



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE E NEUROMOTORIE

**CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA**

**L'efficacia degli interventi fisioterapici negli atleti con post-concussione negli sport da contatto: una Revisione Sistemica di Trial Clinici Randomizzati.**

**Relatore**

**Prof.ssa Lucia Bertozzi**

**Presentata da**

**Gianluca Silighini**

---

**Sessione 1 ; Novembre 2024**

**Anno Accademico 2023/2024**



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOMEDICHE E NEUROMOTORIE

**CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA**

**L'efficacia degli interventi fisioterapici negli atleti con post-concussione negli sport da contatto: una Revisione Sistemica di Trial Clinici Randomizzati.**

**Relatore**

**Prof.ssa Lucia Bertozzi**

**Presentata da**

**Gianluca Silighini**

---

**Sessione 1 ; Novembre 2024**

**Anno Accademico 2023/2024**



## ABSTRACT

**Titolo:** L'efficacia degli interventi fisioterapici negli atleti con post concussion di sport da contatto: una Revisione sistematica di Trial Clinici Controllati e Randomizzati.

**Background:** La commozione cerebrale è una forma di lesione cerebrale traumatica che si verifica quando il cervello subisce l'azione di forze che lo scuotono bruscamente all'interno del cranio. Comporta un disturbo delle attività cerebrali che innescano un complesso fisiopatologico complesso da cui possono scaturire molteplici sintomi correlati al trauma cranico lieve. La correlazione di questa patologia all'attività sportiva prende il nome di Sport-related concussion e costituisce la principale fonte di lesioni craniche per gli atleti di fasce di età giovane e adulta. Nonostante si ricorra agli interventi fisioterapici rivolti alla riduzione dello spettro sintomatologico, questi risultano oggetto di ricerca per via della scarsa letteratura a riguardo.

**Obiettivo:** L'obiettivo di questa revisione sistematica è quello di valutare le prove d'efficacia degli interventi fisioterapici al fronte dei sintomi (a breve, medio e lungo termine) correlati al trauma cranico lieve nella popolazione di atleti giovani e adulti di sport da contatto.

**Metodi:** La revisione è stata condotta secondo gli items della checklist riportata dal PRISMA Statement 2020. La ricerca è stata svolta nelle seguenti banche dati biomediche: PubMed, PEDro, Cochrane Library e ClinicalTrials.gov dal loro inizio fino al 8 ottobre 2024. Sono stati inclusi studi clinici randomizzati e controllati, valutati mediante PEDro Scale. La ricerca è stata inoltre condotta in lingua inglese ed italiana, includendo articoli senza limite di anno di pubblicazione. L'estrazione e la sintesi dei dati sono state condotte da un solo autore indipendente.

**Risultati:** I risultati scaturiti dalla ricerca sono in totale 105, di cui sono stati selezionati 3 studi di tipo Trial Clinico Randomizzato e Controllato. Questi studi evidenziano come l'efficacia degli interventi di allenamento neuromuscolare, esercizio aerobico e riabilitazione vestibolare risulti maggiore dell'efficacia relativa ai trattamenti standard relativi al solo riposo e placebo.

**Conclusioni:** Gli interventi fisioterapici sono in grado di ridurre o contenere i sintomi derivanti dalla commozione cerebrale nella popolazione sopra indicata.

**Parole chiave:** “athletes”; “concussion”; “exercise”; “physical therapy” “intervention”; “contact sports”; “brain injury”; “rehabilitation”; “physiotherapy”; “Post-Concussion Syndrome”.

## ABSTRACT (English)

**Title:** The effectiveness of Physical Therapy intervention in post-concussion contact sports athletes: a Systematic Review of Randomized Controlled Trials.

**Background:** Brain concussion is a form of traumatic brain injury that occurs whenever brain is subjected to the action of forces that abruptly shake it inside the skull. It might lead to brain activity disorders that cause a complex physiopathological process from which many mild traumatic brain injury symptoms can arise. The correlation between this pathology and physical activity is named Sport-related concussion and it represents the main cause of head injuries for both young and adult athletes. Despite physiotherapeutic interventions are already commonly used to decrease and contain the symptomatic spectrum, they are reason of research due to lack of evidences in biomedical literature.

**Objective:** The aim of this systematic review is to evaluate the evidence of the effectiveness of physiotherapeutic interventions in addressing symptoms (short-term, medium-term, and long-term) related to mild traumatic brain injury in the population of young and adult athletes in contact sports.

**Methods:** This review was conducted according the 2020 PRISMA Statement checklist's items. The research was done in the following biomedical databases: PubMed, PEDro, Cochrane Library and ClinicalTrials.gov from their inception to October 8, 2024. The studies selection was also limited to randomized controlled trials articles, evaluated thanks to PEDro Scale. Research was made in both Italian and English languages, no time or year of publication limit was applied to articles including. Data extraction and synthesis were conducted by one and only independent author.

**Results:** The research yielded a total of 105 results, from which 3 randomized controlled trials were selected. These studies highlight that the effectiveness of neuromuscular training interventions, aerobic exercise, and vestibular rehabilitation is greater than the effectiveness of standard treatments based solely on rest and placebo.

**Conclusions:** Physical therapy interventions were shown to be effective in reducing or containing brain concussion related symptoms in the aforementioned population.

**Key-words:** “athletes”; “concussion”; “exercise”; “physical therapy”; “sport-related concussion”; “intervention”; “contact sports”; “brain injury”; “rehabilitation”; “physiotherapy”; “Post-Concussion Syndrome”.



## INDICE

<b>1. BACKGROUND .....</b>	<b>9</b>
1.1 Razionale dello studio .....	9
1.1.1 Commozione cerebrale correlata allo sport.....	9
1.1.2 Trattamento della Commozione cerebrale correlata allo sport .....	11
1.2 Obiettivo dello studio .....	12
<b>2. MATERIALI E METODI .....</b>	<b>13</b>
2.1 Criteri di eleggibilità .....	13
2.2 Modalità di ricerca e fonti di informazione .....	15
2.3 Processo di selezione degli studi .....	18
2.4 Estrazione dei dati .....	18
2.5 Considerazione del rischio di bias .....	19
2.6 Analisi e sintesi dei dati .....	20
<b>3. RISULTATI .....</b>	<b>21</b>
3.1 Selezione degli studi .....	21
3.2 Caratteristiche degli studi inclusi .....	23
3.3 Rischio di bias degli studi inclusi .....	28
3.4 Risultati e conclusioni degli studi inclusi .....	29
<b>4. DISCUSSIONE .....</b>	<b>32</b>
4.1 Sintesi delle evidenze .....	32
4.2 Limiti della Revisione .....	32
4.3 Implicazioni delle evidenze .....	33
<b>5. CONCLUSIONI.....</b>	<b>34</b>
<b>ALLEGATI.....</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>36</b>





## **BACKGROUND**

### **1.1 Razionale dello studio**

#### **1.1.1 Commozione cerebrale correlata allo sport**

La commozione cerebrale è definita come un trauma cranico di lieve entità, causato da traumi diretti o colpi di frusta che portano a movimenti bruschi del cervello all'interno della scatola cranica. Questo tipo di infortunio può provocare sintomi variabili, che vanno dalla perdita temporanea di coscienza a mal di testa, confusione e disturbi della memoria.

Gli incidenti stradali rappresentano la principale causa di infortuni cranici nei soggetti adulti, mentre negli adolescenti (15-24 anni), gli infortuni sportivi sono più comuni. La comprensione dei meccanismi e delle conseguenze della commozione cerebrale è fondamentale per affrontare questo fenomeno crescente, specialmente in contesti dove l'attività fisica e il traffico stradale sono particolarmente intensi.

Negli ultimi anni, la commozione cerebrale legata allo sport (SRC), ha ottenuto un crescente riconoscimento a livello globale nonché un'importante attenzione mediatica. Di conseguenza, la ricerca sulla SRC è aumentata e gli esperti hanno sviluppato metodiche per affrontare la valutazione, la gestione e la prevenzione delle commozioni cerebrali negli sport. È stata così evidenziata l'importanza di un'identificazione e gestione rapida ed efficace della SRC negli atleti per ridurre il rischio di ulteriori infortuni e ottimizzare il recupero. [1]

Le commozioni cerebrali costituiscono un problema crescente nella popolazione atletica, in particolare negli sport da contatto come il rugby union, football americano, hockey su ghiaccio e calcio. Ciò a causa dei frequenti impatti fisici tra i giocatori. Risultati statistici mostrano che Dei quarantaquattro milioni di bambini coinvolti in varie attività legate allo sport, circa 3,8 milioni sperimentano una commozione cerebrale legata allo sport ogni anno. [2]

Nel 2016, quasi il 20% di un gruppo di adolescenti ha dichiarato di aver subito almeno una commozione cerebrale nella propria vita, mentre il 5,5% ha riportato di averne avute più di una. [3] Inoltre, c'è stato un aumento di anno in anno del numero di commozioni cerebrali riportate dagli atleti adolescenti che risultano avere infatti un più alto rischio di subire una commozione cerebrale rispetto agli adulti e possono anche richiedere un periodo di tempo più lungo per riprendersi. [2][4]

L'incidenza delle sport-related concussion è maggiore negli atleti di sesso femminile, inoltre, chi ha già subito una commozione cerebrale è più facilmente soggetto al rischio di nuove lesioni. [2]

Commozioni ripetute possono comportare seri rischi a lungo termine per la salute neurologica, motivo per cui quelle vissute durante l'adolescenza (in genere da 12 a 18 anni) sono particolarmente preoccupanti.

Le commozioni cerebrali possono presentare una vasta gamma di segni e sintomi clinici, tra cui segni fisici (p.es., perdita di coscienza, amnesia), cambiamenti comportamentali (p.es., irritabilità cognitiva (p.es., tempi di reazione rallentati), disturbi del sonno (p.es., sintomi somatici (p.es., sintomi cognitivi), sintomi cognitivi (ad esempio, sensazione come in una nebbia) o sintomi emotivi (ad esempio, lability emotiva). [5]

Di seguito elencati i sintomi identificativi di una commozione cerebrale:

- Perdita di memoria
- Sonnolenza
- Irritabilità
- Nausea
- Sensibilità al rumore
- Visione offuscata
- Difficoltà a concentrarsi
- Affaticamento
- Perdita di coscienza
- Nervosità
- Confusione
- Vertigini
- Mal di testa
- Sensibilità alla luce
- Sensazione di "nebbia" mentale
- Maggiore emotività
- Disturbi del sonno

Poiché queste manifestazioni spesso presentano una rapida insorgenza e si risolvono spontaneamente, non sempre vengono riconosciute o segnalate, il che rende difficile ottenere dati precisi sull'epidemiologia.

Le ricerche suggeriscono che una percentuale significativa di infortuni rimane non diagnosticata soprattutto tra gli atleti adolescenti e questa situazione evidenzia l'importanza di migliorare la consapevolezza e la formazione sulla gestione delle commozioni cerebrali negli sport da contatto. [6]

Infine, le commozioni cerebrali sono state collegate a una serie di problemi a lungo termine, tra cui il deterioramento cognitivo, la depressione e la sindrome post-commozione (PCS) cerebrale, rendendo fondamentale una valutazione adeguata e un intervento tempestivo per gestire efficacemente i sintomi e minimizzare l'impatto sulla salute neurologica a lungo termine.

## 1.1.2 Trattamento della Commozione cerebrale correlata allo sport

Oggi il trattamento della Commozione cerebrale correlata allo sport si basa su una combinazione di riposo, monitoraggio dei sintomi e approcci riabilitativi, con l'obiettivo di garantire un recupero completo e prevenire complicazioni a lungo termine.

- **Riposo e Gestione Iniziale:** la fase iniziale del trattamento richiede riposo fisico e cognitivo. Secondo il consenso della comunità scientifica, il riposo è cruciale nelle prime 24-48 ore dopo l'infortunio per ridurre i sintomi e favorire la guarigione. [7] Durante questo periodo, si consiglia di limitare attività fisiche e cognitive, come l'uso di dispositivi elettronici e la lettura. Recenti ricerche suggeriscono che un riposo prolungato oltre i primi due giorni dopo una commozione cerebrale potrebbe ostacolare piuttosto che aiutare il recupero. [8]

- **Ritorno Graduale all'Attività:** una volta che i sintomi iniziano a migliorare, si può procedere con un programma di ritorno graduale all'attività fisica. Questa fase è fondamentale per valutare la tolleranza dell'atleta allo sforzo e prevenire recidive. Il Buffalo Concussion Treadmill Test è l'unico test funzionale conosciuto in grado di rivelare in modo sicuro e affidabile l'intolleranza all'esercizio negli esseri umani con PCS. Questo serve per valutare sistematicamente la tolleranza all'esercizio nelle persone con sintomi prolungati dopo una commozione cerebrale (ovvero, oltre 4-6 settimane). I dati del test vengono utilizzati per sviluppare programmi di trattamento personalizzati che prevedono un approccio step-by-step che aumenta gradualmente l'intensità dell'esercizio, al fine di ripristinare la fisiologia normale e migliorare il recupero. Il ritorno a una tolleranza normale all'esercizio può quindi essere utilizzato per stabilire il recupero fisiologico dalla commozione cerebrale. [8]

- **Riabilitazione e Terapie Complementari:** in alcuni casi, potrebbe essere necessario un intervento riabilitativo specifico, soprattutto se i sintomi persistono. Terapie fisiche, occupazionali e cognitive possono essere utili per affrontare i deficit post-traumatici. La letteratura attuale indica che gli interventi cervicali e vestibolari, insieme all'esercizio a soglia sub-sintomatica, possono essere efficaci per le persone nelle prime 24-48 ore dopo una commozione cerebrale. L'esercizio aerobico ha mostrato di migliorare la funzione del sistema nervoso autonomo, suggerendo che un trattamento di esercizio sotto-soglia potrebbe essere vantaggioso per chi ha subito una commozione cerebrale. Le revisioni sistematiche evidenziano che l'esercizio post-commozione cerebrale può portare a un miglioramento dei punteggi sintomatici e che i programmi di esercizio aerobico sub-sintomatico risultano più efficaci nel ridurre i sintomi della sindrome post-commozione rispetto ai trattamenti standard tradizionali. [2]

- **Educazione e Prevenzione:** l'educazione dell'atleta, degli allenatori e delle famiglie riguardo ai segni e sintomi della commozione cerebrale è fondamentale per garantire una gestione tempestiva e adeguata. Articoli scientifici sottolineano l'importanza di programmi educativi per ridurre il rischio di recidive e migliorare la consapevolezza sull'argomento.

Le tecniche di trattamento per la commozione cerebrale devono essere personalizzate e basate su evidenze scientifiche. Un approccio multidisciplinare che include riposo, riabilitazione ed educazione può contribuire a un recupero efficace e a una migliore gestione di questo infortunio.

Contrariamente alle aspettative, i soggetti che ricevono un trattamento limitato al solo riposo mostrano comunque una limitazione della partecipazione e disturbi legati alla salute psico-fisica.

È fondamentale somministrare interventi individualizzati e specifici in base all'intensità, frequenza, gravità della lesione, livello di irritabilità agli stimoli e alla risposta al trattamento.

## **1.2 Obiettivo dello studio**

L'obiettivo di questa revisione sistematica è quello di individuare le prove d'efficacia degli interventi fisioterapici in relazione alla gestione dei sintomi a breve, medio e lungo termine conseguenti al trauma cranico lieve, specificamente nella popolazione di atleti giovani e adulti praticanti sport di contatto. Si intende esaminare non solo l'impatto immediato della fisioterapia sui sintomi in fase acuta, ma anche la loro efficacia nel promuovere un recupero duraturo e nel prevenire eventuali complicazioni a lungo termine. Attraverso un'analisi approfondita della letteratura disponibile, si mira a fornire una panoramica delle migliori pratiche e delle strategie terapeutiche, contribuendo così a migliorare la gestione clinica delle commozioni cerebrali in contesti sportivi.

## **2.MATERIALI E METODI**

Questa revisione sistematica di Trial Clinici Randomizzati e Controllati è stata condotta in accordo con il PRISMA Statement pubblicato nell'anno 2020 ("Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta Analysis").

### **2.1 Criteri di eleggibilità**

Il quesito clinico alla base della ricerca svolta è il seguente:

“Qual è l'efficacia, basata su evidenze cliniche, dell'intervento fisioterapico per il miglioramento dei sintomi derivanti dalle commozioni cerebrali correlate allo sport nella popolazione di atleti di sport da contatto.”

Il quesito sopracitato ha determinato la selezione del seguente PICO:

**P:** Atleti post-concussion di sport da contatto di ogni genere ed età

**I:** Trattamenti fisioterapici; Riposo; Attività fisica; Esercizio

**C:** Nessun trattamento; Placebo; Trattamento farmacologico

**O:** Sintomi in fase acuta e cronica

**s:** Trial Clinici Randomizzati

In seguito all'elaborazione del PICO, sono qui definiti i criteri di eleggibilità inclusivi, riportati nella seguente **Tabella**.

*Tabella 1. Criteri inclusivi ed esclusivi di eleggibilità.*

	<b>Criteri di inclusione</b>	<b>Criteri di esclusione</b>
<b>Popolazione</b>	Atleti di sport da contatto di qualsiasi età e sesso con diagnosi e sintomi di commozione cerebrale correlata allo sport.  Soggetti in regime di ricovero ambulatoriale, domiciliare.	Soggetti con diagnosi di commozione cerebrale non correlata allo sport;  Soggetti con sintomi legati ad altre patologie;  Soggetti che non presentano sintomi in seguito a commozione cerebrale;
<b>Intervento</b>	Sedute fisioterapiche; Riposo; Attività fisica; Esercizi.	-
<b>Confronto</b>	Utilizzo di farmaci; placebo; nessun trattamento	-
<b>Outcome</b>	Miglioramento dei sintomi;  Contenimento dei sintomi;  Risoluzione dei sintomi;	-
<b>Disegno degli Studi</b>	Trial Clinici Randomizzati;  Studi con full-text disponibili e gratuiti;	Studi secondari;  Studi di coorte;  Studi caso-controllo;  Trial Clinici non randomizzati;  Studi senza disponibilità di full-text gratuiti;
<b>Lingua</b>	Inglese;  Italiano	Altre lingue;

## 2.2 Modalità di ricerca e fonti di informazione

La ricerca condotta ai fini di questo studio è stata condotta da un solo autore indipendente ed è riferita al periodo che va dall'inizio di ogni banca dati fino al giorno 08 ottobre 2024. Le banche dati biomediche e i registri consultati sono le seguenti:

**-PEDro**

**-Cochrane Library**

**-ClinicalTrials.gov**

**-PubMed**

L'accesso ai full-text è risultato possibile all'interno delle banche dati. All'interno di quest'ultime sono state effettuate ricerche mediante parole chiave definite in base al PICO, alcune delle quali sono indicate come termini MeSH (Medical Subject Headings).

Le **key-words** usate per scrivere le stringhe di ricerca sono le seguenti:

**“athletes”; “concussion”; “exercise”; “physical therapy”**

**“sport-related concussion”; “intervention”; “contact sports”**

**“brain injury”; “rehabilitation” (MeSH Term); “physiotherapy”**

**“Post-Concussion Syndrome”**

L'utilizzo degli operatori booleani AND & OR e l'utilizzo dei simboli "" e "" ha permesso una ricerca più approfondita nelle banche dati che ne permettono l'utilizzo. Qui di seguito sono riportati i database con le relative stringhe di ricerca:

**-PEDro:** All'interno di questa banca dati sono state condotte sia una ricerca semplice che una ricerca avanzata.

-La stringa utilizzata per la ricerca semplice in PEDro è la seguente:

concussion AND athletes ;

Questa stringa di ricerca ha portato a n° 18 risultati di cui 11 sono Trial Clinici Randomizzati Controllati.

-Gli elementi utilizzati per la ricerca avanzata in PEDro è la seguente:

-Abstract and title: Exercise

-Body Part: head or neck

-Subdiscipline: sports

-Topic: neurotrauma

-Method: Clinical Trial

**-Cochrane Library:** Banca dati in cui sono state condotte sia una ricerca semplice che una ricerca avanzata.

-La stringa di ricerca per la ricerca semplice in Cochrane Library è la seguente:

concussion AND athletes AND physical therapy

-La stringa di ricerca per la ricerca avanzata in Cochrane Advanced Search Manager è la seguente:

MeSH descriptor: [Post-Concussion Syndrome] explode all trees and with qualifier(s):  
[rehabilitation - RH]



**-ClinicalTrials.gov:** All'interno di questo registro la ricerca è stata condotta inserendo i seguenti elementi nei vari Items proposti:

-Condition/Disease: Sport-related concussion

-Other terms: Athletes

-Intervention/Treatment: Physiotherapy

**-PubMed:** All'interno di questa banca dati sono state condotte sia una ricerca semplice che avanzata.

-La stringa utilizzata per la ricerca semplice, alla quale è stato applicato il filtro "Tipo di articolo": Randomized Controlled Trial; Di seguito riportata:

"brain injury" AND "concussion" AND (physiotherapy) OR "contact sports".

-Stringa utilizzata per la ricerca avanzata: (((("athletes") AND ("concussion" OR "brain injury"))) AND (("physiotherapy" OR "rehabilitation" [MeSH Terms])))

## **2.3 Processo di selezione degli studi**

Un unico revisore indipendente ha condotto il processo di selezione degli studi, il quale è stato svolto secondo il modello delle linee guida riportate dal PRISMA Statement 2020. I titoli e gli abstract degli studi sono stati esaminati al fine di identificare studi pertinenti, sono inoltre stati ricercati i full-text e selezionati solamente studi che ne fossero provvisti. I testi completi degli articoli sono stati in seguito letti ed inseriti all'interno della revisione qualora risultassero soddisfatti i criteri di eleggibilità inclusivi riportati nella *Tabella 1* della sezione *2.1 Criteri di eleggibilità*

## **2.4 Estrazione dei dati**

In seguito al processo di selezione degli studi, è stata svolta la fase di estrazione dei dati riportati all'interno dei full-text. I dati che sono stati estratti sono relativi a:

### **-Informazioni generali sullo studio:**

- Titolo dello studio
- Autori dello studio
- Anno di pubblicazione
- Obiettivo dello studio

### **-Caratteristiche del disegno dello studio:**

- Tipo di studio (RCT, studio in doppio cieco, ecc.)
- Durata dello studio (periodo di inizio e di conclusione dello studio)
- Dimensione del campione (n° partecipanti)

### **-Popolazione dello studio:**

- Criteri di inclusione ed esclusione
- Caratteristiche demografiche (età, sesso)
- Condizioni di base dei partecipanti (sintomi acuti/cronici in atto)

### **-Intervento:**

- Descrizione degli interventi (modalità, durata, intensità, frequenza)
- Controllo svolto
- Gruppi di intervento e di controllo
- Comportamenti dei partecipanti (aderenza al trattamento, ecc.)

**-Outcomes:**

- Risultati primari e secondari
- Metodologia di misurazione (strumenti, scale di valutazione, ecc.)
- Tempistiche di valutazione dei risultati

**-Analisi statistica:**

- Risultati statistici (p-values, intervalli di confidenza)

**-Conclusioni degli autori:**

- Interpretazioni e implicazioni dei risultati
- Raccomandazioni per la pratica clinica

## **2.5 Considerazione del rischio di bias**

La qualità metodologica degli studi selezionati per la revisione sistematica è stata valutata, da un solo autore indipendente, per mezzo della PEDro Scale (*Figura 1*). La PEDro Scale, emendata l'ultima volta il 21 giugno 1999, è stata tradotta in lingua italiana il 19 maggio 2014. La scala è uno strumento standardizzato per valutare la qualità metodologica degli studi clinici (in particolare di Trial Clinici Randomizzati) ed è composta da 11 items volti ad analizzare la validità e l'affidabilità degli studi. Ognuno degli items, tranne il primo, conferisce un punto al punteggio totale (qualora soddisfatto). Il punteggio massimo è di 10 punti, il punteggio minimo è di 0 punti. Gli studi clinici sono classificati, in base al punteggio ottenuto, in quattro categorie, gli autori hanno infatti definito:

- Bassa qualità: uno studio dal punteggio compreso tra 0 e 3;
- Qualità media: uno studio dal punteggio di 4 o 5;
- Alta qualità: uno studio dal punteggio compreso tra 6 a 8;
- Eccellente qualità: uno studio dal punteggio di 9 o 10;

**Affidabilità intra – operatore:**

La ricerca all'interno delle banche dati biomediche è stata ripetuta utilizzando le stesse stringhe di ricerca in due periodi differenti, a distanza di tempo, per verificare la similarità tra i risultati ottenuti in precedenza e nel periodo seguente.

Qui di seguito è riportata la Scala di PEDro:

### Scala di PEDro - Italiano

---

1. I criteri di elegibilità sono stati specificati	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi (negli studi crossover, è randomizzato l'ordine con cui i soggetti ricevono il trattamento)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
6. Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
7. Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stato analizzato per "intenzione al trattamento"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:
11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/>	dove:

---

Figura 1. Scala di PEDro.[9]

## 2.6 Analisi e sintesi dei dati

Le fasi di analisi e di sintesi dei dati estratti dai Trial Clinici Randomizzati, sviluppate in maniera qualitativa, hanno richiesto un approccio metodico e rigoroso. I due processi sono stati affrontati ed inclusi nella sezione **3.4 Risultati e conclusioni degli studi inclusi** di questa revisione sistematica.

### 3. RISULTATI

Nel presente capitolo, sono presentati i risultati ottenuti dagli studi inclusi nella revisione. Si analizzano nel dettaglio le evidenze emerse, riportando le principali implicazioni cliniche. I dati raccolti offriranno un quadro chiaro sull'efficacia degli interventi studiati, permettendo una valutazione critica delle metodologie utilizzate e qualitativa dei risultati riportati.

#### 3.1 Selezione degli studi

Si riporta qui di seguito il Flow Diagram (*Tabella 2-Diagramma di flusso*) ottenuto e compilato seguendo il modello e le linee guida presente nella guida PRISMA Statement 2020.

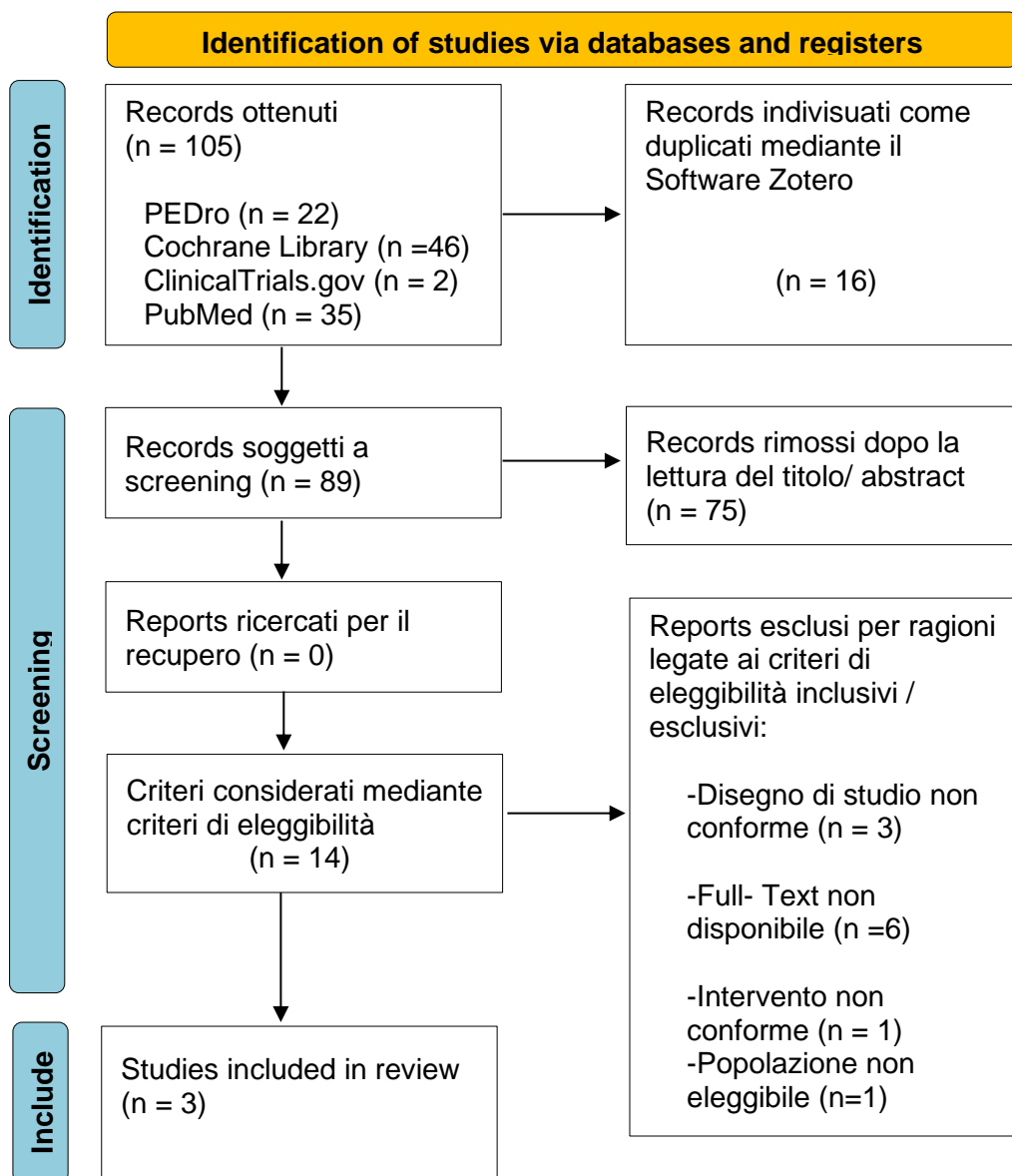


Figura 2. Diagramma di flusso.

L' esplorazione eseguita e condotta all'interno delle Banche Dati Biomediche e registri mediante l'utilizzo delle stringhe di ricerca riportate nella sezione **2.2 Modalità di ricerca e fonti di informazione** ha dato come risultato un totale di 105 articoli, rispettivamente:

-PEDro: ( n = 22 )

- La stringa di ricerca semplice ha portato a n° 18 risultati di cui 11 sono Trial Clinici Randomizzati Controllati.

- Il metodo di ricerca avanzato ha prodotto un totale di n°4 risultati.

-Cochrane Library: ( n = 46 )

-Questa stringa per la ricerca semplice ha prodotto un totale di n°25 risultati.

-Questa stringa per la ricerca avanzata ha prodotto un totale di n° 21 risultati.

-PubMed: ( n = 35 )

- La stringa utilizzata per la ricerca semplice ha prodotto 30 risultati

- La stringa utilizzata per la ricerca avanzata ha prodotto 5 risultati

-ClinicalTrials.gov: ( n = 2 )

-La ricerca avanzata ha prodotto un totale di 2 risultati.

Il primo passo del processo di selezione dei dati ha portato all'esclusione di 16 articoli poiché, mediante l'utilizzo del software Zotero, sono risultati come duplicati.

Zotero è un potente software di gestione delle bibliografie e delle citazioni, progettato per facilitare la raccolta, l'organizzazione e la condivisione delle fonti di ricerca. Ai fini di condurre questa fase della revisione è stata utilizzata la versione 7.0.7 di questo software.

In seguito all'eliminazione degli articoli duplicati sono stati sottoposti a screening un totale di 89 records. Il processo di lettura del titolo ha ridotto ulteriormente il numero di studi, escludendone 75 in tutto. I 14 articoli rimanenti sono stati considerati mediante i criteri di eleggibilità e l'ulteriore selezione è avvenuta per mezzo di ragioni legate ai criteri esclusivi di eleggibilità, rispettivamente:

- Tre articoli presentano un disegno di studio differente da quello desiderato e riportato nel PICO di ricerca.

- Sei articoli non dispongono di full-text reperibile o disponibile;

- Un articolo è stato escluso poiché l'intervento adottato non risulta pertinente al quesito di indagine

-Popolazione non eleggibile ( n = 1)

Il risultato ultimo del processo di selezione di studi ha portato all'individuazione di 3 records, adatti sotto ogni aspetto per la redazione di questa revisione sistematica.

### **3.2 Caratteristiche degli studi inclusi**

Si riporta di seguito la **Tabella 2** che mostra in maniera sintetica le informazioni e caratteristiche degli studi e dei trattamenti selezionati. Si evidenziano:

- Autori dello studio
- Anno di pubblicazione dello studio
- Disegno dello studio
- Località in cui è stato diretto lo studio
- Periodo di direzione dello studio
- Obiettivo dello studio
- Criteri di inclusione/esclusione dei partecipanti
- Popolazione dello studio
- Intervento
- Controllo
- Outcome

Tabella 2. Caratteristiche degli studi.

Autore, anno di pubblicazione e disegno di studio	Luogo e Periodo di direzione dello studio	Obiettivo dello studio	Criteri di inclusione/esclusione dei partecipanti	Popolazione dello studio	Intervento	Controllo	Outcome
Howell DR et al. 2022 RCT	Colorado, USA  Periodo non disponibile	Valutare il l'efficacia dell'allenamento neuromuscolare (NMT) rispetto al trattamento fisioterapico convenzionale (SC) per le commozioni cerebrali correlate allo sport in atleti adolescenti, nonché la riduzione del rischio di recidiva entro un anno dall'evento lesionale	<p><b>Criteri di inclusione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Età inferiore a 18 anni</li> <li>-Tempo trascorso tra l'episodio di commozione la valutazione iniziale minore di 10 giorni.</li> <li>-Diagnosi medica di commozione cerebrale.</li> <li>-Assenza di altre condizioni mediche</li> </ul> <p><b>Criteri di esclusione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Condizioni mediche concomitanti</li> <li>-Impossibilità di seguire il protocollo</li> <li>- Età maggiore di 18 anni</li> </ul>	<p><b>Totale:</b> n = 27</p> <p>NMT: n = 11 SC: n = 16</p> <p><b>Età (media):</b> NMT: 14,7 SC: 15,3</p> <p><b>BMI:</b> NMT: 23.3 SC: 21.8</p> <p><b>Sesso:</b> NMT: 4 F; 7 M SC: 7 F; 9 M</p> <p>Randomizzazione avvenuta in base a sesso ed età. 0 partecipanti persi durante lo studio.</p>	L'intervento, della durata di 8 settimane (frequenza di 2 volte a settimana) ha incluso esercizi di forza, stabilità e propriocezione con maggiore attenzione nella fase di appoggio.	Trattamento standard convenzionale: riposo fisico e cognitivo	Durante il primo anno in seguito al ritorno allo sport ulteriori infortuni erano più comunemente riscontrabili negli atleti che hanno seguito il trattamento standard convenzionale piuttosto che negli atleti che hanno eseguito l'intervento di allenamento neuromuscolare.



<p>Leddy JJ et al. 2019 RCT</p>	<p>New York, USA  Periodo non disponibile</p>	<p>Valutare l'efficacia dell'esercizio aerobico al di sotto della soglia sintomatologica rispetto al programma di intervento basato su stretching e placebo in atleti adolescenti in fase acuta in seguito a una commozione correlata allo sport</p>	<p><b>Criteri di inclusione:</b> -Età compresa tra i 13 e i 18 anni -Diagnosi medica di commozione cerebrale correlata allo sport</p> <p><b>Criteri di esclusione:</b> -Segni di deficit neurologici focali -Impossibilità di eseguire gli esercizi proposti a causa di problematiche ortopediche, lesioni del rachide cervicale, diabete, patologie cardiache -Rischio cardiaco rilevante -Pregressi traumi cranici -Diagnosi di disturbi di iperattività, depressione o ansia -Ulteriori lesioni durante il periodo di ricerca -Punteggio minore di 5 della scala dei sintomi post-commozione -Assenza di sintomi -Scarse competenze di lingua inglese</p>	<p><b>Totale:</b> n = 113 AE: n = 52 S: n = 51</p> <p><b>Età (media):</b> AE: 15,3 S: 15,4</p> <p><b>Sesso:</b> AE: 24 F ; 28M S: 24f ; 27 M</p> <p>Randomizzazione eseguita digitalmente. Gli assistenti della ricerca hanno poi arruolato e assegnato i soggetti in seguito alla diagnosi. Cecità predisposta per i terapisti, non predisposta per i ricercatori e per gli atleti. 10 atleti sono stati rimossi durante lo studio.</p>	<p>Esercizio aerobico giornaliero, senza stretching prima o dopo, su tapis roulant o ciclette a domicilio o sotto supervisione in palestra con monitoraggio della frequenza cardiaca mediante dispositivo Bluetooth Polar H7. La FC da mantenere è pari all'80% della FC in cui si ha insorgenza di sintomi. In caso di insorgenza di sintomi, è stato detto di riposare e non partecipare ad attività fisiche.</p>	<p>Programma di stretching e istruzioni di riposo uguali a quelle ricevute dal gruppo AE. Gli esercizi di stretching, appositi per non aumentare la FC, devono essere eseguiti per 20 min al dì. Gli atleti erano provvisti dello stesso dispositivo Bluetooth del gruppo AE. Gli esercizi di stretching erano poi progressivamente più avanzati</p>	<p>Il parametro principale di esito era il numero di giorni necessari per il recupero (risoluzione dei sintomi fino ad un livello considerato "nella norma"). Risoluzione dei sintomi definita come la segnalazione di un punteggio &lt; 7 nella scala dei sintomi di post-commozione per almeno 3 giorni. Il primo dei 3 giorni di risoluzione era in seguito considerato come data di recupero. I parametri secondari erano dati dalla proporzione di partecipanti con recupero ritardato (no recupero entro 30 giorni) ed i punteggi giornalieri dei sintomi.</p>
---	---	--	--	--	---	--	--

<p>Kontos AP et al. 2021 RCT</p>	<p>Pennsylvania, USA October 2018-February 2020</p>	<p>Verificare l'efficacia di un intervento riabilitativo vestibolare di precisione della durata di 4 settimane rispetto ad un intervento basato sulle strategie di gestione comportamentale in adolescenti con sintomi vestibolari entro ventuno giorni dall'episodio di commozione cerebrale correlata allo sport</p>	<p><b>Criteri di inclusione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Età compresa tra i 12 e 18 anni</li> <li>-Diagnosi di sport-related concussion</li> <li>-Valutazione entro 21 giorni dall'evento</li> <li>-Sintomi/Coinvolgimento di tipo vestibolare</li> </ul> <p><b>Criteri di esclusione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Lesioni ortopediche limitanti l'esercizio</li> <li>-Pregressi interventi cerebrali o traumi cranici gravi</li> <li>-Disturbi neurologici</li> <li>-Abuso di sostanze</li> </ul>	<p><b>Totale:</b> n = 50 VESTIB: n = 25 CTRL: n = 25</p> <p><b>Età:</b> (Media) /</p> <p><b>Sesso:</b> 31 F ; 19 M</p> <p>Randomizzazione avvenuta in doppio cieco mediante un modulo di collocazione generato digitalmente con rapporto 1:1 tra il gruppo d'intervento sperimentale ed il gruppo di controllo. 8 soggetti persi durante lo studio.</p>	<p>Educazione all'esercizio riabilitativo vestibolare individualizzato per 30 minuti al giorno. Assegnate inoltre una serie di strategie di controllo comportamentali che non includessero attività di stretching e attività fisica addizionale.</p>	<p>Strategie di gestione comportamentale (idratazione, nutrizione, gestione dello stress) ed attività fisica (camminata, cyclette) per 30 minuti al dì con attività di stretching addizionale</p>	<p>Gli outcomes primari erano relativi alle funzioni vestibolari, valutate tramite VOMS (Vestibular Oculomotor Motor Screening). I risultati secondari erano inerenti alla sensazione di vertigine, elemento misurato tramite scala Dizziness Handicap Inventory (DHI). L'equilibrio vestibolo-spinale è stato misurato mediante Modified Balance Error Scoring System (mBESS). I sintomi complessivi da commozione sono stati misurati tramite Post Concussion Symptom Scale (PCSS)</p>
--	---	--	--	---	--	---	--

Legenda delle sigle e acronimi riportati in tabella:

- NMT: NeuroMuscolar Training (gruppo di intervento sperimentale)
- SC: Standard of Care (gruppo di intervento di controllo)
- AE: Aerobic Exercise (gruppo di intervento sperimentale)
- S: Standard (gruppo di intervento di controllo)
- FC: Frequenza Cardiaca (parametro)
- VESTIB: Intervento Vestibolare (gruppo di intervento sperimentale)
- CTRL: Intervento di Controllo (gruppo di intervento di controllo)

### 3.3 Rischio di bias degli studi inclusi

Ognuno dei Trial Clinici Randomizzati selezionati ed inseriti nella revisione sistematica è stato valutato mediante PEDro Scale per indagare il rischio di bias.

La tabella seguente riporta i punteggi ottenuti:

ITEMS DELLO STUDIO	Howell DR et al.	Leddy JJ et al.	Kontos AP et al.
1) I criteri di eleggibilità sono stati specificati	NO	SÌ	SÌ
2) I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata	SÌ	SÌ	SÌ
3) L'assegnazione dei soggetti era nascosta	NO	NO	SÌ
4) I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici	SÌ	SÌ	SÌ
5) Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento	SÌ	NO	SÌ
6) Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato	NO	SÌ	SÌ
7) Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio	SÌ	SÌ	SÌ
8) I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi?	SÌ	SÌ	SÌ
9) Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stati analizzati per "intenzione al trattamento"?	NO	SÌ	SÌ
10) I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali?	SÌ	SÌ	SÌ
11) Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali?	SÌ	SÌ	SÌ
<b>PUNTEGGIO TOTALE .../10</b>	<b>7/10</b>	<b>8/10</b>	<b>10/10</b>
<b>QUALITÀ DELLO STUDIO</b>	<b>BUONA QUALITÀ</b>	<b>ALTA QUALITÀ</b>	<b>ECCELLENTE QUALITÀ</b>

Tabella 3. Scala di PEDro utilizzata come strumento di valutazione dei Trial Clinici Randomizzati presi in esame in questa tesi per indagare il rischio bias.

I punteggi totali degli studi indicano un grado di alto livello di qualità metodologica, la media dei punteggi, data da  $(7 + 8 + 10)/3$  " è pari a "8,3", è un valore che sottolinea il basso rischio di bias.

### 3.4 Risultati e conclusioni degli studi inclusi

Lo studio condotto da **Howell DR et al.** “*An 8-Week Neuromuscular Training Program After Concussion Reduces 1-Year Subsequent Injury Risk: A Randomized Clinical Trial (2022)*” [10] ha coinvolto un totale di 27 partecipanti, i quali sono stati reclutati e randomizzati nei gruppi:

- “NMT “(11 partecipanti); “SC “(16 partecipanti)

I due gruppi non presentavano differenze significative tra loro, inoltre, dei 27 partecipanti allo studio, nessuno è stato perso durante il periodo di follow-up. Il 100% dei partecipanti è stato dunque disponibile per l’analisi dei dati. Durante il primo anno in seguito alla commozione ed il consenso al ritorno allo sport si osserva che gli infortuni sportivi con sono stati più frequenti nel gruppo di standard-of-care (75%) rispetto a quello sottoposto all’intervento di allenamento neuromuscolare (NMT) (36%).

L’analisi preliminare, eseguita per età e sesso, ha rivelato che il rischio di infortunio nel gruppo “standard-of-care” era circa 3,56 volte maggiore rispetto a quello del gruppo NMT, con un intervallo di confidenza del 95% compreso tra 1,11 e 11,49 ( $p=0,0334$ ). Nonostante la partecipazione all’attività sportiva fosse simile tra i due gruppi (con una media di 12 ore al mese per il gruppo NMT e di 15,6 ore per il gruppo standard-of-care; valore  $p$ -value =0,55) l’incidenza degli infortuni era significativamente diversa:

- 10,2 per 1,000 esposizioni competitive nel gruppo standard-of-care;
- 3,4 per 1,000 nel gruppo NMT;

In conclusione, l’intervento NMT, avviato dopo il ritorno al gioco post-commozione, ha dimostrato una notevole efficacia nella riduzione degli infortuni sportivi con necessità di recupero nell’anno successivo. Si raccomanda quindi che gli interventi NMT vengano integrati dai clinici di medicina sportiva nei protocolli di ritorno al gioco, al fine di ridurre il rischio di infortuni, anche se è importante considerare questi risultati come preliminari a causa della limitata dimensione del campione.

Nello studio condotto da **Leddy JJ et al.** “*Early Subthreshold Aerobic Exercise for Sport-Related Concussion: A Randomized Clinical Trial (2019)*” [11] un totale di 165 soggetti con sintomi di commozione cerebrale correlate allo sport è risultato compatibile con i criteri inclusivi di eleggibilità. 12 di questi individui hanno dichiarato di non essere interessati oppure non disporre del tempo necessario per partecipare allo studio. 39 individui sono stati esclusi prima della fase di randomizzazione poiché non presentavano esacerbazioni durante il test di intolleranza all’esercizio fisico BCTT. 1 soggetto ha presentato sintomi severi durante il test BCTT ed ha pertanto scelto di ritirarsi dallo studio. La randomizzazione e l’assegnazione dei partecipanti sono state eseguite su un totale pari a 113 atleti:

- “AE “(57 partecipanti); “S “(56 partecipanti)

In seguito alla randomizzazione, 10 soggetti sono stati rimossi durante il periodo di follow per le seguenti ragioni: non aver compilato almeno il 75% della registrazione giornaliera dei sintomi ( $n = 7$ ); aver contratto patologie differenti durante il follow - up ( $n = 1$ ); non essersi più recati in ambulatorio ( $n = 2$ ). L’analisi dei dati è stata portata a termine con successo con  $n = 52$  partecipanti nel gruppo di intervento sperimentale e  $n = 51$  partecipanti nel gruppo di controllo.

I partecipanti ai gruppi di esercizio aerobico e stretching non presentavano differenze significative in termini di età, sesso, precedenti commozioni, tempo trascorso dall'infortunio, gravità iniziale dei sintomi o risultati iniziali del BCTT e dell'esame fisico. Quattro partecipanti (8%) del gruppo di stretching e 2 (4%) del gruppo di esercizio hanno subito brevi episodi di perdita di coscienza al momento dell'infortunio (durata inferiore a un minuto;  $P = 0.36$ ). Nel gruppo di stretching, quattro partecipanti (8%) avevano asma e uno (2%) ipotiroidismo, mentre nel gruppo di esercizio aerobico, quattro (8%) avevano asma, due (4%) ipotiroidismo e uno (2%) un difetto del setto atriale riparato.

I partecipanti all'esercizio aerobico hanno mostrato un recupero di 13 giorni (mediana), mentre quelli del gruppo di stretching hanno recuperato in 17 giorni (mediana) con una differenza statisticamente significativa ( $P = 0.009$ ). Le stime di Kaplan-Meier per il tempo di recupero dall'inizio dell'intervento hanno mostrato una differenza significativa ( $P = 0.01$  per il test log-rank). L'analisi dei dati ha evidenziato che il gruppo di esercizio aerobico si è ripreso in modo significativamente più rapido rispetto al gruppo di stretching ( $z = 2.82$ ;  $P = 0.005$ ). Infine, l'incidenza di recuperi ritardati (>30 giorni) era più elevata nel gruppo di stretching ( $n = 7$ ; 58 giorni) rispetto al gruppo di esercizio aerobico ( $n = 2$ ; 50 giorni).

Lo studio **Kontos AP et al.** “*A Randomized Controlled Trial of Precision Vestibular Rehabilitation in Adolescents following Concussion: Preliminary Findings*” (2021) [12] ha condotto uno screening su un totale di 365 soggetti, selezionandone in seguito 55 (di età compresa tra i 12 e i 18 anni) per proseguire lo studio. I soggetti presentavano tutti un sintomo di tipo vestibolare ed avevano tutti ricevuto una diagnosi da parte di un neuropsicologo specializzato in commozioni cerebrali. La randomizzazione e l'assegnazione sono state eseguite nei seguenti gruppi:

-“VESTIB “ ( 25 partecipanti ) ; “CTRL” : ( 25 partecipanti )

8 dei 50 partecipanti sono stati rimossi durante il periodo di follow-up poiché in seguito alla prima visita clinica (avvenuta tra 1-17 giorni dopo l'episodio di commozione) non sono tornati per un'ulteriore osservazione.

Lo Screening Vestibolare e Oculomotorio (VOMS) è stato impiegato per analizzare i sintomi vestibolari e oculomotori nei pazienti. Prima di eseguire il VOMS, i partecipanti hanno auto-valutato la gravità dei sintomi di vertigini, mal di testa, nausea e confusione su una scala da 0 a 10. Il VOMS comprende sette valutazioni: inseguimenti fluidi, saccadici orizzontali e verticali, punto di convergenza vicino, e VOR orizzontale e verticale. Dopo ogni valutazione, i partecipanti riportano la gravità dei sintomi, e il punteggio pre-test viene sottratto dal punteggio attuale per calcolare il cambiamento.

Per misurare i sintomi di vertigini, è stato utilizzato l'Inventario di Disabilità da Vertigini (DHI), un questionario che i partecipanti devono compilare autonomamente, composto da 25 domande suddivise in tre categorie: funzionale, emotiva e fisica. I partecipanti segnalano con quale frequenza avvertono gli effetti delle vertigini, e i punteggi vengono sommati per ottenere un punteggio totale DHI che varia da 0 a 100, dove punteggi più alti indicano un maggiore impatto sulla vita quotidiana.

Il Sistema di Valutazione degli Errori di Equilibrio Modificato (mBESS) è stato utilizzato per valutare la stabilità posturale in tre posizioni statiche. I partecipanti devono mantenere la posizione per 20 secondi, con le mani sulle creste iliache e gli occhi chiusi, mentre un osservatore registra gli errori posturali. Un punteggio più alto indica una performance di equilibrio peggiore.

Infine, la Scala dei Sintomi Post-Commozione (PCSS) è una scala di autovalutazione composta da 22 item che misura la gravità dei sintomi da commozione. I partecipanti valutano i sintomi su una scala da 0 a 6, ottenendo un punteggio totale che varia da 0 a 132, dove punteggi più elevati indicano una maggiore gravità dei sintomi.

I partecipanti hanno ripetuto tutte le misure cliniche e di studio a 2 e 4 settimane (+/- 5 giorni) dopo l'intervento. I partecipanti che si erano ripresi entro 2 o 4 settimane hanno interrotto l'intervento e completato le valutazioni cliniche. Questo processo è stato completato per gli item VOMS e i punteggi totali, i fattori DHI e i punteggi totali, i punteggi totali degli item mBESS e il punteggio totale PCSS.

Non sono state riscontrate differenze significative tra i gruppi in nessuno degli esiti alla prima visita clinica. Il tempo di autorizzazione medica per il campione rimanente (n=42) variava da 22 a 171 giorni (media:  $53.9 \pm 29.1$  giorni; mediana 45 giorni). Il gruppo VESTIB ha avuto una media di  $50.2 \pm 23.7$  giorni (IC 95%: 39.9-60.4 giorni) per l'autorizzazione medica, mentre il gruppo CONTROL ha avuto una media di  $58.4 \pm 34.7$  giorni (IC 95%: 41.7-75.3 giorni;  $p=0.37$ ). VESTIB (giorni in cui sono stati completati gli esercizi come prescritto:  $14.1 \pm 6.1$ ) e CONTROL (giorni in cui sono stati completati gli esercizi come prescritto:  $17.3 \pm 6.5$ ) hanno riportato livelli simili di aderenza alle loro terapie prescritte ( $p=0.08$ ).

Le differenze tra i gruppi nei risultati primari sono mostrate nella Tabella III. Ci sono state differenze significative tra VESTIB e CONTROL nella VOR orizzontale (differenza media -1.628; IC 95% della differenza media: (-3.20, -0.06) e nella VOR verticale (differenza media -2.24; IC 95% della differenza media: (-4.01, -0.48), ma non nella VMS (differenza media -2.03; IC 95% della differenza media: (-4.26, 0.19). La VOR orizzontale e la VMS hanno mostrato dimensioni dell'effetto del trattamento di media entità (0.09, 0.11), mentre la VOR verticale ha mostrato una grande dimensione dell'effetto del trattamento (0.16). Le differenze tra i gruppi nei risultati secondari sono mostrate nella Tabella IV. Non ci sono state differenze significative negli item oculari del VOMS, nel punteggio totale VOMS, nei punteggi sub-scores DHI, nel totale DHI, nel totale mBESS o nel punteggio totale PCSS. Il SAC verticale, il NPC-D, il punteggio totale VOMS e il DHI-F hanno dimostrato una dimensione dell'effetto del trattamento di media entità (0.06-0.10), mentre tutti gli altri risultati secondari hanno mostrato una piccola dimensione dell'effetto (0.01-0.06).

## 4. DISCUSSIONE

### 4.1 Sintesi delle evidenze

I tre studi presentati offrono prove di efficacia di interventi specifici per il recupero da commozioni cerebrali e la prevenzione di infortuni sportivi. Il primo studio (**Howell DR et al.**) ha dimostrato che gli atleti adolescenti che partecipano a un programma di esercizio aerobico recuperano più rapidamente rispetto a quelli che seguono solo esercizi di stretching, con un tempo medio di recupero di 13 giorni rispetto a 17 giorni nel gruppo di controllo ( $p=0.009$ ).

Il secondo studio (**Leddy JJ et al.**) ha evidenziato che un intervento di allenamento neuromuscolare (NMT) riduce significativamente il rischio di infortuni sportivi con perdita di tempo, con un rischio di infortunio 3.56 volte superiore nel gruppo di standard-of-care rispetto al gruppo NMT ( $p=0.0334$ ).

Il terzo studio (**Kontos AP et al.**) evidenzia come la valutazione dei sintomi vestibolari e oculomotori attraverso strumenti come il VOMS e il DHI ha dimostrato l'importanza di una diagnosi e un trattamento tempestivi per migliorare la qualità della vita e il recupero funzionale degli atleti. Queste evidenze suggeriscono che approcci mirati, inclusi esercizi aerobici e interventi NMT, possono migliorare significativamente i risultati clinici e ridurre il rischio di ricadute negli atleti post-commozione.

### 4.2 Limiti della Revisione

Si riportano di seguito i limiti di studio di questa Revisione Sistemática di Trial Clinici Randomizzati e controllati.

Affidabilità Inter – operatore:

L'elaborazione di tutte le fasi riportate nell'indice iniziale (Composizione delle stringhe di ricerca; Ricerca all'interno delle banche dati biomediche; Processo di selezione degli studi; Estrazione dei dati; Analisi qualitativa degli studi; Valutazione della qualità metodologica degli studi) è stata eseguita da un singolo autore indipendente.

Barriere linguistiche:

È importante dichiarare come la ricerca e la selezione degli studi all'interno delle banche dati sia stata limitata poiché condotta in lingua inglese ed italiana. Alcuni articoli di importante rilevanza potrebbero non essere stati dunque selezionati.

Limitazioni di tempo:

La stesura della revisione è avvenuta in tre mesi, un periodo di tempo più prolungato avrebbe potuto portare ad un'accuratezza maggiore dell'analisi degli studi ed una migliore qualità metodologica dell'elaborato.

Limitazione delle risorse:



La revisione è stata compilata in maniera tale che si evitassero costi relativi all'acquisto di articoli il cui full-text fosse disponibile soltanto a pagamento. I testi completi degli articoli selezionati erano infatti reperibili e disponibili gratuitamente. L'acquisto di articoli disponibili a pagamento avrebbe potuto comportare una maggior qualità metodologica degli studi.

### **4.3 Implicazioni delle evidenze**

I risultati ottenuti mediante analisi degli studi selezionati indicano l'importanza nell'eseguire una valutazione precoce dei sintomi neuro-motori in seguito a diagnosi di commozione correlata allo sport. Si sottolinea l'importanza nel ricorrere ad un intervento fisioterapico riabilitativo specifico, individualizzato e adattato al paziente e sintomi correlati.

La disponibilità di studi eterogenei in termini di popolazione dello studio implica la necessità di eseguire studi che indaghino una popolazione maggiore ed omogenea.

## 5. CONCLUSIONI

L'analisi degli studi riportati nella revisione sottolinea come l'intervento fisioterapico risulti efficace in termini di outcome clinici. Le modalità di intervento indagate dagli studi sono risultate essere in grado di ridurre in maniera significativa il tempo di degenza e recupero degli atleti soggetti a commozione cerebrale. L'esacerbazione dei sintomi risulta inoltre essere meno comune e frequente con miglioramento del quadro sintomatologico. Inoltre, l'esercizio aerobico è stato dimostrato migliorare la circolazione sanguigna e favorire la neuroplasticità, contribuendo così a una ripresa più rapida delle funzioni cognitive e fisiche. Anche gli interventi vestibolari, che si concentrano sulla riabilitazione dell'equilibrio e della coordinazione, risultano cruciali nel ripristinare la funzionalità e prevenire futuri infortuni. Questi approcci fisioterapici, combinati, offrono un percorso integrato per il recupero, migliorando non solo la performance atletica, ma anche la qualità della vita degli sportivi con post-concussione.

## ALLEGATI

### Allegato 1: Scala di PEDro [9]

#### Scala di PEDro - Italiano

---

- |   |   |       |
|---|---|-------|
| 1. I criteri di elegibilità sono stati specificati  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 2. I soggetti sono stati assegnati in maniera randomizzata ai gruppi (negli studi crossover, è randomizzato l'ordine con cui i soggetti ricevono il trattamento)  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 3. L'assegnazione dei soggetti era nascosta   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 4. I gruppi erano simili all'inizio dello studio per quanto riguarda i più importanti indicatori prognostici  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 5. Tutti i soggetti erano "ciechi" rispetto al trattamento  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 6. Tutti i terapisti erano "ciechi" rispetto al tipo di trattamento somministrato   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 7. Tutti i valutatori erano "ciechi" rispetto ad almeno uno degli obiettivi principali dello studio   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 8. I risultati di almeno un obiettivo dello studio sono stati ottenuti in più dell'85% dei soggetti inizialmente assegnati ai gruppi  | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 9. Tutti i soggetti analizzati al termine dello studio hanno ricevuto il trattamento (sperimentale o di controllo) cui erano stati assegnati oppure, se non è stato così, i dati di almeno uno degli obiettivi principali sono stato analizzato per "intenzione al trattamento" | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 10. I risultati della comparazione statistica tra i gruppi sono riportati per almeno uno degli obiettivi principali   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
| 11. Lo studio fornisce sia misure di grandezza che di variabilità per almeno uno degli obiettivi principali   | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> | dove: |
-

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Smetana, Racheal M. PsyD; Kaplan, Danielle T. PsyD; Magill, Robbie T. BA; Denton, Andrea H. MILS; Ahmed, Osman Hassan PhD; Broshek, Donna K. PhD. Sport-Related Concussion in Para Athletes: A Scoping Review of Concussion Incidence, Assessment, and Management. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 103(9):p 858-865, September 2024. | DOI: 10.1097/PHM.0000000000002451
- [2] Art K, Ridenour C, Durbin S, Bauer M, Hassen-Miller A. The Effectiveness of Physical Therapy Interventions for Athletes Post-Concussion: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther.* 2023 Feb 1;18(1):26-38. doi: 10.26603/001c.68071. PMID: 36793559; PMCID: PMC9897009.
- [3] Stevens D, Grant C, Botha T, Vosloo G, Rossouw H, De Jager P, Holtzhausen L. Concussion risk and symptomology severity in adolescents are associated with pre-season drowsiness and emotional complaints. *S Afr J Sports Med.* 2024 Jul 15;36(1):v36i1a16255. doi: 10.17159/2078-516X/2024/v36i1a16255. PMID: 39100103; PMCID: PMC11294670.
- [4] Zhang AL, Sing DC, Rugg CM, Feeley BT, Senter C. The Rise of Concussions in the Adolescent Population. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2016;4(8). doi:10.1177/2325967116662458
- [5] Kneavel ME, Ernst W, McCarthy KS. Randomized Controlled Trial of a Novel Peer Concussion-Education Program for Collegiate Athletes. *J Athl Train.* 2020 May;55(5):456-468. doi: 10.4085/1062-6050-0182.19. Epub 2020 Apr 16. PMID: 32298143; PMCID: PMC7249285.
- [6] Daneshvar, Daniel H. et al. The Epidemiology of Sport-Related Concussion. *Clinics in Sports Medicine*, Volume 30, Issue 1, 1 – 17.
- [7] McCrory P, Meeuwisse W, Dvořák J, Aubry M, Bailes J, Broglio S, Cantu RC, Cassidy D, Echemendia RJ, Castellani RJ, Davis GA, Ellenbogen R, Emery C, Engebretsen L, Feddermann-Demont N, Giza CC, Guskiewicz KM, Herring S, Iverson GL, Johnston KM, Kissick J, Kutcher J, Leddy JJ, Maddocks D, Makdissi M, Manley GT, McCrea M, Meehan WP, Nagahiro S, Patricios J, Putukian M, Schneider KJ, Sills A, Tator CH, Turner M, Vos PE. Consensus statement on concussion in sport-the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *Br J Sports Med.* 2017 Jun;51(11):838-847. doi: 10.1136/bjsports-2017-097699. Epub 2017 Apr 26. PMID: 28446457.
- [8] Leddy J, Hinds A, Sirica D, Willer B. The Role of Controlled Exercise in Concussion Management. *PM R.* 2016 Mar;8(3 Suppl):S91-S100. doi: 10.1016/j.pmrj.2015.10.017. PMID: 26972272.
- [9] <https://pedro.org.au/italian/resources/pedro-scale/>
- [10] Howell DR, Seehusen CN, Carry PM, Walker GA, Reinking SE, Wilson JC. An 8-Week Neuromuscular Training Program After Concussion Reduces 1-Year Subsequent Injury Risk: A Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med.* 2022 Mar;50(4):1120-1129. doi: 10.1177/03635465211069372. Epub 2022 Jan 21. PMID: 35060759.
- [11] Leddy JJ, Haider MN, Ellis MJ, Mannix R, Darling SR, Freitas MS, Suffoletto HN, Leiter J, Cordingley DM, Willer B. Early Subthreshold Aerobic Exercise for Sport-Related Concussion: A

Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatr.* 2019 Apr 1;173(4):319-325. doi: 10.1001/jamapediatrics.2018.4397. PMID: 30715132; PMCID: PMC6450274.

[12] Kontos AP, Eagle SR, Mucha A, Kochick V, Reichard J, Moldovan C, Holland CL, Blaney NA, Collins MW. A Randomized Controlled Trial of Precision Vestibular Rehabilitation in Adolescents following Concussion: Preliminary Findings. *J Pediatr.* 2021 Dec;239:193-199. doi: 10.1016/j.jpeds.2021.08.032. Epub 2021 Aug 25. PMID: 34450120.