondere al quesito clinico è stata condotta una revisione sistematica della letteratura, con ultimo aggiornamento il 13 Marzo 2023, utilizzando il PRISMA-Statement (Preference Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) come linea guida.

Il PRISMA-Statement è stato sviluppato al fine di fornire indicazioni metodologiche precise e riconosciute dall'intera comunità scientifica per la redazione di revisioni sistematiche e metanalisi in ambito sanitario. Esso comprende inoltre una checklist (PRISMA-P) che è servita per elaborare il protocollo nonché usata come base per il lavoro di tesi.

Il PRISMA-P 2015 Checklist è riportato nella Tabella 3.

Il quesito di ricerca è stato posto seguendo il modello PICO (41), il quale è diventato PEO, in quanto: gli studi di interesse sono stati di tipo osservazionale, l'obiettivo della revisione è stato di indagare l'epidemiologia e i possibili fattori eziologici.

- P: coloro che svolgono CrossFit, atleti e popolazione generica
- E: eziologia/meccanismi lesionali
- O: epidemiologia (prevalenza/incidenza)

La banca dati consultata è stata PubMed, la quale comprende al suo interno Medline, un database bibliografico creato e gestito dalla National Library of Medicine (NLM), la Biblioteca Nazionale di Medicina degli Stati Uniti.

Durante la ricerca preliminare si è pensato di consultare anche altri due database (CochraneLibrary e PEDro), che però non hanno portato a risultati utili e quindi non sono stati sfruttati.

La stringa di ricerca è pertanto stata sviluppata tramite l'utilizzo di termini Medical Subject Headings (MeSH) associati a termini liberi, in combinazione con gli operatori booleani AND e OR. Di seguito ne viene riportato il procedimento di costruzione:

- È stata consultata la biblioteca della National Center for Biotechnology Information (NCBI - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/>) al fine di individuare i MeSH Terms riconosciuti dal database.
- Sfruttando la biblioteca NCBI e svolgendo una ricerca preliminare si è cercato di trovare il maggior numero di termini liberi
- In seguito alle indagini preliminari, si è voluto circoscrivere come attività il CrossFit, senza che questa venisse sostituita da altri termini o acronimi che richiamano lo stesso, o similare, approccio di allenamento.
- La stringa di ricerca è stata sviluppata unendo gli indicatori di "Population" "Exposure", "Outcome" tramite l'utilizzo dell'operatore booleano "AND".

Lo sviluppo e la stringa di ricerca finale stessa sono stati riportati anch'essi nella Tabella 3.

Un revisore, nonché l'autore, ha analizzato gli articoli inclusi nella loro interezza, compresa una valutazione della qualità metodologica di questi.

Tabella 3: PRISMA-P 2015 Checklist, Sviluppo e stringa di ricerca.

PRISMA-P 2015 Checklist (42)					
Section/topic	#	Checklist item	Information reported		Line number(s)
			Yes	No	
ADMINISTRATIVE INFORMATION					
Title					
Identification	1a	Identify the report as a protocol of a systematic review	✓		3-4
Update	1b	If the protocol is for an update of a previous systematic review, identify as such		✓	
Registration	2	If registered, provide the name of the registry (e.g., PROSPERO) and registration number in the Abstract		✓	
Authors					
Contact	3a	Provide name, institutional affiliation, and e-mail address of all protocol authors; provide physical mailing address of corresponding author	✓		150-154
Contributions	3b	Describe contributions of protocol authors and identify the guarantor of the review	✓		155-157
Amendments	4	If the protocol represents an amendment of a previously completed or published protocol, identify as such and list changes; otherwise, state plan for documenting important protocol amendments	✓		131-133
Support					
Sources	5a	Indicate sources of financial or other support for the review	✓		158-160
Sponsor	5b	Provide name for the review funder and/or sponsor	✓		158-159
Role of sponsor/funder	5c	Describe roles of funder(s), sponsor(s), and/or institution(s), if any, in developing the protocol	✓		156-157
INTRODUCTION					
Rationale	6	Describe the rationale for the review in the context of what is already known	✓		14-20; 161-172
Objectives	7	Provide an explicit statement of the question(s) the review will address with reference to participants, interventions, comparators, and outcomes (PICO)	✓		8-12; 173-175
METHODS					
Eligibility criteria	8	Specify the study characteristics (e.g., PICO, study design, setting, time frame) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) to be used as criteria for eligibility for the review	✓		71-100
Information sources	9	Describe all intended information sources (e.g., electronic databases, contact with study authors, trial registers, or other grey literature sources) with planned dates of coverage	✓		22-35; 106-109
Search strategy	10	Present draft of search strategy to be used for at least one electronic database, including planned limits, such that it could be repeated	✓		22-68

STUDY RECORDS					
Data management	11a	Describe the mechanism(s) that will be used to manage records and data throughout the review	✓		127-129; 176
Selection process	11b	State the process that will be used for selecting studies (e.g., two independent reviewers) through each phase of the review (i.e., screening, eligibility, and inclusion in meta-analysis)	✓		177-183
Data collection process	11c	Describe planned method of extracting data from reports (e.g., piloting forms, done independently, in duplicate), any processes for obtaining and confirming data from investigators	✓		184-186
Data items	12	List and define all variables for which data will be sought (e.g., PICO items, funding sources), any pre-planned data assumptions and simplifications	✓		114-122
Outcomes and prioritization	13	List and define all outcomes for which data will be sought, including prioritization of main and additional outcomes, with rationale	✓		119-121; 187-189
Risk of bias in individual studies	14	Describe anticipated methods for assessing risk of bias of individual studies, including whether this will be done at the outcome or study level, or both; state how this information will be used in data synthesis	✓		124-125
DATA					
Synthesis	15a	Describe criteria under which study data will be quantitatively synthesized			NA
	15b	If data are appropriate for quantitative synthesis, describe planned summary measures, methods of handling data, and methods of combining data from studies, including any planned exploration of consistency (e.g., I^2 , Kendall's tau)			NA
	15c	Describe any proposed additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression)			NA
	15d	If quantitative synthesis is not appropriate, describe the type of summary planned			NA
Meta-bias(es)	16	Specify any planned assessment of meta-bias(es) (e.g., publication bias across studies, selective reporting within studies)			NA
Confidence in cumulative evidence	17	Describe how the strength of the body of evidence will be assessed (e.g., GRADE)			NA

*NA: Not Applicable

Sviluppo e stringa di ricerca.

Quantità limitata di articoli:

- Stringa: CrossFit
 - o PubMed: 306
 - o CochraneLibrary: 70 (Trials)
 - o PEDro: 8 (Trials)

- Stringa: (Crossfit) AND (injur*) AND (shoulder*)
 - o PubMed: 36 articoli
 - o CochraneLibrary: 2 articoli (Trials)

- Stringa: (crossfit[Title/Abstract]) OR ((crossfit) AND ("High-Intensity Functional") OR ("high-intensity multimodal") OR ("functional fitness") OR ("High-intensity interval"))
 - o PubMed: 292
 - o CochraneLibrary: 70 (Trials)

Sfruttando quindi la ricerca su PubMed.

- Popolazione: Crossfit; Intensity Functional; high-intensity multimodal; functional fitness; High-intensity interval; cross training → per una maggiore sensibilità della ricerca: Crossfit; high-intensity; Cross*
- Disordini Spalla: injur*; disorder*; tear*; lesion; degeneration; tendon injuries[MeSH Terms]; tendinit*; tendonos*; tendinopath*; enthesopath*; tenosynovit*; bursitis[MeSH Terms]; bursit*; dislocation; luxation; subluxation; fractur*; syndrome*; impingement; outlet; scapula[MeSH Terms]; scapula*; instabilit*; dyskines*; kinematic*; movement*; control*; shoulder*; shoulder pain[All Fields]; SLAP; Labral; labrum; Gleno; "rotator cuff"; Bankart; Hill-Sachs"; Coracohumeral; coracoid*; subacromial;
- Eziologia: shoulder injuries/etiology[MeSH Terms]; shoulder pain/etiology[MeSH Terms]; Causality[MeSH Terms]; Causation; Causaliti*; Factor*; Etiology; ((mechanism*) AND (injur*))
- Epidemiologia: shoulder injuries/epidemiology[MeSH Terms]; shoulder pain/epidemiology[MeSH Terms]; incidence; frequency; prevalence; Risk; Epidemiology; Odd*; Ratio; Rate; Likelihood;

(Popolazione) AND (Disordini Spalla) AND (Eziologia OR Epidemiologia)

((((crossfit[Title/Abstract]) OR ((crossfit) AND ("High-Intensity") OR (cross*) OR ("functional fitness")))) AND (((shoulder injuries/epidemiology[MeSH Terms]) OR (shoulder pain/epidemiology[MeSH Terms]) OR (incidence) OR (frequency) OR (prevalence) OR (Risk) OR (Epidemiology) OR (Odd*) OR (Ratio) OR (Rate) OR (Likelihood)) OR ((shoulder injuries/etiology[MeSH Terms]) OR (shoulder pain/etiology[MeSH Terms]) OR ((mechanism*) AND (injur*)) OR (causation) OR (causaliti*) OR (factor*) OR (etiology) OR (Causality[MeSH Terms])))) AND (((injur*) OR (disorder*) OR (tear*) OR (lesion) OR (degeneration) OR (tendon injuries[MeSH Terms]) OR (tendinit*) OR (tendonos*) OR (tendinopath*) OR (enthesopath*) OR (tenosynovit*) OR (bursitis[MeSH Terms]) OR (bursit*) OR (dislocation) OR (luxation) OR (subluxation) OR (fractur*) OR (syndrome*) OR (impingement) OR (outlet) OR (scapula[MeSH Terms]) OR (scapula*) OR (instabilit*) OR (dyskines*) OR (kinematic*) OR (movement*) OR (control*)) AND (shoulder*)) OR ("shoulder pain"[All Fields]) OR (SLAP) OR (Labral) OR (labrum) OR (Gleno) OR ("rotator cuff") OR (bankart) OR ("Hill-Sachs") OR (Coracohumeral) OR (coracoid*) OR (subacromial))

Totale risultati su PubMed: 40

3.2 Criteri di Eleggibilità

Sono stati inclusi gli studi su popolazione umana, riguardanti la prevalenza e l'incidenza dei disordini alla spalla nei soggetti che praticano CrossFit. Non vi sono restrizioni per: numerosità del campione, età dei partecipanti, tempi minimi di follow up, percentuali massime di persi al follow up, tipo di setting.

Gli studi sono risultati eleggibili se riportavano i valori di prevalenza o incidenza dei disordini alla spalla nella popolazione dei praticanti di CrossFit e se erano scritti in inglese, completi e conclusi.

È stato apportato come limite temporale alla ricerca l'anno 2000, data in cui nasce la suddetta azienda.

Per quanto descritto inizialmente sulla discordanza delle definizioni in letteratura, e nonché nell'utilizzo di queste per definire altri sport/metodi di allenamento, come per il CrossFit definendolo "HIIT, HIFT, FT, etc..", si è deciso di includere studi contenenti sia il termine CrossFit che i termini sostitutivi/associati (come: High-Intensity Training; Cross Training; Functional Fitness Training; e perciò tra i più frequenti acronimi: HIFT, HIIT). Rimane però vincolante il fatto che i soggetti abbiano praticato esplicitamente CrossFit e non altre modalità di allenamento simili.

Sono stati esclusi gli studi dove la popolazione di riferimento non ha praticato esplicitamente CrossFit. Vengono esclusi gli studi di tipo sperimentale, cross-sectional con confronto indipendente e cieco con lo standard diagnostico, case series, case report e revisioni non sistematiche.

Sono stati oggetto d'indagine (outcome) i valori epidemiologici di prevalenza/incidenza, eventuali meccanismi lesionali e fattori di rischio.

Inoltre, non è stata effettuata alcuna ricerca aggiuntiva, come quella della letteratura grigia, rispetto a quella descritta.

3.3 Processo di selezione

Sono stati individuati 40 articoli dalla stringa di ricerca finale, di questi 1 è stato escluso perché duplice, 7 sono stati esclusi dallo screening del Titolo. Dei 32 articoli, 3 non erano reperibili e 7 sono stati esclusi dallo screening dell'Abstract. Dei 22 studi rimanenti, sono stati esclusi 4 articoli per motivi aggiuntivi. In totale gli studi inclusi corrispondono a 18.

Di seguito "PRISMA 2020 flow diagram" (43) mostra il processo di selezione degli articoli (Figura 2).

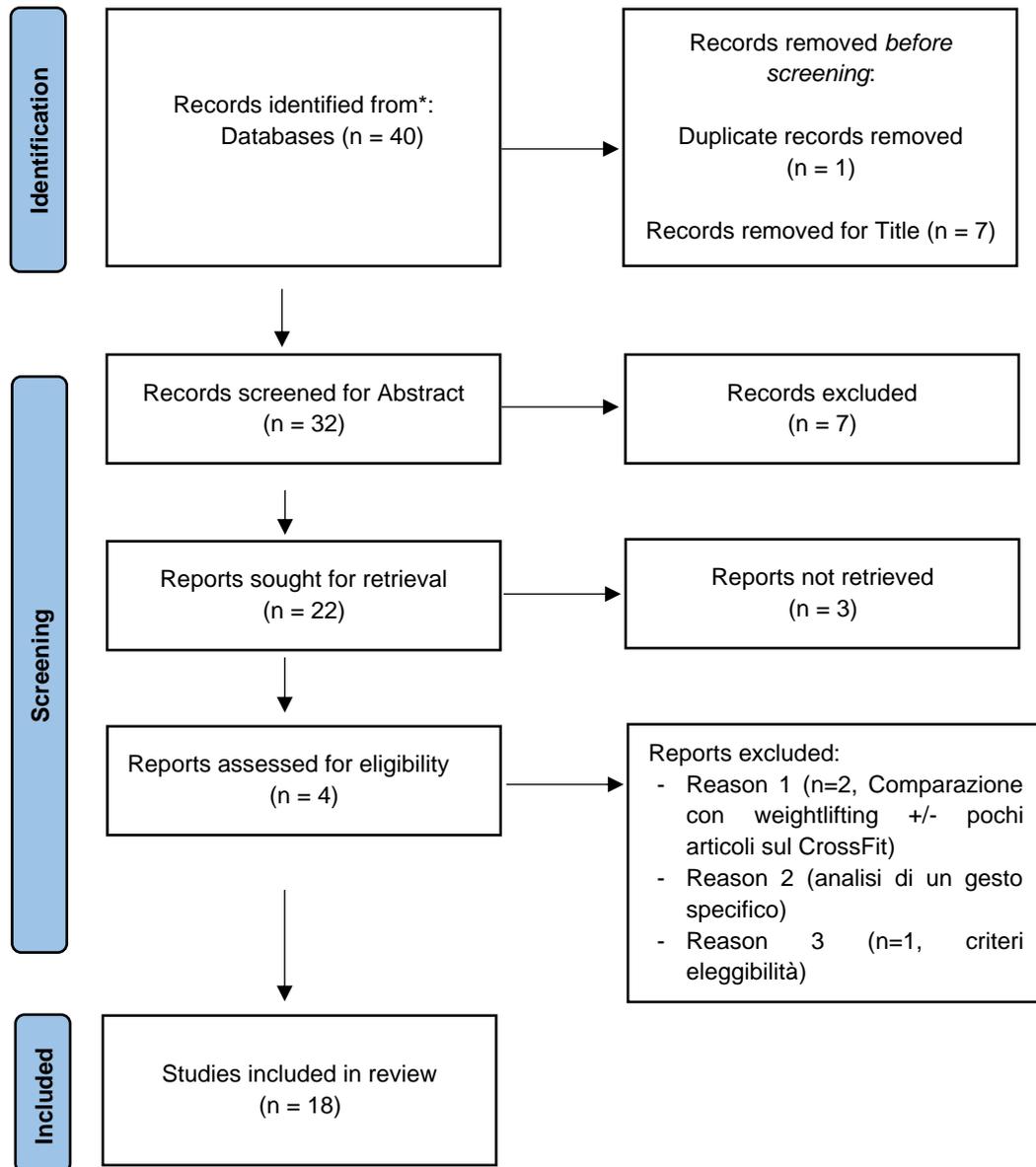


Figura 2.

3.4 Raccolta dati

Dopo la selezione degli studi, questi sono stati analizzati estraendo tutte le informazioni rilevanti che ne avrebbero successivamente consentito il confronto.

Per gli studi osservazionali tali informazioni erano relative a:

1. Dati pubblicazione: autore, anno, disegno di studio.
2. Caratteristiche/informazioni del questionario.
3. Definizione di "lesione".
4. Necessità di assistenza del personale medico.
5. Informazioni descrittive dei partecipanti: numerosità, sesso, età, altezza, peso, BMI.
6. Esperienza/Livello nel CrossFit.
7. Presenza del trainer.
8. Frequenza e durata allenamenti.
9. Epidemiologia: incidenza/prevalenza, infortuni precedenti, area degli infortuni riportati: con focus sulla spalla.
10. Potenziali fattori di rischio: eventuali Odds Ratio
11. Principale risultato dello studio
12. Conflitti di interesse e fonte di finanziamento.

Per le revisioni sistematiche tali informazioni erano relative a:

1. Dati pubblicazione: autore, anno, disegno di studio
2. Ricerca: termine CrossFit e similari
3. N° articoli e tipologia
4. Dati Estratti
5. Strumento di Critical Appraisal e Qualità degli studi
6. Esperienza/Livello nel CrossFit
7. Presenza del trainer.
8. Frequenza: N° allenamenti; Ore/Settimana durata allenamenti
9. Documentazione lesioni
10. Campione
11. Epidemiologia: incidenza/prevalenza, infortuni precedenti, area degli infortuni riportati: con focus sulla spalla.
12. Fattori di rischio, Cause e Caratteristiche
13. Principale risultato
14. Conflitti di interesse; Fonte di finanziamento

La specifica di tutte queste variabili, estratte da ciascuno studio, è espressa nel dettaglio nella Tabella 4, sezione Risultati.

3.5 Sintesi dati principali

Le variabili in studio sono state amministrare dall'autore tramite l'utilizzo di una tabella mediante il software Excel di Microsoft. Successivamente i dati estratti sono stati confrontati tra loro. Il software Zotero è stato utilizzato per la gestione degli articoli e della bibliografia.

3.6 Risk of bias: valutazione della qualità degli studi

La valutazione del Risk of Bias (RoB) degli studi inclusi in questa revisione sistematica è stata condotta tramite lo strumento standardizzato sviluppato dal "The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Tools – JBI Tools". Per gli studi osservazionali si è scelto il tool dedicato agli studi di prevalenza (Tabella 5) perché più generico, è stata fatta questa scelta poiché diversi articoli retrospettivi hanno definito il proprio disegno di studio "cross-sectional" con o senza il termine "retrospettivo" ma progettati per fare una valutazione delle lesioni al tempo dello studio in un'indagine indietro nel tempo. Per le revisioni sistematiche è stato utilizzato il dedicato JBI tool (Tabella 6).

In entrambi i casi sono state riportate le risposte differenziate nelle 4 categorie possibili (Y=Yes; N=No; Un=Unclear; NA=Not Applicable) senza dare una valutazione del rischio di bias in termini qualitativi.

Tabella 5: esemplificazione della Checklist JBI-Tools per gli studi sulla prevalenza (44)

Questions	Yes	No	Unclear	Not Applicable
1. Was the sample frame appropriate to address the target population?				
2. Were study participants recruited in an appropriate way?				
3. Was the sample size adequate?				
4. Were the study subjects and setting described in detail?				
5. Was data analysis conducted with sufficient coverage of the identified sample?				
6. Were valid methods used for the identification of the condition?				
7. Was the condition measured in a standard, reliable way for all participants?				
8. Was there appropriate statistical analysis?				
9. Was the response rate adequate, and if not, was the low response rate managed appropriately?				

Tabella 6: esemplificazione della Checklist JBI-Tools per le revisioni sistematiche (45).

Questions	Yes	No	Unclear	Not Applicable
1. <i>Is the review question clearly and explicitly stated?</i>				
2. <i>Were the inclusion criteria appropriate for the review question?</i>				
3. <i>Was the search strategy appropriate?</i>				
4. <i>Were the sources and resources used to search for studies adequate?</i>				
5. <i>Were the criteria for appraising studies appropriate?</i>				
6. <i>Was critical appraisal conducted by two or more reviewers independently?</i>				
7. <i>Were there methods to minimize errors in data extraction?</i>				
8. <i>Were the methods used to combine studies appropriate?</i>				
9. <i>Was the likelihood of publication bias assessed?</i>				
10. <i>Were recommendations for policy and/or practice supported by the reported data?</i>				
11. <i>Were the specific directives for new research appropriate?</i>				

4 RISULTATI

4.1 Selezione degli studi & Analisi RoB

La banca dati indagata ha prodotto un risultato complessivo di 40 articoli. In seguito è stato eliminato 1 articolo essendo un duplicato, e 7 studi dallo screening per Titolo, rimanendo così 32 articoli. Al successivo screening per Abstract ne sono stati esclusi altri 7, sono risultati perciò 25 articoli idonei. Sono stati eliminati 3 articoli perché non disponibili, ed esclusi 4 articoli dalla lettura del Testo per diversi motivi: 2 articoli per comparazione con weightlifting ma pochi articoli sul CrossFit, 1 per l'analisi di un gesto specifico, e 1 per i criteri eleggibilità. Complessivamente sono stati inclusi 18 articoli.

I 18 studi selezionati sono stati sottoposti ad un'analisi qualitativa e alla valutazione del RoB.

Gli studi inclusi in questa revisione sistematica sono: 15 studi retrospettivi, 1 studio prospettivo e 2 revisioni sistematiche.

Gli studi osservazionali sono stati valutati come studi di prevalenza ed è stato sfruttato il dedicato tool del "The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Tools – JBI Tools" (Tabella 5), anche per le revisioni sistematiche è stato utilizzato il dedicato tool della JBI (Tabella 6).

Gli studi osservazionali inclusi sono stati considerati aventi dei rilevanti bias, invece le revisioni sistematiche sono state considerate aventi delle lacune metodologiche, sebbene non di notevole peso. Tali informazioni sono esposte nella Tabella 4.

4.2 *Caratteristiche degli studi inclusi*

4.2.1 *Disegno degli studi*

In generale, la maggior parte di questi studi (n = 15) sono studi di natura retrospettiva, sebbene più precisamente 6 studi si sono identificati come retrospettivi, 2 come cross-sectional, 6 come cross-sectional retrospettivi, 1 come descrittivo epidemiologico osservazionale. I rimanenti studi sono 1 studio prospettivo e 2 revisioni sistematiche.

Le due revisioni sistematiche contenevano un numero diverso di articoli. Una (46) conteneva 12 studi in totale, dei quali: 8 cross-sectional, 3 case-studies e 1 osservazionale. L'altra (33) conteneva 25 studi in totale, dei quali: 20 cross-sectional, 4 coorte e 1 non definito – gli studi erano retrospettivi, ad eccezione di 3 condotti in modo prospettivo.

Inoltre alla valutazione del RoB: una (46) ha utilizzato la “National Institute of Health” indicando che 11 studi hanno una qualità “scarsa” e 1 “moderata”, l'altra (33) ha usato la Quality Assessment Tool indicando che la qualità degli studi era “scarsa”.

4.2.2 *Modalità raccolta dati & Analisi lasso di tempo*

Per gli studi osservazionali retrospettivi (n=15), i dati sono stati acquisiti per la maggior parte degli studi (n=10) tramite un questionario digitale auto-riportato, 2 studi hanno utilizzato la revisione di cartelle cliniche, 1 studio ha sfruttato come modalità l'intervista, e 2 studi non l'hanno specificato. L'unico studio prospettivo ha utilizzato una modalità mista (questionario cartaceo auto-riportato e uno online per follow up).

L'analisi degli infortuni è stata eseguita retrospettivamente da 15 studi, di cui: 1 studio non ha impostato un limite di tempo, 4 studi nei 6 mesi precedenti, 2 studi nei 12 mesi precedenti, 1 studio nei 12 mesi precedenti ed eseguito in anni consecutivi, 2 studi annualmente in anni successivi, e 5 studi non l'hanno specificato.

L'unico studio prospettivo ha analizzato gli infortuni nelle successive 12 settimane.

Nelle due revisioni sistematiche, sono stati utilizzati dei termini di ricerca, tra questi vi erano: HIFT, HIPT, CrossFit, Cross Training, injuries, pain, disease (46); “high-intensity functional training”, “CrossFit”, “athletic injuries” and “injury” (33).

Inoltre solo quest'ultima (33) ha determinato la modalità di raccolta dei dati degli studi inclusi: 4 attraverso cartelle cliniche di ospedali o cliniche di medicina dello sport, mentre il resto ha raccolto i dati conducendo sondaggi auto-riportati stampati o elettronici.

4.2.3 Questionario

Per gli studi osservazionali retrospettivi (n=15), i dati sono stati acquisiti per la maggior parte degli studi (n=10) tramite un questionario digitale auto-riportato, di cui 7 hanno riportato di aver inviato il sondaggio anche in forum online o social network. Inoltre, 2 studi hanno utilizzato la revisione di cartelle cliniche, 1 studio ha sfruttato come modalità l'intervista, e 2 studi non l'hanno specificato. L'unico studio prospettico ha utilizzato una modalità mista (questionario cartaceo auto-riportato e uno online per follow up).

4.2.4 Definizione di "lesione"

Dagli studi osservazionali, si denota che la definizione di "lesione" non è univoca:

- 4 studi utilizzano: "Qualsiasi nuovo dolore o sensazione muscoloscheletrica risultante da un allenamento CrossFit e che ha portato a 1 o più dei seguenti eventi: (I) rimozione totale dall'allenamento CrossFit e altre attività fisiche di routine al di fuori per più di 1 settimana; (II) modifica delle normali attività di allenamento in durata, intensità o modalità per più di 2 settimane; (III) e qualsiasi disturbo fisico abbastanza grave da giustificare una visita a un professionista della salute.
- 2 studi utilizzano: "Qualsiasi danno subito durante l'allenamento che ha impedito al partecipante di allenarsi, lavorare o competere in qualsiasi modo e per qualsiasi periodo di tempo".
- 2 studi hanno utilizzato: "Un cambiamento dello stato di salute attuale in uno stato meno salutare come risultato diretto della partecipazione all'allenamento CrossFit".
- 2 studi hanno utilizzato: "Danno fisico a una parte del corpo che ha causato la perdita o la modifica di una o più sessioni di allenamento o ha ostacolato le attività quotidiane".
- 5 studi hanno utilizzato delle definizioni diverse tra loro e tra quelle elencate
- 1 studio non ha esplicitato la definizione

Anche una revisione ne esprime l'eterogeneità nei suoi studi inclusi.

Inoltre solo 6 articoli hanno espresso che non vi è stata alcuna convalida medica delle lesioni. Solamente 7 studi categorizzano le lesioni per gravità e/o tipologia, sebbene questo non venga fatto in maniera univoca.

9 studi hanno indicato che i soggetti lesi hanno avuto la necessità di assistenza sanitaria: di questi, 6 hanno espresso il tipo di professionista sanitario e/o il trattamento.

4.2.5 Campione

Rispetto ai 16 studi osservazionali, la numerosità campionaria è eterogenea (da 115 a 3049 soggetti), per un totale di 8744 partecipanti.

Il genere è suddiviso per 15 studi (1 studio di n=187 soggetti non ha indicato il genere), dove vi sono 3856 femmine (45%) e 4701 maschi (55%).

L'età non viene chiaramente definita come media da 3 studi, invece di quelli che l'hanno indicata vi sono 6 studi che non esprimono la deviazione standard (DS). In generale la media è di 30 anni.

L'altezza non viene indicata da 6 articoli, invece di quelli che la stabiliscono vi sono 2 studi che non esprimono la DS. Considerando solo la media riportata degli studi, l'altezza media è di 171,5cm.

Il peso non viene indicata da 6 articoli, invece di quelli che lo stabiliscono vi sono 2 studi che non esprimono la DS. Considerando solo la media riportata degli studi, il peso medio è di 74kg.

Il BMI non viene indicato da 6 articoli, 1 articolo lo stabilisce come range, invece di quelli che lo definiscono vi sono 4 studi che non esprimono la DS. Considerando solo la media riportata degli studi, il BMI medio è di 24,69 kg/m².

L'esperienza nel CrossFit non viene indicata da 2 studi, 4 articoli hanno indicato il periodo medio di esperienza. Invece 6 articoli hanno indicato il periodo di pratica in range temporale: 0-6 mesi o 0-12 mesi, 6-12 mesi, più di 12 mesi o 12-24mesi, più di 24 mesi.

La presenza del trainer è stata esplicitata in 5 studi.

Solo 2 studi non indicano frequenza e durata degli allenamenti. In generale i partecipanti si sono allenati 4-5gg/sett, per una durata degli allenamenti di almeno 60 minuti.

Per le due revisioni: una (46) ha indicato che il campione è stato ampio ed eterogeneo, da 1 a 449; l'età variava dai 17 ai 69 anni; l'esperienza di allenamento nel CrossFit è stata eterogenea: <1anno in 6 studi, >1anno in 7 studi, agonisti in gare in 3 studi, e non agonisti con >2anni in 3 studi.

L'altra (33) ha indicato complessivamente 12079 soggetti ed il campione è stato eterogeneo perché variava da 54 a 3049; per il genere: 6.454 maschi e 4.940 femmine (2 studi non l'hanno indicato); l'età in media variava da 25,2 e 38,8 anni.

4.3 Epidemiologia & Fattori si rischio

Degli studi osservazionali, 5 articoli hanno usato valori di prevalenza, indicando che tra il 19,4% e il 73,5% dei soggetti, che hanno praticato CrossFit, hanno subito almeno un infortunio. 4 di questi articoli hanno indicato la spalla come l'articolazione più colpita: essa è stata coinvolta tra il 16,5% e il 35,9% degli infortuni. 2 studi hanno definito una maggior prevalenza nel sesso maschile, ed ulteriori 2 studi associano le lesioni tra il 32,2% e il 38,4% a precedenti infortuni. 2 studi hanno indicato che tra il 50% e l'84% degli infortuni hanno portato a ridurre/modificare il regime di allenamento.

Solo 1 studio non si esprime in termini di frequenza, indicando comunque che il 26% degli atleti ha subito almeno un infortunio e che la spalla, articolazione più colpita, è stata coinvolta nel 22,6% degli infortuni.

13 articoli hanno usato valori di incidenza, di questi, 7 hanno indicato che tra il 30,5% e il 59,2% dei soggetti, che hanno praticato CrossFit, hanno subito almeno un infortunio. 8 di questi articoli hanno indicato la spalla come l'articolazione più colpita: essa è stata coinvolta tra il 19% e il 39% degli infortuni. Dei 13 articoli: 9 hanno espresso l'incidenza come tassi d'infortunio, il quale varia tra il 0,73 lesioni su 1000 ore di allenamento e 18 lesioni su 1000 ore di allenamento; 3 studi hanno definito una maggiore incidenza nel sesso maschile; ed 1 solo studio ha associato le lesioni alla spalla per il 38,6% a precedenti infortuni.

Una revisione (46) ha indicato che: l'incidenza dei soggetti infortunati varia dal 19% al 73,5%; la maggior parte delle lesioni sono state alla spalla (9 studi); il tasso di infortuni riportato dagli studi inclusi era simile, variando da 2,1/1000 ore di allenamento a 3,1/1000 ore;

L'altra (33) ha indicato che: la prevalenza media delle lesioni muscoloscheletriche era del 35,3% (che variava dal 12,8% al 73,5% tra gli studi); la spalla (26% delle lesioni totali) - ed è stata considerata l'area più colpita da 11 studi; il tasso di incidenza variava tra 0,2 e 18,9 per 1000 ore.

10 articoli osservazionali hanno utilizzato gli Odds Ratio, di questi: 4 articoli considerano l'aver o non partecipato a delle competizioni, in questa revisione è stato indicato rispettivamente come "agonisti" e "amatori": 1 studio ha identificato che gli agonisti hanno avuto una probabilità maggiore di infortuni (OR = 1,937); 2 studi hanno individuato che gli amatori hanno avuto una probabilità di infortunio maggiore (OR=2,64) e (OR: 2.96); 1 studio ha espresso essere un fattore non significativo. 2 studi hanno valutato l'attività fisica/sportiva extra: entrambi hanno identificato che chi ha svolto attività fisica al di fuori di CrossFit ha avuto una probabilità di infortunio maggiore (OR: 2,311) e (OR=1.172).

5 studi hanno esaminato l'esperienza nel CrossFit: 1 articolo ha individuato che un'esperienza tra i 0 e i 6 mesi comporta una probabilità di infortunio maggiore (OR=3.69). In accordo, 1 studio ha espresso che l'aumento di 1 anno nell'esperienza del CrossFit è risultato essere un fattore protettivo (OR, 0,7). Viceversa 2 studi hanno indicato che l'aumento dell'esperienza comporta un aumento della probabilità di infortunarsi (OR = 1,14) e (OR: 3,26) nonché quest'ultimo anche un livello di atletismo in grado di competere nelle competizioni (OR: 2,63 - 7,27). 1 studio ha identificato che gli atleti esperti hanno avuto meno infortuni rispetto ai soggetti con esperienza <12 mesi, in proporzione al tempo, ma hanno avuto più eventi in assoluto rispetto alle altre due categorie.

5 studi hanno esaminato l'esposizione settimanale: 1 articolo ha espresso che l'aumento dell'esposizione settimanale ha aumentato le probabilità di infortunio (OR: 1,17), in accordo 2 studi hanno indicato che l'aumento dell'esposizione, >11ore/sett, comporta un aumento della probabilità di lesione (OR: 2,27), come anche chi si è allenato 3-5gg/sett (OR: 1,21).

Viceversa 1 studio ha delineato che chi si è allenato 2 o meno volte a settimana ha avuto una maggiore probabilità di infortunio (OR = 3,24) rispetto a quelli che si allenavano 3 o più volte a settimana. 1 studio ha espresso essere un fattore non significativo.

Il sesso viene analizzato da 3 studi: 1 articolo identifica che, per gli infortuni alla spalla, il sesso maschile ha una probabilità maggiore di infortunio (OR: 2,79). Viceversa 2 studi indicano la non significatività, di cui 1 anche la non relazione (OR: 1,04).

Vi sono ulteriori fattori considerati: 1 studio ha indagato il BMI, indicando che non è significativo. 2 studi hanno considerato l'età: uno (OR: 0,979), e 2 hanno espresso la non significatività. 1 studio ha analizzato i carichi di allenamento alternati (OR: 3,5) e come prescritti – "Rx" (OR: 2.4), nonché le lesioni precedenti (OR: 3,2). 1 studio ha espresso che lo stretching prima dell'allenamento aumenta la probabilità (OR: 1.64). 1 articolo ha delineato la non significatività per il riscaldamento (P=0,08) né per il defaticamento (P=0,06). 1 articolo ha espresso la non significatività tra soggetti che prima erano sedentari e che era attivo, ma gli infortuni sono stati più frequenti nei sedentari. 1 studio ha identificato che chi si riposa meno o uguale a 3gg/sett ha una probabilità maggiore (OR: 1.29). 1 studio ha espresso che interrompere l'allenamento mentre si prova dolore acuto diverso dal DOMS ha ridotto il rischio di lesioni (OR: 0,54) e che l'esecuzione di esercizi isometrici durante il riscaldamento ha ridotto la probabilità di lesioni (OR = 0,563)

Le due revisioni sistematiche hanno considerato i possibili fattori di rischio.

Una (46) ha determinato che: sono rilevanti i gesti del weightlifting, soprattutto i movimenti overhead (shoulder press, snatch, squat overhead, etc.); gli infortuni pregressi sono un fattore di rischio rilevante (6 studi), mentre (4 studi) lo ha fatto non riportando queste informazioni; l'esperienza di allenamento nel CrossFit sembra un confondente; il motivo degli infortuni sembra avere un comune denominatore, che può essere ben definito con: sovrallenamento, tecnica scadente o carichi di allenamento superiori alle possibilità degli atleti.

L'altra (33) ha determinato che la stragrande maggioranza degli infortuni è stata causata da movimenti di sollevamento pesi, in particolare i seguenti esercizi: deadlift, snatch, clean and jerk, squat e overhead press; inoltre la maggior esperienza, lesioni precedenti, maggiore frequenza settimanale degli allenamenti, la partecipazione alle gare e il sesso maschile sono tutti fattori correlati alle lesioni; infine, altri fattori come l'età avanzata, un indice di massa corporea maggiore, la mancanza di supervisione da parte del trainer, lo stretching prima della pratica di CrossFit, l'alternanza di diversi carichi di allenamento, e la mancata visita regolare di un fisioterapista sono stati menzionati anche come elementi di rischio associati.

Di seguito viene riportata la Tabella 4, suddivisa in quattro sezioni, dove vengono riassunti i risultati. Infine, vi sono due tabelle dove viene esplicitata la definizione di "lesione" ed eventuali informazioni aggiuntive a riguardo.

Autore e anno pubblicazione	Paul Taro Hak et al., 2013 (47)	Benjamin M. Weisenthal et al., 2014 (35,48) 31.05.2023 07:06:00	Ryan J. Summitt et al., 2016 (49)	Alicia M. Montalvo et al., 2017 (30)	Mirwais Mehrab et al., 2017 (37)	Yuri Feito et. al., 2018 (50)	Beatriz Minghelli et al., 2019 (31)
Disegno dello studio	Cross-sectional, retrospettivo	Descrittivo epidemiologico: cross-sectional, retrospettivo	Descrittivo: cross-sectional, retrospettivo	Retrospettivo	Descrittivo epidemiologico, retrospettivo	Descrittivo epidemiologico: cross-sectional, retrospettivo	Epidemiologico: cross-sectional
Modalità di raccolta degli infortuni; Analisi lasso di tempo	Sondaggio online; ND	Sondaggio online; 6 mesi precedenti	Sondaggio online; 6 mesi precedenti	Sondaggio online; 6 mesi precedenti	Sondaggio online; 12 mesi precedenti	Sondaggio online; 12 mesi precedenti	Intervista 6-12 mesi precedenti
Assistenza personale medico	7% intervento chirurgico	ND	ND	Il 42% degli infortuni ha richiesto cure mediche	ND	ND	Il 71,8% dei feriti: 46,4% fisioterapia; 23,2% riposo e farmaci; 14,3% terapie non convenzionali; 12,5% immobilizzati; 1,8% intervento chirurgico; e 1,8% altro.
n° soggetti; sesso; età; Altezza, Peso, BMI	132 F(43,7%); M(56,3%) 32,3 anni ND	386 F(39,4%); M(60,6%) Fascia 18-29aa: 42% ND	187 ND 18-≥31 25.1 kg/m2	191 F(51%); M(49%) 31.69 ± 9.40 anni 1.68 ± 0.10m; 74.32 ±15.49kg;	449 F(40.8%); M(59.2%) 31.9 ± 8.3 anni 177.0 ± 9.2cm; 76.8 ± 12.8kg; 24.4 ± 2.8kg/m2	3049 F(48,6%); M(51,4%) 36,8 ± 9,8 anni ND	270 F(29,5%); M(70,5%) 30,67 ± 8,04 anni ND
Esperienza/Livello nel CrossFit	18,6 mesi.	0-6 mesi (35,2%),	>1anno (83%)	media 2.04 ± 1.65anni	0-6 mesi (19,6%); 6-12 mesi (21,8%), 12-24 mesi (28,5%), >24 mesi (30,1%).	<1anno (22.0%); 1-3anni (36.6%); >3anni (41.4%)	6 mesi-1 anno (42,2%) 1-2 anni (39,3%); 2-4 anni (16,7%); 4-6 anni (1,5%); 9-10 anni (0,4%).
Presenza del trainer	ND	57%	ND	Sì	ND	ND	ND
Frequenza	5,3 ore/sett.	4-5 gg/sett (72,8%).	5,48 ore/sett	5.49 ± 4.48 ore/sett 4.39 ± 1.31 gg/set	3.9 ± 1.3 gg/sett	<3gg/sett (9.0%); 3-5gg/sett (52.6%); >5gg/sett (38.4%)	3,64±1,28 gg/sett
Epidemiologia	Il 25,8% alla spalla; 3,1/1000 ore	Il 19,4% ha subito almeno 1 infortunio; Il 25% alla spalla; 2,4/1000 ore	Il 23,5% alla spalla; 1,18-1.94/1000 ore	Il 22,6% alla spalla; 2,3/1000 ore	Il 56,1% ha subito almeno 1 infortunio; Il 28,7% alla spalla;	Il 30,5% ha avuto una lesione; Il 39% alla spalla;	Il 22,6% ha subito almeno 1 infortunio in 6 mesi; Il 29,6% in 12 mesi; Il 35,9% alla spalla; 1,34/1.000 ore.
Odds Ratio	ND	ND	ND	> Partecipazione= 1,25 Agonisti=1,94 Attività extra=2,3 > Frequenza=1,17 > Alti=1,12	> Età=0,979 Partecipazione (0-6 mesi)= 3.687 Attività extra= 1.17	ND	Amatori=2,64 Frequenza≤2gg/sett=3,24
Qualità dello studio: JBI tools	4:Y; 3:N; 1:Un; 1:NA.	4:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.	3:Y; 3:N; 2:Un; 1:NA.	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.	6:Y; 1:N; 1:Un; 1:NA.	4:Y; 2:N; 2:Un; 1:NA.	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.

Autore e anno pubblicazione	Andrea Stracciolini, Dai Sugimoto et al., 2020 (51)	Andrea Stracciolini, Dai Sugimoto et al., 2020 (52)	Kirill Alekseyev et al., 2020 (29)	Paulo Roberto de Queiroz Szeles et al., 2020 (53)	Tiemi Maruyama de Moura Paiva et al., 2021 (54)	Ramon Toledo et al., 2021 (36)	Thiago T. Serafim et al., 2022 (55)
Disegno dello studio	Retrospettivo	Retrospettivo	Cross-sectional retrospettivo	Descrittivo epidemiologico: prospettico	Cross-sectional	Retrospettivo	Cross-sectional, retrospettivo
Modalità di raccolta degli infortuni; Analisi lasso di tempo	Revisione cartelle cliniche; Annuale	Revisione cartelle cliniche; Annuale	Sondaggio online; ND	Sondaggio cartaceo e online 12 sett successive	Sondaggio online; ND	Sondaggio; ND	Sondaggio online; ND
Assistenza personale medico	fisioterapia (38,3%), modifica attività (19,1), stampelle/tutore (13,0%), FANS (10,4%); tutore e imbottitura (4,4%), iniezioni (3,5%), chirurgia (3,5%) e crioterapia (2,6%).	ND	Il 67,1% hanno ricevuto cure per il loro infortunio	40,2% degli infortuni ha richiesto cure mediche, di cui il 24,3% dal medico e il 16,4% dal fisioterapista	Si (72.1%)	ND	Il 54,9% degli infortuni è stato gestito dal personale sanitario, il 37,6% dal partecipante stesso, il 7,5% non ha richiesto alcun trattamento
n° soggetti; sesso; età; Altezza, Peso, BMI	115 F(52,2%); M(47,8%) 25,2 ± 10,4 anni 169.1 ± 10.2cm; 71.7 ± 16.7kg; 24.7 ± 4.9kg/m2	115 F(52,2%); M(47,8%) 25,2 ± 10,4 anni 169.1 ± 10.2cm; 71.7 ± 16.7kg; 24.7 ± 4.9kg/m2	885 F(33,4%); M(66,6%) 29anni ND	406 F(51,2%); M(48,8%) 32.1 anni 1.7m; 74.3kg; 18.5-24.9 kg/m2	121 F(56,2%); M(43,8%) ND 1.70±0.10m; 70.91±15.07kg; 24.34±3.40kg/m2	184 F(47%); M(53%) 28,7 ± 6,4 anni 1.71 ± 0.09 m; 70.9 ± 13.2kg; 24.1 ± 28kg/m2	606 F(53.5%); M(46.5%) 29.78 ± 7.14 anni 169.60 ± 8.9cm; 73.7 ± 13.1kg; 25.3kg/m2
Esperienza/Livello nel CrossFit	ND	ND	Principiante (27,1%) Intermedio (60,7%) Avanzato (12,2%)	1 anno	6mesi-1aa (22.3%); >1anno (60,3%). Il 34,7% prima era sedentario	14.3 ± 9.4 mesi	25,36 ± 20,29 mesi
Presenza del trainer	ND	ND	ND	Si	ND	ND	Da 1,7 a 10,6.
Frequenza	ND	ND	(Infortunati) Ore/sett: 0-3 (31,7%), 4-6 (30%), 7-10 (36%), 11-15 (48,9%) >15 Ore/sett (60%)	3,9 gg/sett	Tempo allenamento con storia infortunio 68,4min; senza storia infortunio 61,7min	4.6 ± 1.5 gg/sett	Il 58,6%: 5-6 gg/sett
Epidemiologia	Aumento medio di circa 0,05% all'anno. Il 16,5% alla spalla	ND	Il 33,3% ha subito un infortunio; Il 20,7% alla spalla;	Il 32,8% ha subito almeno 1 lesione; Il 19% alla spalla; 18,9/1000 ore	Il 35,5% ha subito una lesione; Il 60,50% a spalla-gomito;	Il 38,6% ha subito una lesione; Il 35% alla spalla; 3,3/1000 ore	Il 59,2% ha subito almeno 1 infortunio; Il 21,3% alla spalla; 3,51/1000 ore
Odds Ratio	ND	M>F = 2,79	Sesso= 1,04 > Livello=2,63-7,27 > Esperienza=3.26 > Esposizione=2.27 Stretching=1.64	Carichi alternati= 3,5 Carichi prescritti = 2.4 Lesioni precedenti=3,2 Esperienza+1anno=0,7	ND	ND	ND
Qualità dello studio: JBI tools	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.	5:Y; 1:N; 2:Un; 1:NA.	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.	5:Y; 1:N; 2:Un; 1:NA.	5:Y; 1:N; 1:Un; 2:NA.	5:Y; 1:N; 3:Un; 0:NA.

Autore e anno pubblicazione	Konstantinos Vassis et al., 2023 (32)	Sebastian Szajkowski et al., 2023 (34)
Disegno dello studio	Descrittivo epidemiologico osservazionale	Retrospettivo
Modalità di raccolta degli infortuni; Analisi lasso di tempo	Sondaggio online; No limite;	Sondaggio; 12 mesi precedenti
Assistenza personale medico	78,5% sono stati curati: medico (49,6%) o fisioterapista (52,4%). Di questi il 72,1% riposo, il 55,8% fisioterapia, il 27,5% farmaci, 11,8% iniezioni e 4,1% interventi chirurgici	ND
n° soggetti; sesso; età; Altezza, Peso, BMI	1224 F(36%); M(64%) 30,76 ± 7,58 anni 175,40 ± 8,78cm; 75,89 ± 13,24kg; 24,5 ± 2,7kg/m ²	424 F(63%); M(37%) 34anni 176cm; 80kg; 25.1kg/m ²
Esperienza/Livello nel CrossFit	Il 10,3% 0-6 mesi; l'11,7%: 6mesi-1anno; il 29,5%: 1-2anni; il 48,5%: più di 2 anni	3,05 ± 1,84 anni.
Presenza del trainer	Sì (94%)	ND
Frequenza	4,27 ± 1,14 gg/sett	4gg/sett
Epidemiologia	Il 44% ha subito almeno 1 infortunio; Il 19,8% nei 12 mesi precedenti; Il 31,4% alla spalla;	Il 48,11% ha subito 1 infortunio; Il 20,51% alla spalla; 0.73/1000 ore.
Odds Ratio	Amatori=2.959 Riposo ≤ 3gg/sett=1.288 Frequenza 3-5gg/sett=1.206	> Esperienza=1,139 Interruzione con dolore acuto=0,54 Esercizi isometrici nel warm-up=0,563
Qualità dello studio: JBI tools	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.	5:Y; 2:N; 1:Un; 1:NA.

Autore e anno pubblicazione	Yaira Barranco-Ruiz et. al., 2020 (46)	Miguel Ángel Rodríguez et. al., 2020 (33)
Disegno dello studio	Revisione Sistemática	Revisione Sistemática
Termine CrossFit e similari	CrossFit, Cross Training, HIFT, HIPT	High-intensity Functional training, CrossFit
N° articoli e tipologia:	12 studi: 11 studi con protocolli di allenamento CrossFit, e 1 con programma di condizionamento estremo (n = 1); 8 studi cross-sectional; 3 case-studies	25 studi: 20 cross-sectional e 4 coorte. Tutti retrospettivi ma 3 prospettici. 4 studi hanno analizzato cartelle cliniche, il resto sondaggi online o cartacei.
Qualità degli studi	11 scarsa; 1 moderata	Scarsa
Campione	Eterogeneo: 1-449; Età: 17-69 anni;	Totale: 12079; Eterogeneo: 54-3049. Sesso: 6.454 maschi e 4.940 femmine Età: 25,2-38,8 anni
Esperienza/Livello nel CrossFit	Eterogenea: <1anno in 6 studi, >1anno in 7 studi, agonisti in gare in 3 studi, e amatoriali con >2anni in 3 studi. Sembra un fattore confondente.	ND
Presenza del trainer	ND	ND
Frequenza	ND	ND
Epidemiologia	Infortuni= 19%-73,5%; Spalla è la più colpita; 2,1-3,1/1000 ore	Infortuni= 12,8%-73,5%; Spalla è la più colpita (26% degli infortuni); 0,2-18,9/1000 ore.
Fattori causali	Movimenti overhead, infortuni pregressi, denominatore, che può essere ben definito con: sovrallenamento, tecnica scadente o carichi di allenamento superiori alle possibilità degli atleti	Movimenti overhead, lungo tempo di partecipazione al CrossFit, lesioni precedenti, maggiore frequenza settimanale, la partecipazione alle gare e il sesso maschile.
Qualità dello studio: JBI tools	8:Y; 0:N; 2:Un; 1:NA.	7:Y; 0:N; 3:Un; 1:NA.

Autore e anno pubblicazione	Paul Taro Hak et al., 2013 (47)	Benjamin M. Weisenthal et al., 2014 (35)	Ryan J. Summitt et al., 2016 (49)	Alicia M. Montalvo et al., 2017 (30)	Mirwais Mehrab et al., 2017 (37)	Yuri Feito et. al., 2018 (50)	Beatriz Minghelli et al., 2019 (31)	Andrea Stracciolini, Dai Sugimoto et al., 2020 (51)
<p>Definizione di lesione e informazioni aggiuntive</p>	<p>Qualsiasi infortunio subito durante l'allenamento che ha impedito al partecipante di allenarsi, lavorare o competere in qualsiasi modo e per qualsiasi periodo di tempo.</p> <p><i>Nessun personale medico ha documentato lesioni</i></p>	<p>Qualsiasi nuovo dolore, sensazione o infortunio muscoloscheletrico derivante da un allenamento CrossFit e che porta a 1 o più delle seguenti opzioni:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sospensione totale dall'allenamento CrossFit e da altre attività fisiche di routine esterne per > 1 settimana Modifica delle normali attività di allenamento in durata, intensità o modalità per >2 settimane Qualsiasi disturbo fisico abbastanza grave da giustificare una visita a un professionista della salute. <p><i>Sono stati riferiti: infiammazione generale e dolore (30,8%), altro (27,2%), distorsione/strain (17,2%); rottura (3,7%) e lussazione (2,5%) erano relativamente poco frequenti</i></p>	<p>Qualsiasi nuovo dolore o sensazione muscoloscheletrica risultante da un allenamento CrossFit e che ha portato a 1 o più dei seguenti eventi:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sospensione totale dall'allenamento CrossFit e altre attività fisiche di routine al di fuori per più di 1 settimana; Modifica delle normali attività di allenamento in durata, intensità o modalità per più di 2 settimane; Qualsiasi disturbo fisico abbastanza grave da giustificare una visita a un professionista della salute. <p><i>No valutazione medica delle lesioni</i></p>	<p>Qualsiasi danno fisico a una parte del corpo che ha causato la perdita o la modifica di una o più sessioni di allenamento o ha ostacolato le attività della vita quotidiana.</p> <p>La gravità è basata sui cambiamenti che gli atleti hanno dovuto apportare all'allenamento a causa dell'infortunio e sul trattamento che gli atleti hanno ricevuto in seguito all'infortunio.</p> <p><i>La maggior parte degli infortuni è stata acuta (55%), ha causato all'atleta l'interruzione dell'esecuzione di un esercizio o la cessazione completa dell'attività (31%).</i></p>	<p>Qualsiasi nuovo dolore, sensazione o disagio muscoloscheletrico come risultato di un allenamento CrossFit che soddisfaceva 1 dei seguenti criteri:</p> <ol style="list-style-type: none"> Rimozione totale dall'allenamento CrossFit e da altre attività fisiche di routine esterne per > 1 settimana. Modifica delle normali attività di allenamento in durata, intensità o modalità per > 2 settimane. Qualsiasi disturbo fisico abbastanza grave da giustificare una visita da un professionista della salute. <p><i>No convalida medica delle lesioni. La maggior parte delle quali sono state segnalate come croniche/overused (58,7%).</i></p>	<p>Qualsiasi lesione muscolare, tendinea, ossea, articolare o legamentosa subita durante l'esecuzione di CrossFit che ha comportato la consultazione di un medico o di un operatore sanitario e che ha causato l'interruzione o la riduzione della normale attività fisica, la tipica partecipazione a CrossFit, o che ha fatto sottoporre a un intervento chirurgico.</p>	<p>Qualsiasi condizione o sintomo che si è verificato a seguito della pratica di CrossFit e ha avuto almeno uno dei seguenti effetti:</p> <ol style="list-style-type: none"> Interrompere l'attività (allenamento, competizione) per almeno un giorno; Modificare l'attività (riducendo le ore di pratica, l'intensità dello sforzo più bassa, o era meno capace di eseguire determinati gesti o movimenti/tecniche); Il medico ha chiesto consiglio o trattamento agli operatori sanitari. <p><i>No valutazione della lesione da personale sanitario.</i></p> <p><i>È stato ferito: lesioni articolari/legamentose (30,8%) e lesioni muscolari (stiramento, contusione) (23,1%).</i></p>	<p>Un cambiamento dello stato di salute attuale in uno stato meno salutare come risultato diretto della partecipazione all'allenamento CrossFit.</p> <p><i>Le lesioni acute: verificano entro 4 giorni dalla presentazione clinica; Le lesioni subacute: si verificano tra 5 e 14 giorni.</i></p> <p><i>La risonanza magnetica era la tecnica di imaging più comunemente utilizzata tra i pazienti (60,0%), seguita da radiografie standard (51,3%), ecografia (10,4%) e tomografia computerizzata (9,6%)</i></p>

Autore e anno pubblicazione	Andrea Straccolini, Dai Sugimoto et al., 2020 (52)	Kirill Alekseyev et al., 2020 (29)	Paulo Roberto de Queiroz Szeles et al., 2020 (53)	Tiemi Maruyama de Moura Paiva et al., 2021 (54)	Ramon Toledo et al., 2021 (36)	Thiago T. Serafim et al., 2022 (55)	Konstantinos Vassil et al., 2023 (32)	Sebastian Szajkowski et al., 2023 (34)
Definizione di lesione e informazioni aggiuntive	Un cambiamento dello stato di salute attuale in uno stato meno salutare come risultato diretto della partecipazione all'allenamento CrossFit.	ND	<p>Qualsiasi lesione o dolore muscoloscheletrico (alle articolazioni, alle ossa, ai legamenti, ai tendini o ai muscoli) che ha impedito a un atleta di allenarsi per almeno 1 giorno.</p> <p><i>Infortuni classificati in base a: posizione del corpo, tipo, gravità (definita come il numero di giorni di allenamento persi consecutivi (lieve: 1-3 giorni; moderata: 4-7 giorni; grave: >7 giorni); e gravità del dolore (NRS))</i></p> <p><i>Lesioni muscolari (45,3%), dolori articolari (24,7%), e tendinopatie (13,0%) erano i tipi più frequenti. La media NPRS = 5.</i></p>	Qualsiasi condizione che richieda la modifica o l'interruzione dell'allenamento la visita di un operatore sanitario per il trattamento o la diagnosi.	<p>Qualsiasi danno subito durante l'allenamento che ha impedito al partecipante di allenarsi, lavorare o competere in qualsiasi modo e per qualsiasi periodo di tempo.</p> <p><i>No valutazione medica delle lesioni.</i></p>	<p>Danno fisico a una parte del corpo che ha causato la perdita o la modifica di una o più sessioni di allenamento o ha ostacolato le attività quotidiane.</p> <p><i>La gravità di un infortunio è stata valutata in base al periodo di giorni senza fare attività: banale (0 giorni), minimo (1-3 giorni), lieve (4-7 giorni), moderato (8-28 giorni) o grave (>28 giorni). giorni)</i></p> <p><i>Il 9,5%: minimo, il 12,3%: lieve, il 10,9%: moderato, l'11,1%: grave.</i></p> <p><i>Il 56,3% degli infortuni non ha causato interruzioni dell'allenamento.</i></p>	<p>Considerata l'unica situazione che aveva portato a uno o più dei seguenti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. qualsiasi disturbo fisico abbastanza grave da richiedere l'assistenza medica dell'individuo per diagnosticare o curare la lesione; 2. modifica delle normali attività di allenamento in termini di durata, intensità o modalità per più di due settimane; 3. più di una settimana di assenza dall'allenamento CF e da altre routine di attività fisica esterna. <p><i>Tipo di lesioni: muscolari (51,3%) e tendinopatie (49,6%) seguite da lesioni articolari (26,6%)</i></p>	<p>Qualsiasi danno durante un allenamento prolungato che ha impedito al partecipante di allenarsi, lavorare o competere in qualsiasi modo e per qualsiasi periodo di tempo.</p> <p><i>La gravità del dolore durante l'allenamento è stata misurata utilizzando la Visual Analogue Scale (VAS)</i></p> <p><i>La media del dolore era VAS=3</i></p> <p><i>La durata media di un'interruzione dell'allenamento per infortunio è stata di 2,59 ± 4,13 mesi.</i></p>

5 DISCUSSIONE

Questa revisione sistematica si è posta lo scopo di stimare le lesioni alla spalla in termini epidemiologici e gli eventuali meccanismi lesionali nella popolazione di coloro che praticano CrossFit. Inoltre, sono stati analizzati i possibili fattori di rischio.

5.1 *Caratteristiche degli studi inclusi & Analisi RoB*

Gli studi inclusi in questa revisione sistematica sono divisibili in due tipologie: 16 studi osservazionali (di cui 15 retrospettivi e 1 prospettico) e 2 revisioni sistematiche.

Degli studi retrospettivi: 6 (30,34,36,37,51,52) si sono identificati come retrospettivi, 2 (31,54) come cross-sectional, 6 (4,10,21,23,28) come cross-sectional retrospettivi, 1 (32) come descrittivo epidemiologico osservazionale.

Per definire la frequenza delle lesioni alla spalla, un totale di 6 studi ha usato al loro interno la prevalenza: 4 (29,35,47,49) su 6 di quelli definiti cross-sectional retrospettivi, 1 (31) su 2 di quelli definiti cross-sectional, e lo studio definito descrittivo epidemiologico osservazionale (32).

Per primo vi è una eterogeneità nella definizione del disegno di studio, questo influisce sulle misure di frequenza utilizzate. Siccome questi articoli sono progettati per fare una valutazione delle lesioni al tempo dello studio ma in un'indagine svolta indietro nel tempo, sembra ragionevole pensare che la prevalenza non sia la misura corretta. Questo dipende però più precisamente dal tipo di prevalenza che si considera, poiché se si parlasse di una prevalenza puntuale, che oltretutto dovrebbe essere usata in studi cross-sectional veri e propri, allora sarebbe inappropriata, ma se invece si parlasse di una prevalenza di periodo (o definita lifetime, che potrebbe essere considerata nella vita oppure in un periodo di tempo) allora potrebbe essere opportuna.

D'altra parte però, di questi, solo 2 (31,32) articoli definiscono il tipo di prevalenza, denominandola lifetime. Potrebbe essere perciò sensato, che la prevalenza quando non definita, sia sottointesa di periodo.

Per definire la frequenza delle lesioni alla spalla, un totale di 13 studi ha usato al loro interno l'incidenza: 4 (30,31,35,47) l'hanno usata per definire il tasso di frequenza degli infortuni su 1000 ore di allenamento. Degli altri 9: 5 (34,36,49,53,55) sia per definire la frequenza percentuale sia su 1000 ore di allenamento, 4 (29,37,50,51) solo per la frequenza percentuale.

Di questi 9: 5 (34,36,37,51,55) sono definiti retrospettivi, 2 (49,50) cross-sectional retrospettivi, 1 (54) cross-sectional, 1 prospettico (53).

L'incidenza dovrebbe essere usata in studi longitudinali, quindi in un lasso di tempo avanti nel tempo, ovvero prospettico, o indietro nel tempo, ovvero retrospettivo.

Inoltre l'incidenza si focalizza sulle nuove lesioni, invece la prevalenza sui casi totali: visto le discrepanze delineate, si è deciso di considerare i dati di incidenza e prevalenza in termini di frequenza di lesioni e di sfruttare il tasso di incidenza su 1000 ore di allenamento come misura di effettiva incidenza.

È stata svolta una valutazione critica del rischio di bias (RoB): tutti i 16 studi osservazionali presentano dei bias. 1 studio (31) sembra abbia solo un bias di richiamo perché il sondaggio è stato eseguito sotto forma di intervista, invece per 2 articoli (51,52) sembra possano esserci comunque dei bias di selezione. Inoltre, di questi 16, 13 articoli hanno bias di selezione e di richiamo.

Il bias di richiamo è indotto dal fatto che tutti gli studi retrospettivi, proprio per la natura del disegno di studio, si basano sull'affidarsi di ciò che il soggetto ricorda. Gli infortuni sono quindi stati auto-segnalati, il che potrebbe introdurre errori per una potenziale diagnosi errata nonché di tipologia e di gravità. Un autore (56) ha analizzato la validità dell'auto-segnalazione della storia degli infortuni a 12 mesi, suggerendo che non si può fare affidamento sui dati della storia degli infortuni auto-riportati per la ricerca sugli infortuni sportivi. Se lo stato della lesione (infortunato o non infortunato) è solo correlato alla misura dell'esito, è probabile che i risultati siano accurati. Tuttavia, la richiesta di maggiori dettagli, ad esempio numero di lesioni, regione del corpo lesa, diagnosi, comporterà una riduzione della validità delle informazioni fornite. Perciò è da considerare che più si ricercheranno retrospettivamente delle informazioni precise sugli infortuni sportivi e più queste avranno un'accuratezza decrescente.

È da aggiungere che in 1 studio (32) gli autori non hanno impostato un tempo di analisi e in 5 studi (29,36,47,54,55) gli autori non l'hanno definito, il che porterebbe a ulteriori imprecisioni.

Vi è anche il bias di selezione perché coloro che sono stati feriti potrebbero essere più propensi a completare i sondaggi.

Anche le revisioni hanno delle lacune metodologiche, sebbene non di rilevante peso, ma vista la scarsa qualità dei loro studi inclusi, anch'esse affermano una difficoltà in fiducia sulla razionalità dei risultati nonché sull'analisi e interpretazione dei dati.

Ulteriormente vi è da considerare che ogni studio osservazionale ha usato un proprio questionario, non essendocene difatti alcuno standardizzato. Gli articoli hanno esplicitato solo macroscopicamente gli item e solo 2 studi (32,37) l'hanno esposto nella sua interezza.

Inoltre 10 studi hanno usato un questionario digitale auto-riportato, di cui 7 hanno riportato di averlo inviato anche in forum online o social network.

Questo sta ad indicare ulteriormente che potrebbero essere stati richiamati a completare i sondaggi quei soggetti che si sono lesionati, e che il non aver un questionario standardizzato potrebbe comportare l'assunzione di alterate informazioni in sé o per via di un'alterata comprensione da parte dei soggetti.

Pertanto, anche la definizione di lesione è eterogenea, e potrebbe condurre a possibili alterati dati epidemiologici. Sarebbe opportuno utilizzare quindi una definizione universale di lesione.

Per di più, almeno 6 studi hanno dichiarato che le lesioni riportate non sono state valutate dagli operatori sanitari, ma è considerevole pensare che invece sia quasi la totalità degli articoli, poiché il più delle volte corrispondono a diagnosi fatte da sé, e ciò conduce a un'attendibilità e a un'epidemiologia discutibile.

Infine anche la numerosità campionaria è eterogenea, da 115 a 3049 soggetti. Si è cercato di estrapolare le medie delle variabili descrittive dei partecipanti (età: 30anni; altezza: 171,1cm; peso 74kg; BMI: 24,69 kg/m²) sebbene siano poco attendibili per mancanza di dati. In generale i partecipanti si sono allenati 4-5gg/sett, per una durata degli allenamenti di almeno 60 minuti. Tutto questo si potrebbe riflettere sul campione considerandolo non rappresentativo della popolazione nonché causare un'alterata stima degli atleti infortunati e delle variabili ad esso legate anche rispetto all'allenamento CrossFit.

Le due revisioni sistematiche incluse, non hanno fatto considerazioni sulle misure di frequenza in relazione ai disegni di studio. Rispetto ad una (33), sui 12 articoli inclusi, 7 sono gli stessi contenuti in questo lavoro, invece rispetto all'altra (46), sui 25 articoli inclusi, 11 sono stessi contenuti in questo lavoro. Alla valutazione del RoB entrambe indicano una metodologia scarsa degli studi inclusi: sebbene siano stati usati strumenti di critical appraisal diversi, tra di esse e rispetto a questo lavoro.

Entrambe considerano l'eterogeneità del termine "lesione", la quale è influente sull'epidemiologia degli stessi studi inclusi e comporta un difficile confronto. Una (33) inoltre afferma anche che l'utilizzo di sondaggi auto-riferiti indurrebbe informazioni probabilmente non precise.

Infine è difficile confrontare i campioni delle due revisioni con quello di questo lavoro, sia per diversità, come nel numero di uomini e donne, sia per mancanza o diversità di estrazione e sintesi dei dati.

5.2 *Epidemiologia & Fattori di rischio*

In relazione alla frequenza degli infortuni, analizzando gli studi osservazionali, l'area più coinvolta è l'articolazione della spalla.

Questa revisione si è focalizzata sulle lesioni alla spalla, e solo 1 articolo (49) incluso si è concentrato in altrettanta maniera. Viceversa i rimanenti studi non hanno analizzato una specifica area corporea. È possibile concludere che in generale la frequenza degli infortuni sia tra il 19,4% (35) e il 73,5% (47), invece più specificatamente, la spalla è interessata tra il 16,5% (51) e il 39% (50) degli infortuni.

Il tasso generale degli infortuni è compreso tra 0,73 lesioni su 1000 ore di allenamento (34) e 18,9 lesioni su 1000 ore di allenamento (53). Sulla base dell'unico articolo che esamina la sola spalla, il tasso di questa è tra il 1,18 e 1,94 lesioni su 1000 ore di allenamento.

La grande variabilità nella frequenza delle lesioni è probabilmente dovuta a tutti gli aspetti pocanzi delineati.

Anche le differenze nei tassi possono essere spiegate dalla metodica con cui questi vengono calcolati. Inoltre per il tasso degli infortuni, il 18,9 su 1000 ore, è dato dall'unico studio prospettico. In genere gli studi prospettici sono più sensibili ed inoltre è stata usata una definizione di lesione più inclusiva rispetto ad altre (53); nello studio sono state identificate un numero maggiore di lesioni minori o da overuse, questo può essere vantaggioso per la prevenzione secondaria degli infortuni sportivi, in quanto potrebbe creare una possibilità di identificazione precoce, riducendo così il rischio di progressione di un infortunio.

In generale la frequenza delle lesioni e i tassi appaiono simili alle due revisioni incluse, sebbene sia comprensibile la variabilità data dagli studi inclusi in queste. Si è in accordo con entrambe che l'area con la più alta prevalenza di lesioni è l'articolazione della spalla.

Mettendo a confronto il CrossFit con gli sport ad esso correlati: i tassi di infortunio nel weightlifting, (chiamato anche olympic weightlifting) sono del 2,4-3,3 lesioni su 1000 ore, nel powerlifting del 1,0-4,4 lesioni su 1000 ore, invece le lesioni alla spalla sono state più comuni tra i powerlifter rispetto ai weightlifter. Questo soprattutto nei powerlifter poiché il loro obiettivo è sollevare il peso più pesante possibile, e possono assumere posizioni particolarmente gravose per le articolazioni (57), ad esempio gli autori hanno ipotizzato che l'atleta utilizzi spesso una presa ampia nella panca piana così che gli consenta di rendere il sollevamento il più breve possibile, aumentando così il rischio di lesioni alla spalla. Anche i weightlifter sono esposti a questa posizione estrema della spalla quando eseguono lo snatch (57).

Gli élite weightlifter sembrano abbiano in generale un tasso di 2,6 infortuni per 1000 ore, mentre rispetto alla spalla di 0.42-0.53 infortuni per 1000 ore (58).

Per i bodybuilding i tassi di infortunio dovrebbero essere 0,12-0,7 infortuni per atleta all'anno e 0,24-1 infortunio per 1000 ore, invece per gli strongman del 4,5-6,1 infortuni per 1000 ore (59).

I tre siti di infortunio più frequenti sembrano essere: per i weightlifter - ginocchio, parte bassa della schiena e spalla; per i powerlifting - spalla, parte bassa della schiena e ginocchio; e per i bodybuilding - spalla, ginocchio e parte bassa della schiena (59).

Le lesioni alla spalla rappresentano un'alta percentuale di tutte le lesioni sportive di allenamento con i pesi (6-36%), ciò può riflettere l'uso frequente di carichi ed esercizi overhead, come push press o jerk (59).

Le lesioni alla spalla sono comunemente subite dai ginnasti; in generale il tasso di infortuni varia da 1,4 a 3,7 infortuni per 1000 ore. (60); un altro studio (61) indica un tasso di 3.1 infortuni per 1000 ore.

Confrontando i tassi delle lesioni muscoloscheletriche in altre tipologie di sport, si ha: il soccer (7,8 lesioni su 1000 ore), il basketball (9,1 lesioni su 1000 ore), il tennis (4,7 lesioni su 1000 ore), running (overall: 3,6 lesioni su 1000 ore) e gym training (3.1 lesioni su 1000 ore) (61).

Pare quindi che il tasso complessivo di infortuni subiti durante l'allenamento sia sostanzialmente simile a quello riportato in letteratura dagli sport inclusi nel CrossFit stesso, tra cui principalmente weightlifter, powerlifting e ginnastica. D'altra parte invece sembra che sia inferiore a quello riportato negli sport di contatto agonistici come soccer e basketball. Confrontando le attività di fitness, come l'allenamento in palestra e la corsa in generale, i tassi di infortunio sono sostanzialmente simili al CrossFit.

Questo è in accordo con le altre due revisioni incluse. Una (46) suggerisce comunque che il confronto tra CrossFit con altri sport come la ginnastica sportiva, il powerlifting o gli sport di squadra (calcio, rugby, etc...) va fatto con cautela, in quanto presentano una diversa metodologia di lavoro e protocolli di allenamento.

Perciò il CrossFit può essere valutato come una modalità di allenamento complessivamente sicura alla pari degli sport ad esso correlati, e questa è la comune considerazione degli studi inclusi. Per di più, rispetto ad altri sport, presenta maggiori risultati in termini di condizionamento fisico e miglioramento della composizione corporea (31), pertanto i benefici superano i bassi rischi di infortunio (29).

I tassi degli infortuni nel CrossFit, essendo difatti simili a quelli dei principali sport correlati, principalmente weightlifter, powerlifting e ginnastica, suggeriscono che i movimenti di questi sport stiano probabilmente contribuendo alla maggior parte degli infortuni nel CrossFit (30,35,36). Inoltre (46) suggerisce che il motivo degli infortuni sembra avere un comune denominatore, che è possibile ben definire con: sovrallenamento, tecnica scadente o carichi di allenamento superiori alle possibilità degli atleti, nonché l'affaticamento indotto dall'elevata intensità e ripetizioni insite nell'allenamento.

Sebbene il tasso di infortuni assomigli ai weightlifter, la frequenza delle sedi lesionate sembra invece più simile ai powerlifter. Una possibile spiegazione potrebbe essere che i weightlifter sono più abituati a compiere movimenti overhead rispetto ai powerlifter e agli atleti di CrossFit (30).

Sembra difatti siano proprio i movimenti overhead (46) ad essere quelli più provocativi e lesivi per le spalle. Alcuni di questi esercizi sembrano possano essere:

- Ginnastica: pull-ups e varianti, toes-to-bar, knees-to-elbows, dips, muscle-ups, Push-up e varianti (35,49).
- Weight/power-lifting: Push press (35), bench press, Snatch (35,49) e varianti (power, squat, dumbbell, etc...) (49), clean e jerk (35), overhead press e varianti (strict press, push-press, push-jerk, split-jerk, etc...) (49).

Durante gli allenamenti CrossFit, i movimenti overhead vengono eseguiti ad alte ripetizioni e ad alta intensità, spesso con pesi elevati. Ciò può portare a una cattiva tecnica e posizionamento della spalla a fine ROM (estrema flessione, abduzione e rotazione interna) portando a rischio di lesioni. Esercizi come low squat snatch position, associato a kipping, e pull up, associato a kipping, sono due esercizi overhead molto frequenti, e ciò può portare ad una frequenza insolitamente alta di lesioni alla spalla, comunemente definita come "spalla da CrossFit" (47,49).

L'aggiunta del "kipping", ovvero svolgere uno slancio utilizzando il corpo e la parte inferiore per generare una forza esplosiva in modo da completare la ripetizione, su esercizi come il pull up, pone la spalla in condizioni estreme di iperflessione e rotazione, così che i tessuti molli siano a rischio di infortunio (47).

Sebbene indagato con un questionario, non è chiaro quale tipo di lesione sia più frequente tra articolare e muscolare: 30,8% e 23,1% (31); 45,3% e 24,7% (53); 64,8% e 35,2% (36); 26,6% e 64,8% (32). In due studi (32,53) vi era anche l'opzione di tendinopatie, rispettivamente scelte nel 13,0% e 49,6%. In generale le lesioni ai tessuti molli avvengono prettamente quando si raggiungono posizioni estreme del ROM, vi sono richieste di importanti contrazioni muscolari – soprattutto in contrazioni eccentriche, in base alle caratteristiche dell'evento potrà essere interessata più una tipologia di struttura rispetto ad un'altra. Uno studio (37) ha riportato che il 59,1% degli atleti, ha riferito di non aver avvertito alcun disagio, dolore o rigidità nella settimana precedente l'infortunio. Questo può segnalare che molti infortuni potrebbero avvenire in maniera acuta, senza sensazioni premonitrici. D'altro canto gli atleti di solito hanno un'elevata soglia del dolore e potrebbero sottovalutare possibili e potenziali sintomi prodromici.

Sempre In termini di dolore, per ridurre il rischio di infortunio, è consigliato interrompere l'allenamento mentre si prova un dolore acuto (34).

La natura, l'insorgenza e la gravità delle lesioni dovrebbero essere indagate meglio, tenendo presente che: il disegno retrospettivo, l'auto-segnalazione e la non comune definizione di lesione sono tutti limiti per questo aspetto.

È possibile affermare che gli infortuni, come dimostrato dalla maggior parte degli studi inclusi, dipendono da diverse variabili che devono essere prese in considerazione: il sesso maschile, un elevato BMI, infortuni pregressi, l'esperienza nel CrossFit, l'esposizione settimanale, i carichi di allenamento, essere agonisti/amatori, l'attività fisica/sportiva extra, lo stretching prima dell'allenamento, l'allenamento mentre si prova dolore acuto diverso dal DOMS, la mancanza di riscaldamento con esercizi isometrici. Ulteriori ragionevoli cause potrebbero essere: tecnica scorretta, un peso eccessivo, fatica, mancanza/inadeguato coaching, l'assenza di protocolli di adattamento.

○ Carichi

I carichi di allenamento possono essere generalmente di 3 tipologie: come prescritto dal programma (Rx), scalati o alternati. I carichi Rx dovrebbero essere utilizzati per quei soggetti in grado di saperli gestire, viceversa quelli scalati per quei soggetti meno abili. Sembra che l'uso di carichi in modalità alternata e Rx siano dei fattori di rischio (53). Nel primo caso, possono essere quei soggetti aventi una mancanza di abilità nel mantenere le intensità Rx oppure una mancanza di consapevolezza dei propri limiti. Riconoscere i limiti e di conseguenza adattare gli esercizi non sono sforzi semplici, in quanto sia gli atleti sia i trainer devono non solo adattare i carichi, ma anche adattare l'intensità, la frequenza e la durata degli allenamenti. È probabile che l'alternanza dei carichi, in particolare da scalati a Rx, ne comporti un aumento eccessivo, mentre il mantenimento della categoria di carico con una progressione graduale possa portare a progressi proporzionati (53).

I principianti, se non scalano o scalano in modo errato, potrebbero essere più soggetti a infortuni a causa del carico eccessivo e/o della complessità degli allenamenti e dei movimenti (37).

D'altra parte la maggior parte dei principianti di CrossFit inizia il proprio allenamento con carichi di allenamento ridimensionati, sarebbe perciò opportuno prestare particolare attenzione sia ai carichi scalati che usano sia durante il progressivo periodo di transizione (53), quindi raggiungere quelli Rx gradualmente, auspicabilmente sempre in maniera personalizzata. Nel secondo caso i carichi Rx potrebbero essere eccessivi poiché non personalizzati. Per di più, una maggiore abilità, forza e flessibilità sono associate a una minore incidenza di infortuni nonché migliore tecnica (32), che comunque quest'ultima dovrebbe essere ben curata. Inoltre la frequenza degli infortuni è anche correlata all'aumento errato del carico e alla progressione dell'allenamento (34).

- Genere

Sembra che gli uomini siano quelli maggiormente feriti (52), essi si allenano generalmente con maggiori carichi assoluti e con una maggiore esposizione, il che può portarli a un maggiore rischio di infortunio (36).

- Coaching

Il crescente coinvolgimento dei trainer corrisponde a una diminuzione del tasso di infortuni (35,51,52), essi aiutano a personalizzare l'allenamento (scelta del peso corretto, modificare numero di serie/ripetizioni, etc...), correggere la tecnica, organizzazione della classroom.

Il sesso maschile tende a non ricercare la supervisione degli istruttori, e questo porta a un rischio maggiore di infortunio, viceversa per il sesso femminile (35).

Vale quindi l'ulteriore importanza della presenza di trainer preparati in modo da individualizzare gli allenamenti nonché prestare particolare attenzione agli atleti uomini.

È bene tener da conto che, in uno studio (29), i partecipanti, seppur chiesto tramite questionario, abbiano scelto due principali cause delle lesioni: "allenamento oltre la capacità" nel 33,6% e "negligenza" nel 28,5%. L'onere potrebbe ricadere sui partecipanti nel prendere iniziative, soprattutto sul carico e specialmente dopo alcuni anni dall'inizio della loro formazione, ma comunque i trainer dovrebbero prestare molta attenzione agli atleti quando si allenano, in quanto ciò potrebbe ridurre significativamente il tasso di infortuni.

- Esperienza e Livello

Pare che per l'esperienza nel CrossFit vi siano contraddizioni.

Una maggiore esperienza è un fattore di rischio, presumibilmente perché man mano che il livello di abilità e di forza migliorano col passare del tempo, gli atleti esperti passano a movimenti più difficili e carichi maggiori, rendendo gli esercizi più impegnativi, ma aumentando il rischio di lesioni (30,36).

Gli atleti di livello avanzato si infortunano di più, forse perché potrebbero compromettere la tecnica, essendo che si esercitano a intensità maggiori con intervalli di riposo inferiori (29,55). Quindi esercizi tecnicamente più difficili combinati con una maggiore intensità, spesso senza la costante supervisione di un trainer, possono aumentare il tasso di infortuni (34).

D'altra parte, l'aumento di 1 anno nell'esperienza sembra essere protettivo, quindi è anche ragionevole supporre che gli atleti più esperti gestiscano meglio i carichi e il rischio di infortuni meglio di quelli inesperti (53).

Peraltro, nei primi 6 mesi vi è un maggiore rischio, soprattutto per i principianti, sia per il carico sia per la complessità degli esercizi (55). Chi ha meno esperienza può essere soggetto a più infortuni a causa di problemi di forza e/o flessibilità, ed è da considerare che i "meno esperti" potrebbero non essere necessariamente atleti inesperti; può darsi che chi ha meno esperienza nell'allenamento CrossFit, ma che è più atletico, si spinga più in là e quindi si esponga a un rischio maggiore di infortuni (50). L'esperienza nel CrossFit sembra quindi essere un fattore non chiaro e che merita maggiori indagini, anche le due revisioni incluse sono d'accordo in questo: (46) indica che l'esperienza è associata a un tasso di infortuni maggiore o minore durante questo tipo di allenamento, ma sembra essere un fattore di confusione e richiede un ulteriore approfondimento; anche (33) esprime un'eterogeneità a riguardo.

- Frequenza allenamento/esposizione

I praticanti che si allenano di ≤ 2 gg/sett, hanno una probabilità maggiore di infortunarsi, forse perché così sviluppano poca forza muscolare e flessibilità e hanno una minore capacità tecnica di eseguire correttamente gli esercizi (31). Sembra quindi che la frequenza dell'allenamento dovrebbe essere di almeno di 3 gg/sett. D'altra parte chi però si allena un maggior numero di volte a settimana, ha una maggiore esposizione che equivale a maggiori possibilità di lesione (30,36). Come per l'esperienza, (33) esprime che vi è un'eterogeneità a riguardo. Pare quindi anche questa una variabile da indagare meglio. Nella programmazione dei WOD, i trainer dovrebbero considerare, oltre ad altre variabili, anche il volume di allenamento, soprattutto dei gesti che sembrano più rischiosi, in combinazione con la frequenza di allenamento così da poter promuovere al meglio adattamenti e progress.

- Infortuni precedenti

Un infortunio precedente è associato a una probabilità di circa tre volte superiore di sostenere una nuova lesione (53). Anche (46) indica che è uno dei fattori di rischio più importanti, e uno studio incluso in questa (62) indica che gli atleti con un precedente infortunio sono quasi tre volte più probabilità di avere un nuovo infortunio rispetto a coloro che non hanno subito infortuni precedenti, e fino a cinque volte più probabilità di subire un nuovo infortunio nella stessa area ferita.

È ragionevole, come d'altronde è per le lesioni muscoloscheletriche, che un precedente infortunio sia un fattore di rischio per l'insorgenza di una nuova lesione o recidiva.

- Warm-up e Stretching

Lo stretching è ancora molto dibattuto come argomento.

Sembra che lo stretching passivo, soprattutto protratto, possa indurre una riduzione delle prestazioni in forza e potenza-velocità, ma per vicariare questo fenomeno potrebbe essere usato molto prima (ad es. >10 min) della performance. Contrariamente lo stretching dinamico pare possa fornire un aumento delle prestazioni e perciò svolgerlo molto vicino alla performance (63). Nel lungo periodo lo stretching statico, di norma quello più eseguito, può causare una riduzione significativa delle lesioni muscolo-tendinee e dei legamenti in particolare, d'altra parte lo stretching dinamico aiuta ad aumentare la temperatura corporea interna e ad aumentare la velocità di conduzione nervosa e la compliance muscolare, così da ridurre il rischio di lesione (29).

Non è però chiara l'utilità dello stretching tra gli esercizi: la letteratura attuale non dispone di dati sufficienti sull'effetto dello stretching tra gli esercizi e sul suo impatto sulla riduzione o prevenzione degli infortuni. A causa della natura rapida e consecutiva simile a un circuito di CrossFit, non è chiaro se lo stretching tra le serie fornisca un vantaggio senza interrompere la struttura dell'allenamento (29). Un riscaldamento adeguato dovrebbe comprendere anche degli esercizi isometrici (34), questo perché sembra che le contrazioni isometriche possano contribuire alla prevenzione degli infortuni e al miglioramento delle prestazioni. (64)

- Competizioni

Essere agonisti è un fattore contraddittorio.

È probabile che gli agonisti, abbiano una migliore coaching, avendo così una tecnica migliore e beneficiando di una prescrizione di allenamento individualizzata (31), e più tempo di allenamento, perciò, come detto, andrebbero incontro a una maggiore esposizione e quindi a un maggiore rischio. Piuttosto che la competizione come fattore di rischio per gli infortuni, è probabile che l'aumento del livello di abilità e della forza che accompagna un'esposizione maggiore e più lunga possa aumentare l'incidenza degli infortuni (30).

- Attività fisica/sportiva extra

Eseguire dell'ulteriore attività fisica sembra aumentare il rischio di infortunio (30,37). Forse perché causa un ulteriore carico rispetto a quello già indotto dal CrossFit. D'altra parte però bisogna considerare quali sono tali attività, nonché anche le caratteristiche di allenamento dovrebbero essere indagate scrupolosamente per valutare al meglio l'interazione che può esservi col CrossFit, così da trarre migliori informazioni a riguardo.

- Peso ed Altezza

Gli atleti più alti e più pesanti potrebbero avere maggiori probabilità di subire lesioni. È possibile che gli atleti più alti e con maggiore BMI si allenino con carichi maggiori e mettano i loro sistemi muscoloscheletrici a maggior rischio di lesioni. Si ipotizza quindi che l'aumento del rischio di lesioni possa effettivamente essere associato alla forza e non all'antropometria (30).

- Periodi/protocolli di adattamento

L'implementazione di un periodo di adattamento con quegli atleti che non hanno mai praticato CrossFit, ha ridotto la frequenza delle lesioni del 7,2%; questo fatto sottolinea l'importanza di una corretta progressione per iniziare queste pratiche sportive (35).

Un esempio di programma specifico che ha riportato infortuni significativamente inferiori è il "On-ramp" (65): normalmente 4-8 lezioni di 1 ora, progettato per introdurre alla metodologia CrossFit, ai movimenti fondamentali e all'intensità degli allenamenti. Gli atleti sono anche incoraggiati dai trainer a riprogrammare il loro WOD in base alle loro condizioni atletiche.

Anche (33) considera che sarebbe conveniente per i centri CrossFit includere programmi di adattamento (classi on-ramp) per i partecipanti alle prime armi, con l'obiettivo di stabilire una progressione graduale ed individualizzata, così da prevenire potenziali lesioni.

5.3 *Implicazioni pratiche*

Siccome il CrossFit è caratterizzato da un elevato numero di ripetizioni con carichi più o meno elevati e bassi tempi di riposo, è bene considerare un'adeguata personalizzazione tramite trainer preparati. Siccome i gesti overhead sembrano quelli più provocativi per le spalle, diventa fondamentale sia l'adeguata gestione dei carichi e del volume di allenamento sia della tecnica di esecuzione.

Un novizio dovrebbe inizialmente essere ben valutato, sia per capire a livello anamnestico la sua storia in sport/hobby sia per indagare precedenti infortuni o problemi attuali. Dopodiché, valutare le capacità prestazionali: flessibilità, tecnica, forza, resistenza, etc. Inoltre, qualora necessario, sarebbe utile in una prima fase eseguire un periodo di adattamento.

Con il miglioramento delle abilità, sarebbe meglio optare per una modalità graduale in termini di progressione dei carichi. Anche l'atleta esperto dovrebbe essere comunque ben seguito dal trainer, valutando i diversi parametri di allenamento.

Potrebbe quindi essere necessaria una maggiore attenzione alla corretta tecnica di sollevamento sia in generale ma sia durante gli stessi allenamenti, piuttosto che focalizzarsi sulla velocità e al numero totale di ripetizioni da eseguire. Come detto, questo specialmente per i novizi, ma non solo.

Siccome senza una solida base di flessibilità, tecnica e forza, l'esecuzione di allenamenti come il CrossFit, con pesi e ripetizioni elevate, può portare a rischio di infortuni, è consigliabile comunque programmare delle apposite sedute di allenamento basate su questi aspetti.

Si vuole sottolineare ulteriormente la fondamentale importanza di un adeguato coaching nel senso più lato: personalizzare l'allenamento e correggere la tecnica, ma anche educare i partecipanti. Come educazione si intende collaborare con gli stessi partecipanti per raggiungere degli obiettivi condivisi ma renderli partecipi del percorso e di come gestire i parametri di allenamento nonché le proprie sensazioni, soprattutto dolori acuti diversi dai DOMS.

Infine, come ogni allenamento, eseguito e programmato con criterio, si dovrebbe attribuire un adeguato tempo per il warm-up e il cool-down. Il primo dovrebbe comprendere, tra i tanti aspetti, anche contrazioni isometriche e uno stretching dinamico.

Queste misure non avrebbero un impatto sui benefici complessivi per la salute e la forma fisica della partecipazione, ma porterebbero a una riduzione del numero e del tasso di infortuni subiti durante l'allenamento.

5.4 Limiti e Studi futuri

Il limite principale di questa revisione è che non è stata eseguita una metanalisi, vista l'eterogeneità delle informazioni raccolte dagli studi inclusi nonché dagli importanti bias rilevati.

Inoltre, considerando che gli studi sono sistematicamente diversi tra loro, la sintesi quantitativa non può essere generalizzabile e applicabile alla pratica clinica. In questo contesto, l'eterogeneità dei dati è stata quindi valutata da una prospettiva qualitativa, che è un senso generale di ciò che dicono tutti gli studi inclusi.

Per far fronte ai limiti descritti, gli studi futuri dovrebbero concentrarsi su disegni di tipo prospettico con un ampio campione e un sondaggio convalidato, in modo da identificare quali esercizi, condizioni e fattori provocano le lesioni. Servirebbe inoltre una definizione di lesione univoca ed una diagnosi professionale delle stesse lesioni.

Inoltre anche la tempistica di analisi dovrebbe essere prolungata, poiché l'unico studio prospettico in questa revisione (53) analizza 12 settimane, che probabilmente non sono adeguate; una durata maggiore consentirebbe di trarre conclusioni più precise.

Tutto questo per ampliare le conoscenze sui fattori più rilevanti ed applicare perciò adeguate strategie per prevenire gli infortuni.

6 CONCLUSIONE

L'allenamento CrossFit ha un tasso di incidenza degli infortuni simile agli sport ad esso correlati: weightlifting, powerlifting e ginnastica. La spalla sembra essere l'articolazione maggiormente lesionata, in particolare pare che i movimenti overhead siano essere quelli più provocativi. Oltretutto, per via dell'elevata intensità, ripetizioni e dei carichi, è bene allenare adeguatamente le varie abilità come quelle di flessibilità, tecnica e forza. Ulteriormente è fondamentale l'intervento di trainer per personalizzare gli allenamenti e la progressione. Tutto questo dovrebbe contribuire a ridurre i possibili infortuni. La scarsa qualità metodologica degli studi impedisce di stabilire conclusioni certe sui fattori di rischio per le lesioni, inoltre è stata svolta solo un'analisi qualitativa vista l'eterogeneità delle informazioni raccolte.

7 KEY POINTS

- Il CrossFit può essere valutato come una modalità di allenamento complessivamente sicura, alla pari degli sport ad esso associati: weightlifter, powerlifting e ginnastica.
- I tassi degli infortuni, essendo simili a questi, suggeriscono che i movimenti di questi stessi sport stiano probabilmente contribuendo alla maggior parte degli infortuni.
- La spalla è l'articolazione maggiormente coinvolta, e i gesti overhead sembrano essere quelli più provocativi e lesivi per questa articolazione.
- Vi sono diversi fattori di rischio da dover considerare, in particolare: infortuni precedenti, parametri di allenamento (carichi, volume) e coaching,
- Gli studi inclusi hanno rilevanti bias, risultando difficile la comparazione dei dati nonché il peso di questi. Si denota una eterogeneità delle informazioni, la quale ha permesso solo una valutazione qualitativa.

8 INFORMAZIONI AGGIUNTIVE SULL'ELABORATO

8.1 Contributo e contatti

- Martinetti Alessio, Università degli Studi di Genova, alessio.martinetti@hotmail.com
- Garante dell'elaborato: Caffini Giulia, Università degli Studi di Genova, giuliacaffini95@gmail.com

L'autore AM si è occupato di tutto il processo di lavoro; GC si è occupata della revisione dell'elaborato nonché del supporto di questo.

8.2 Istituzione, fondi, conflitti di interesse.

Non sono stati ricevuti finanziamenti e non vi sono conflitti di interesse.

9 BIBLIOGRAFIA

1. Official CrossFit Affiliate Map [Internet]. Disponibile su: <https://map.crossfit.com>
2. Dominski FH, Tibana RA, Andrade A. "Functional Fitness Training", CrossFit, HIMT, or HIFT: What Is the Preferable Terminology? *Front Sports Act Living*. 26 maggio 2022;4:882195.
3. Glassman G. Understanding CrossFit. *CrossFit. J.* 56:1–2. 2007;
4. Carnes AJ, Mahoney SE. Polarized Versus High-Intensity Multimodal Training in Recreational Runners. *Int J Sports Physiol Perform*. 1 gennaio 2019;14(1):105–12.
5. Sharp T, Grandou C, Coutts AJ, Wallace L. The Effects of High-Intensity Multimodal Training in Apparently Healthy Populations: A Systematic Review. *Sports Med - Open*. dicembre 2022;8(1):43.
6. Bergeron MF, Nindl BC, Deuster PA, Baumgartner N, Kane SF, Kraemer WJ, et al. Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine Consensus Paper on Extreme Conditioning Programs in Military Personnel: *Curr Sports Med Rep*. novembre 2011;10(6):383–9.
7. The International Functional Fitness Federation (iF3) [Internet]. Disponibile su: <https://functionalfitness.sport/>
8. Feito Y, Heinrich K, Butcher S, Poston W. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports*. 7 agosto 2018;6(3):76.
9. Marchini A, Pedroso W, Neto OP. Mixed Modal Training to Help Older Adults Maintain Postural Balance. *J Chiropr Med*. settembre 2019;18(3):198–204.
10. Ide BN, Silvatti AP, Marocolo M, Santos CPC, Silva BVC, Oranchuk DJ, et al. Is There Any Non-functional Training? A Conceptual Review. *Front Sports Act Living*. 13 gennaio 2022;3:803366.
11. Lajoso-Silva N, Bezerra P, Silva B, Carral JMC. Functional Training in Portuguese Firefighters: Impact of Functional Training With or Without Personal Protective Equipment. *J Occup Environ Med*. aprile 2021;63(4):e169–76.
12. Gali JC, Fadel GW, Marques MF, Almeida TA, Gali Filho JC, Faria FAS. The new injuries' risk after acl reconstruction might be reduced with functional training. *Acta Ortopédica Bras*. febbraio 2021;29(1):21–5.

13. McLaughlin EC, El-Kotob R, Chaput JP, Janssen I, Kho ME, Poitras VJ, et al. Balance and functional training and health in adults: an overview of systematic reviews. *Appl Physiol Nutr Metab.* ottobre 2020;45(10 (Suppl. 2)):S180–96.
14. Farrokhian S, Alamdarloo GH, Asadmanesh E. The effectiveness of functional training on impulsiveness of females with intellectual disability. *Health Psychol Res* [Internet]. 30 dicembre 2020 [citato 19 maggio 2023];8(3). Disponibile su: <https://healthpsychologyresearch.openmedicalpublishing.org/article/22475>
15. Da Silva-Grigoletto ME, Neto EP, Behm DG, Loenneke JP, La Scala Teixeira CV. Functional Training and Blood Flow Restriction: A Perspective View on the Integration of Techniques. *Front Physiol.* 31 luglio 2020;11:817.
16. Cheng TTJ, Mansor A, Lim YZ, Hossain Parash MT. Injury Incidence, Patterns, and Risk Factors in Functional Training Athletes in an Asian Population. *Orthop J Sports Med.* 1 ottobre 2020;8(10):232596712095741.
17. Peterson JA. Ten Nice-to-Know Facts About Functional Training. *ACSMS Health Fit J.* maggio 2017;21(3):52.
18. Aragão-Santos JC, De Resende-Neto AG, Da Silva-Grigoletto ME. Different types of functional training on the functionality and quality of life in postmenopausal women: a randomized and controlled trial. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. ottobre 2020 [citato 19 maggio 2023];60(9). Disponibile su: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R40Y2020N09A1283>
19. La Scala Teixeira CV, Evangelista AL, Novaes JS, Da Silva Grigoletto ME, Behm DG. “You’re Only as Strong as Your Weakest Link”: A Current Opinion about the Concepts and Characteristics of Functional Training. *Front Physiol.* 30 agosto 2017;8:643.
20. Fleck SJ, Kraemer W. *Designing Resistance Training Programs.* Fourth ed. Human Kinetics.; 2014.
21. Boyle M. *New Functional Training for Sports.* Human Kinetics.; 2016.
22. Boyle M. *Functional Training for Sports: Superior Conditioning for Today’s Athlete.* Human Kinetics.; 2004.
23. Teixeira RV, Batista GR, Mortatti AL, Dantas PMS, Cabral BGDAT. Effects of Six Weeks of High-Intensity Functional Training on Physical Performance in Participants with Different Training Volumes and Frequencies. *Int J Environ Res Public Health.* 20 agosto 2020;17(17):6058.
24. Gomes JH, Mendes RR, Franca CS, Da Silva-Grigoletto ME, Pereira Da Silva DR, Antonioli AR, et al. Acute leucocyte, muscle damage, and stress marker responses to high-intensity functional training. Tauler P, curatore. *PLOS ONE.* 3 dicembre 2020;15(12):e0243276.
25. Browne JD, Carter R, Robinson A, Waldrup B, Zhang G, Carrillo E, et al. Not All HIFT Classes Are Created Equal: Evaluating Energy Expenditure and Relative Intensity of a High-Intensity Functional Training Regimen. *Int J Exerc Sci.* 2020;13(4):1206–16.
26. Ben-Zeev T, Hirsh T, Weiss I, Gornstein M, Okun E. The Effects of High-intensity Functional Training (HIFT) on Spatial Learning, Visual Pattern Separation and Attention Span in Adolescents. *Front Behav Neurosci.* 14 settembre 2020;14:577390.
27. Thompson WR. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021. *ACSMS Health Fit J.* gennaio 2021;25(1):10–9.

28. Tibana RA, Sousa NMFD, Prestes J, Feito Y, Ferreira CE, Voltarelli FA. Monitoring Training Load, Well-Being, Heart Rate Variability, and Competitive Performance of a Functional-Fitness Female Athlete: A Case Study. *Sports*. 9 febbraio 2019;7(2):35.
29. Alekseyev K, John A, Malek A, Lakdawala M, Verma N, Southall C, et al. Identifying the Most Common CrossFit Injuries in a Variety of Athletes. *Rehabil Process Outcome*. 2020;9:1179572719897069.
30. Montalvo AM, Shaefer H, Rodriguez B, Li T, Epnere K, Myer GD. Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit. *J Sports Sci Med*. marzo 2017;16(1):53–9.
31. Minghelli B, Vicente P. Musculoskeletal injuries in Portuguese CrossFit practitioners. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. luglio 2019 [citato 24 marzo 2023];59(7). Disponibile su: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R40Y2019N07A1213>
32. Vassis K, Siouras A, Kourkoulis N, Poulis IA, Meletiou G, Iliopoulou AM, et al. Epidemiological Profile among Greek CrossFit Practitioners. *Int J Environ Res Public Health*. 31 gennaio 2023;20(3):2538.
33. Ángel Rodríguez M, García-Calleja P, Terrados N, Crespo I, Del Valle M, Olmedillas H. Injury in CrossFit®: A Systematic Review of Epidemiology and Risk Factors. *Phys Sportsmed*. 2 gennaio 2022;50(1):3–10.
34. Szajkowski S, Dwornik M, Pasek J, Cieślar G. Risk Factors for Injury in CrossFit®-A Retrospective Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 26 gennaio 2023;20(3):2211.
35. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthop J Sports Med*. 1 aprile 2014;2(4):232596711453117.
36. Toledo R, Dias MR, Souza D, Soares R, Toledo R, Lácio M, et al. Joint and muscle injuries in men and women CrossFit® training participants. *Phys Sportsmed*. 4 maggio 2022;50(3):205–11.
37. Mehrab M, de Vos RJ, Kraan GA, Mathijssen NMC. Injury Incidence and Patterns Among Dutch CrossFit Athletes. *Orthop J Sports Med*. 1 dicembre 2017;5(12):232596711774526.
38. Centers for Disease Control and Prevention. Measures of Risk [Internet]. Disponibile su: <https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/lesson3/section2.html>
39. Health and Safety Executive – HSE. Injury Frequency Rates [Internet]. Disponibile su: www.hse.gov.uk/statistics/
40. Szumilas M. Explaining Odds Ratios. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*. agosto 2010;19(3):227–9.
41. Cartabellotta A. La formulazione dei quesiti di ricerca. Da un’idea generica alla formulazione strutturata con EPICOT+. 2 agosto 2010; Disponibile su: https://www.evidence.it/articoli/pdf/2010_3_3.pdf
42. PRISMA-P Group, Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. dicembre 2015;4(1):1.
43. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 29 marzo 2021;n71.

44. Chapter 5: Systematic reviews of prevalence and incidence. In: JBI Manual for Evidence Synthesis [Internet]. JBI; 2020 [citato 19 maggio 2023]. Disponibile su: <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL/4688607/Chapter+5%3A+Systematic+reviews+of+prevalence+and+incidence>
45. Chapter 10: Umbrella reviews. In: JBI Manual for Evidence Synthesis [Internet]. JBI; 2020 [citato 19 maggio 2023]. Disponibile su: <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL/4687363/Chapter+10%3A+Umbrella+reviews>
46. Barranco-Ruiz Y, Villa-González E, Martínez-Amat A, Da Silva-Grigoletto ME. Prevalence of Injuries in Exercise Programs Based on Crossfit[®], Cross Training and High-Intensity Functional Training Methodologies: A Systematic Review. *J Hum Kinet.* 21 luglio 2020;73(1):251–65.
47. Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Cond Res* [Internet]. 22 novembre 2013 [citato 24 marzo 2023]; Publish Ahead of Print. Disponibile su: <https://journals.lww.com/00124278-900000000-97557>
48. Giordano B, Weisenthal B. Prevalence and Incidence Rates Are Not the Same: Response. *Orthop J Sports Med.* 1 luglio 2014;2(7):232596711454326.
49. Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. *Sports Health Multidiscip Approach.* novembre 2016;8(6):541–6.
50. Feito Y, Burrows EK, Tabb LP. A 4-Year Analysis of the Incidence of Injuries Among CrossFit-Trained Participants. *Orthop J Sports Med.* ottobre 2018;6(10):232596711880310.
51. Stracciolini A, Quinn B, Zwicker RL, Howell DR, Sugimoto D. Part I: Crossfit-Related Injury Characteristics Presenting to Sports Medicine Clinic. *Clin J Sport Med.* marzo 2020;30(2):102–7.
52. Sugimoto D, Zwicker RL, Quinn BJ, Myer GD, Stracciolini A. Part II: Comparison of Crossfit-Related Injury Presenting to Sports Medicine Clinic by Sex and Age. *Clin J Sport Med.* maggio 2020;30(3):251–6.
53. Szeles PR de Q, Costa TS da, Cunha RA da, Hespanhol L, Pochini A de C, Ramos LA, et al. CrossFit and the Epidemiology of Musculoskeletal Injuries: A Prospective 12-Week Cohort Study. *Orthop J Sports Med.* 1 marzo 2020;8(3):232596712090888.
54. Paiva TM de M, Kanas M, Astur N, Wajchenberg M, Martins DE. Correlation between previous sedentary lifestyle and CrossFit-related injuries. *Einstein São Paulo.* 28 aprile 2021;19:eAO5941.
55. Serafim TT, Maffulli N, Migliorini F, Okubo R. Epidemiology of High Intensity Functional Training (HIFT) injuries in Brazil. *J Orthop Surg.* 5 dicembre 2022;17(1):522.
56. Gabbe BJ. How valid is a self reported 12 month sports injury history? *Br J Sports Med.* 1 dicembre 2003;37(6):545–7.
57. Aasa U, Svartholm I, Andersson F, Berglund L. Injuries among weightlifters and powerlifters: a systematic review. *Br J Sports Med.* febbraio 2017;51(4):211–9.
58. Raske Å, Norlin R. Injury Incidence and Prevalence among Elite Weight and Power Lifters. *Am J Sports Med.* marzo 2002;30(2):248–56.
59. Keogh JW, Winwood PW. The Epidemiology of Injuries Across the Weight-Training Sports. *Sports Med.* marzo 2017;47(3):479–501.

60. Caine D, Nassar L. Gymnastics Injuries. In: Caine DJ, Maffulli N, curatori. *Medicine and Sport Science* [Internet]. Basel: KARGER; 2005 [citato 16 aprile 2023]. p. 18–58. Disponibile su: <https://www.karger.com/Article/FullText/84282>
61. Parkkari J, Kannus P, Natri A, Lapinleimu I, Palvanen M, Heiskanen M, et al. Active Living and Injury Risk. *Int J Sports Med*. aprile 2004;25(3):209–16.
62. Aune KT, Powers JM. Injuries in an Extreme Conditioning Program. *Sports Health Multidiscip Approach*. gennaio 2017;9(1):52–8.
63. Behm DG, Blazeovich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. gennaio 2016;41(1):1–11.
64. Ullman ZJ, Fernandez MB, Klein M. Effects of Isometric Exercises versus Static Stretching in Warm-up Regimens for Running Sport Athletes: A Systematic Review. *Int J Exerc Sci*. 2021;14(6):1204–18.
65. Tafuri S, Salatino G, Napoletano PL, Monno A, Notarnicola A. The risk of injuries among CrossFit athletes: an Italian observational retrospective survey. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. ottobre 2019 [citato 20 aprile 2023];59(9). Disponibile su: <https://www.minervamedica.it/index2.php?show=R40Y2019N09A1544>