

L'EFFICACIA DEL COPENHAGEN ADDUCTOR EXERCISE NEL TRATTAMENTO DELLE LESIONI MUSCOLARI DEGLI ADDUTTORI DELL'ANCA NELL'ATLETA: UNA REVISIONE SISTEMATICA DELLA LETTERATURA

SUSANNA PAOLINI

RIASSUNTO

Il *Copenhagen Adductor Exercise* (CAE) è un esercizio eccentrico ad alta intensità per gli adduttori dell'anca. L'obiettivo della revisione è quello di stabilire gli effetti terapeutici del CAE sugli atleti che hanno subito un infortunio muscolare agli adduttori dell'anca, e giustificare l'inserimento di questo esercizio all'interno dei programmi di riabilitazione. La ricerca per l'identificazione degli studi è stata effettuata sui database elettronici PubMed e PEDro non oltre il mese di maggio 2022. Sono stati inclusi cinque studi randomizzati controllati che utilizzavano il CAE come intervento, su un campione totale di 627 partecipanti. Sono stati esclusi gli studi che utilizzavano un protocollo di intervento diverso dal CAE o non avevano accesso libero all'articolo completo. Gli studi selezionati sono stati valutati sulla scala di PEDro ottenendo un punteggio di 7/10 e 8/10. Dai dati estratti emerge che il CAE ha migliorato la forza eccentrica degli adduttori dell'anca in 34 calciatori non professionisti, ha ridotto la prevalenza di problematiche inguinali del 13,5% su 247 calciatori non professionisti, e ha indotto dei cambiamenti strutturali del muscolo adduttore lungo, aumentandone lo spessore, in un gruppo di 25 atleti. Il CAE potrebbe essere un esercizio valido ed efficace da inserire nei programmi di recupero degli atleti dopo l'infortunio degli adduttori dell'anca, per favorire il recupero della forza muscolare e ridurre il tasso di recidiva.

Parole chiave: *Copenhagen Adductor Exercise* · Adduttori dell'anca · Lesioni inguinali · Lesioni muscolari · Esercizio eccentrico

ABSTRACT

The Copenhagen Adductor Exercise (CAE) is an eccentric, high-intensity exercise for hip adductors. The objective of this review is to establish CAE's therapeutic effects on athletes with hip adductors injury, and to justify the inclusion of this exercise in rehabilitation programs. Studies were identified on Pubmed and PEDro electronic database, no later than May 2022. Five randomized controlled trials using CAE as intervention were included, on a total sample of 627 participants. Studies using an intervention protocol other than CAE or without open access were excluded. The selected studies have been evaluated on the PEDro scale with a score of 7/10 and 8/10. Data show CAE improved hip adductors eccentric strength on 34 non-professional footballers, it reduced the prevalence of groin problems by 13.5% on 247 non-professional footballers, and it induced structural changes of the adductor longus, increasing its thickness, on 25 athletes. The CAE could be a valid and effective exercise to be included in athletes recovery programs after hip adductors injury, to promote the recovery of muscle strength and to reduce recurrence.

Keywords: *Copenhagen Adductor Exercise* · Hip adductors · Groin injuries · Muscle injuries · Eccentric exercise

INTRODUZIONE

Le lesioni muscolari rappresentano l'infortunio più comune negli atleti [1], e un terzo di tutti gli infortuni nel calcio professionistico [2]. Le lesioni acute degli adduttori dell'anca si classificano al secondo posto dopo quelle dei muscoli posteriori della coscia nel calcio [2], e rappresentano l'infortunio più frequente dell'inguine [3, 4]. Nella maggior parte dei casi, è coinvolto l'adduttore lungo, in maniera isolata o in combinazione con altri muscoli adduttori [3].

Le lesioni muscolari degli adduttori derivano dalla combinazione di molteplici fattori di rischio [5] tra cui una lesione inguinale pregressa [6-8, 5, 4, 9], che aumenta il tasso di infortunio fino a tre volte rispetto ai soggetti precedentemente illesi [10, 8], una riduzione della forza dei muscoli adduttori [11-14, 4, 8, 15, 5], uno squilibrio di forza tra adduttori e abduttori [7, 8], scarsa flessibilità [8], dolore inguinale [6], sovraccarico delle strutturemiotendinee [8, 5, 6], fatica a fine competizione che riduce le prestazioni atletiche [16, 8], basso livello di allenamento sport specifico per gli sport su campo [5], età [7, 8] e fattori psicosociali [8, 6]. I meccanismi lesivi consistono in genere in rapide decelerazioni [5, 17], improvvisi cambi di direzione e calci [7, 5, 17, 4], movimenti di allungamento e sprint [7, 4]. Questi gesti atletici, caratteristici di alcuni sport come rugby, calcio [5, 17], hockey sul ghiaccio e atletica leggera [9, 5, 17], prevedono una elevata contrazione eccentrica della muscolatura adduttrice ad alta velocità [18], che la sottopone ad un forte sovraccarico. Quando il sovraccarico supera i limiti elastici del muscolo,

determina una lesione delle miofibre [19, 15, 1]. Ciò avviene soprattutto se la forza eccentrica è ridotta, perché il complesso muscolo-tendineo ha una ridotta capacità di assorbimento dell'energia sviluppata dalla contrazione, e quindi le sollecitazioni su queste strutture sono più intense [20, 15]. Il *Copenhagen Adductor Exercise* (CAE) è un esercizio eccentrico per gli adduttori dell'anca [21], dinamico, ad alta intensità ed eseguibile ovunque [18]. L'esercizio viene eseguito con l'aiuto di un partner [21, 22, 18]. L'atleta è posizionato sul decubito laterale e poggia sull'avambraccio, mentre l'altro braccio è mantenuto lungo il fianco. Il partner sostiene la gamba superiore dell'atleta, cioè quella dominante, con una mano a livello della caviglia e l'altra a livello del ginocchio. A questo punto l'atleta solleva il corpo dal pavimento in linea retta, avvicinando la gamba inferiore a quella superiore, quasi ad unire i piedi [21, 18] (Figura 1). Da questa posizione di partenza, che corrisponde di fatto ad un plank laterale [23], l'atleta abbassa gradualmente il corpo verso terra insieme alla gamba inferiore, senza che il piede inferiore poggi sul pavimento [18] [22] (Figura 2). Successivamente l'atleta solleva la gamba inferiore adducendo l'anca per tornare gradualmente alla posizione iniziale [21] (Figura 3). L'esercizio si focalizza principalmente sulla gamba superiore [23]. L'abbassamento del corpo è dato da un'abduzione della gamba superiore, svolta dall'attivazione eccentrica degli adduttori. Successivamente, per tornare alla posizione di partenza, viene sollevata la gamba inferiore da terra. La spinta è data da un movimento di adduzione concentrica della gamba superiore [23].



Fig. 1 - Posizione di partenza. Questa posizione corrisponde ad un plank laterale. Il soggetto è in decubito laterale in appoggio sull'avambraccio, con le gambe sostenute da un partner.



Fig. 2 - Contrazione eccentrica degli adduttori della gamba superiore. L'atleta scende con il bacino e la gamba inferiore verso il pavimento, senza far toccare il piede a terra.



Fig. 3 - Contrazione concentrica degli adduttori della gamba superiore. L'atleta ritorna alla posizione di partenza, avvicinando i due arti inferiori.

L'esecuzione del CAE non è semplice e immediata, quindi è opportuno apprendere l'esercizio attraverso una progressione, in modo tale da favorire l'assimilazione degli stimoli meccanici eccentrici [23]. Inizialmente il partner sostiene la gamba dell'atleta con entrambe le mani al ginocchio, quindi mantenendo un braccio di leva corto. Successivamente si va ad aumentare la lunghezza del braccio di leva, sostenendo la gamba con una mano sotto al piede e l'altra sotto al ginocchio [24].

Nel 2013 Serner e colleghi, hanno misurato all'esame elettromiografico (EMG) l'attivazione del muscolo adduttore lungo su 40 calciatori professionisti sani, durante l'esecuzione del CAE. È stata registrata una elevata attivazione dell'adduttore lungo della gamba dominante, con un livello di picco elettromiografico normalizzato pari al 108% [18], tale da produrre un allenamento della forza [18]. Ciò significa che il CAE è in grado di determinare uno stimolo di rinforzo degli adduttori [25]. Una revisione sistematica del 2021 ha concluso che il CAE può aumentare la forza dell'adduttore e il rapporto di forza eccentrica tra adduttori e abduttori in atleti sani [25].

Stabilire un programma riabilitativo è fondamentale per riportare l'atleta alla competizione [26]. Gli obiettivi principali sono il ripristino delle proprietà istologiche e meccaniche del tessuto leso [27], l'ottimizzazione della riparazione muscolare [1, 19] e la riduzione dell'accumulo di tessuto cicatriziale [28], il miglioramento della funzione [29, 30]. Sebbene il trattamento conservativo delle lesioni muscolari mostri dei risultati eccellenti sul recupero [30], in letteratura mancano protocolli specifici [28, 31, 19]. La progressione del programma

terapeutico si basa sul processo di guarigione dei tessuti [29, 30], tenendo conto del tipo e della localizzazione della lesione, e rispettando la sintomatologia dolorosa [19, 30, 1]. Dopo un breve periodo di scarico, necessario a produrre una cicatrice [30, 27, 1], è opportuno introdurre progressivamente un carico controllato fino alla fase di rimodellamento del tessuto muscolare, durante la quale il collagene viene modellato in risposta alle forze applicate e si ha il pieno recupero funzionale della forza [1, 32]. È proprio in questa fase del percorso terapeutico, che gli esercizi si basano prevalentemente su contrazioni eccentriche ad intensità progressivamente crescente [19].

I benefici dell'esercizio sono dati dal fenomeno della plasticità dei tessuti, ossia la capacità di questi di adattarsi agli stimoli meccanici e chimici [32], promuovendo il cambiamento strutturale dei tessuti e favorendo la riparazione del tessuto danneggiato [33, 27]. Sul tessuto muscolare, il carico progressivo determina uno stress che ripristina la forza [32] e le caratteristiche morfologiche del collagene [27], e consente di aumentare la resistenza alla trazione del tessuto neoformato [29]. In particolare è stato dimostrato che gli stimoli eccentrici, somministrati in modo progressivo e ripetuto, inducono degli adattamenti strutturali e funzionali del tessuto muscolare, in grado di prevenire le lesioni e di favorire il recupero dei deficit conseguenti all'infortunio sportivo [9]. Inoltre l'esercizio eccentrico può produrre forze elevate, quindi è in grado di sovraccaricare il muscolo in misura maggiore rispetto all'esercizio concentrico, aumentando massa, forza e potenza [9].

È ipotizzabile quindi, che il CAE fornisca gli stimoli adeguati al rimodellamento del tessuto muscolare leso, consentendo un carico di lavoro ottimale all'atleta infortunato nella fase avanzata della riabilitazione. Inserirlo in un programma riabilitativo, potrebbe quindi essere utile a riportare l'atleta alla pratica sportiva e a prevenire le recidive. L'obiettivo di questa revisione sistematica è quello di analizzare la letteratura relativa al *Copenhagen Adductor Exercise*, per stabilirne i potenziali effetti terapeutici, sugli atleti che hanno subito un infortunio muscolare agli adduttori dell'anca. Quindi giustificare l'inserimento di tale esercizio all'interno dei programmi riabilitativi.

MATERIALI E METODI

La revisione è stata condotta secondo le linee guida per il *reporting* delle revisioni sistematiche e meta-analisi: il “PRISMA Statement 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)” [34]. La ricerca mirava a trovare degli studi che riportassero l'efficacia del *Copenhagen Adductor Exercise* nella riabilitazione delle lesioni muscolari degli adduttori dell'anca negli atleti. Gli studi riportati in questa revisione sistematica, sono stati reperiti dai seguenti database elettronici: PubMed e PEDro. L'ultima ricerca è stata effettuata nel mese di maggio 2022.

Per la ricerca sono state utilizzate le parole chiave “Copenhagen Adductor Exercise”, “hip adductor injur*”, “sport injur*”, “muscle injur*”, “physical therapy”, “rehabilitation”, “physiotherapy”, combinate tra loro con gli operatori booleani AND e OR. È stata ottenuta la seguente stringa di ricerca: “Copenhagen Adductor Exercise AND (hip adductor injur* OR sport injur* OR muscle injur*) AND (rehabilitation OR physical therapy OR physiotherapy)”.

Criteri di inclusione: studi randomizzati controllati (RCT), utilizzo del *Copenhagen Adductor Exercise* come intervento. Gli articoli sono stati esclusi se utilizzavano un protocollo di intervento diverso dal CAE oppure se non avevano accesso libero all'articolo completo.

La qualità degli studi inclusi nella revisione, è stata valutata utilizzando la versione italiana della scala di PEDro [35]. L'obiettivo della scala è quello di misurare esclusivamente la qualità metodologica degli studi randomizzati controllati. Il punteggio attribuito ad uno studio, non indica la validità delle conclusioni di quello studio. La scala è composta da 11 campi relativi alla validità interna dello studio e all'interpretazione dei dati statistici. Il punto 1, relativo ai criteri di eleggibilità, influenza solo la validità esterna dello studio, e non viene usato per calcolare il punteggio finale. Il punteggio finale viene misurato su un totale di 10 punti [35].

Per estrapolare i dati, raccogliarli e riportarli in questa revisione, è stata eseguita inizialmente una lettura del riassunto degli studi inclusi, e successivamente una lettura del testo completo per ciascuno studio. Le informazioni estratte dagli articoli selezionati includevano l'obiettivo dello

studio, il disegno dello studio, la numerosità del campione e le caratteristiche dei partecipanti (sesso, età, tipo di sport praticato), il protocollo di intervento per il gruppo sperimentale e il confronto con il gruppo controllo, i risultati primari dello studio e le relative misure di esito.

RISULTATI

Il processo di selezione degli articoli è stato eseguito attraverso il diagramma di flusso del “PRISMA Statement 2020” [34] (Figura 4). Sono stati identificati dalle banche dati 32 articoli, dei quali 1 è stato escluso perché duplicato. Successivamente sono stati inseriti i filtri “CT” e “RCT”, e sono rimasti 14 articoli. Sono stati letti i riassunti dei 14 articoli rimanenti, quindi 9 articoli sono stati esclusi perché non rispettavano i criteri di eleggibilità: 5 articoli non utilizzavano il CAE nel protocollo di intervento, 3 articoli non avevano accessibilità gratuita al testo completo e 1 articolo non era pertinente all'argomento trattato. Infine, 5 studi sono stati inclusi e riportati nella revisione. Sono stati identificati cinque studi per l'inclusione. A ciascuno di questi è stato assegnato un punteggio sulla scala di PEDro. Tre studi [36, 22, 23] hanno ricevuto una valutazione di 8/10, mentre altri due studi [24, 21] hanno ricevuto una valutazione di 7/10, sullo strumento di valutazione. I punteggi relativi ad ogni campo e il punteggio totale per ciascuno degli studi inclusi, sono sotto riportati (Tabella 1).

Uno studio del 2020 di Kohavi et al. [36], ha misurato con un dinamometro portatile, la forza dei muscoli adduttori e abduttori dell'anca dopo un programma di allenamento di resistenza di 8 settimane. Sono stati confrontati tre gruppi di calciatori, ciascuno dei quali eseguiva rispettivamente: allenamento con CAE, allenamento con *Sliding Hip Exercise* (SH), e protocollo di esercizi di mobilitazione degli arti inferiori come intervento di confronto. È stato rilevato un miglioramento della forza eccentrica degli adduttori dell'anca (EHAD) per entrambi i gruppi di intervento, con misure leggermente maggiori nel gruppo SH.

Haroy et al. nel 2019 [24], hanno sottoposto un campione di 489 calciatori semiprofessionisti, ad un programma di rinforzo basato su CAE, per tutta la stagione agonistica, in aggiunta al program-

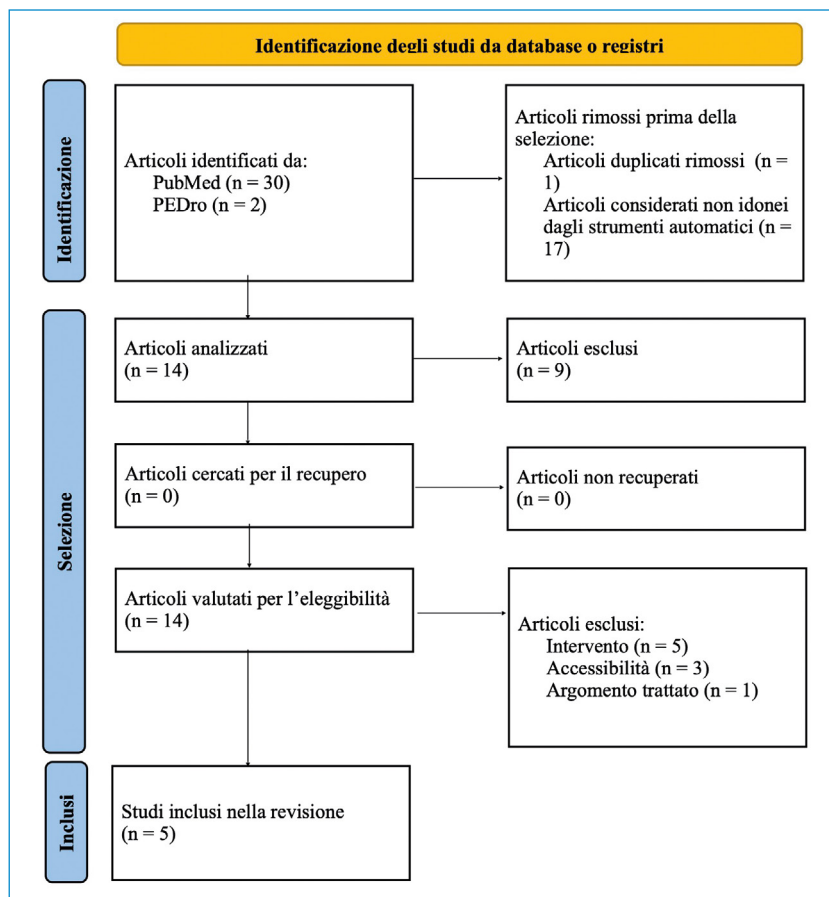


Fig. 4 - Diagramma di flusso PRISMA 2020. Processo di selezione e inclusione degli articoli ricercati dai database elettronici.

Tab. 1 - Punteggi assegnati per ciascuno studio sulla scala di PEDro.

	Kohavi B et al. (2020)	Haroy J et al. (2019)	Alonso-Calvete A et al. (2021)	Dawkins J et al. (2021)	Alonso- Fernández D et al. (2022)
1. Criteri di eleggibilità	Si	Si	Si	Si	Si
2. Assegnazione randomizzata	Si	Si	Si	Si	Si
3. Assegnazione nascosta	Si	Si	Si	Si	Si
4. Comparabilità di base	Si	Si	Si	Si	Si
5. Soggetti ciechi	Si	No	No	No	No
6. Terapisti ciechi	No	No	No	No	No
7. Valutatori ciechi	Si	Si	No	Si	Si
8. Follow-up adeguato	No	No	Si	Si	Si
9. Analisi per intenzione al trattamento	Si	Si	Si	Si	Si
10. Comparazione tra gruppi	Si	Si	Si	Si	Si
11. Misure puntiformi e di variabilità	Si	Si	Si	Si	Si
Punteggio totale	8/10	7/10	7/10	8/10	8/10

ma di riscaldamento abituale. È stata registrata una riduzione della prevalenza di problematiche inguinali nel gruppo di intervento, rispetto al gruppo controllo. Le misurazioni sono state effettuate con il questionario *OSTRC Overuse Injury Questionnaire* (Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire).

Alonso-Calvete et al. nel 2021 [21], hanno misurato con l'ecografo, l'aumento dello spessore muscolare del m. adduttore lungo in centimetri, in 12 calciatori maschi. Il gruppo che ha eseguito il programma di rinforzo con CAE di 8 settimane, non ha mostrato differenze significative rispetto al gruppo di controllo, che ha continuato soltanto con la normale sessione di allenamento.

Dawkins et al. (2021) [22] hanno valutato l'effetto in un intervento basato su CAE di 6 settimane, sulla forza eccentrica degli adduttori dell'anca di 39 calciatori. Le misurazioni effettuate con dinamometro sulla gamba dominante, hanno evidenziato un aumento della EHAD sia nel gruppo intervento, che nel gruppo controllo, il quale ha eseguito un allenamento senza rinforzo specifico degli adduttori. L'aumento è stato maggiore nel gruppo intervento. Inoltre, dopo l'interruzione del programma di intervento, è stata registrata una riduzione della EHAD alla settimana 9. Lo studio ha concluso che non ci sono differenze significative tra i due gruppi alla settimana 6 e alla settimana 9.

In uno studio più recente pubblicato nel 2022, Alonso-Fernández et al. [23], hanno randomizzato 45 atleti maschi in due gruppi. Il gruppo intervento è stato sottoposto a un programma di allenamento eccentrico basato su CAE di 8 settimane, e al termine, è stato registrato un aumento dello spessore del m. adduttore lungo all'esame ecografico, e un miglioramento del ROM in abduzione dell'anca. Inoltre, dopo 4 settimane di inattività, nuove misurazioni hanno mostrato una perdita dei risultati ottenuti con il programma di intervento.

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali di ciascuno studio (Tabella 2).

DISCUSSIONE

Lo scopo di questa revisione era quello di rivedere, in maniera sistematica, la letteratura sul *Copenhagen Adductor Exercise* e i benefici legati alla sua applicazione clinica, nelle lesioni muscolari degli adduttori dell'anca negli atleti.

L'analisi ha incluso cinque RCT che utilizzavano il CAE nel protocollo di intervento [36, 24, 21-23]. Dopo aver esaminato ciascuno studio, è emerso che: dei due studi che misuravano la forza di adduzione eccentrica dell'anca dopo un programma di intervento con CAE [36, 22], soltanto uno ha registrato un aumento significativo della forza rispetto al gruppo di controllo [36]. Uno tra gli studi selezionati utilizzava un programma di rinforzo basato su CAE per dimostrare una diminuzione della prevalenza delle problematiche inguinali durante la stagione agonistica. Questa riduzione è stata effettivamente registrata [24]. Due studi miravano a misurare un aumento di spessore del muscolo adduttore lungo dopo un programma di allenamento che includeva CAE [21, 23]. Uno non ha ottenuto dei dati significativi [21], mentre l'altro ha evidenziato dei cambiamenti strutturali del muscolo, in termini di centimetri, e anche un aumento dell'escursione articolare in abduzione dell'anca [23].

Tutti gli studi selezionati nella revisione utilizzavano un campione costituito da atleti maschi sani, non professionisti, con età inferiore ai 26 anni. In quattro studi il campione era costituito da calciatori [36, 24, 21, 22], mentre soltanto uno studio aveva un campione costituito da atleti di varie discipline [23]. Gli obiettivi che gli studi si ponevano erano differenti tra loro, di conseguenza anche le misure di esito utilizzate erano differenti. A causa dell'ampia eterogeneità dei dati relativi al campione, al tipo di intervento e alle misure di esito, non è stato possibile generalizzare i risultati e giungere a delle conclusioni univoche.

Gli studi raccolti non hanno indagato l'effetto del CAE sul rimodellamento del tessuto cicatriziale, sul controllo neuro-motorio, sul recupero della forza e dell'elasticità muscolare dopo l'infortunio, e nemmeno sulla prevenzione delle recidive. Piuttosto i risultati raccolti indicavano una riduzione della prevalenza di problemi inguinali [24] e un aumento della forza muscolare [36, 22]. Soltanto uno studio suggerisce una possibile utilità

Tab. 2 - Caratteristiche e risultati principali degli studi inclusi nella revisione sistematica.

Autori (anno)	Disegno dello studio	Obiettivo dello studio	Campione	Confronto	Protocollo di intervento	Risultati principali dello studio
Kohavi B et al. (2020)	RCT	Effetto dell'allenamento con SH o CAE sulla forza eccentrica degli abduttori/adduttori dell'anca	n. 42 calciatori maschi Età: 17.5 (1.1) anni	GI1 (SH): n.16 GI2 (CA): n. 14 GC: n. 12 Esegue protocollo di mobilizzazione degli AAll, senza allenamento di resistenza degli adduttori	8 settimane GI1: 2 sessioni settimanali di SH GI2: 2 sessioni settimanali di CAE Serie: da 1 a 4 Ripetizioni: da 6 nella settimana 1, a 10 nelle settimane successive	Miglioramento medio della forza eccentrica, misurata con test di forza di Thorborg, utilizzando il dinamometro Valori riportati rispettivamente per AI destro e AI sinistro: EHAD per CAE: 45,8% e 49,4% per SH: 47,5% e 54,1% EHAB per CAE: 18,5% e 15,1% per SH: 13,3% e 10,3% EHAB/EHAD per CAE: 23,6% e 31,5% per SH: 32,1% e 41,7%
Haroy J et al. (2019)	RCT	Effetto di un programma basato su CAE per ridurre la prevalenza di problemi inguinali nei calciatori	n. 489 calciatori Età: GI 22.0 (4.3) GC 23.7(4.3)	GI: n. 247 GC: n. 242 Esegue programma di riscaldamento abituale	2-3 sessioni settimanali per 6 settimane (pre-season) poi 1 volta a settimana fino a fine stagione Programma di rinforzo basato su CAE con 3 livelli di difficoltà crescente + riscaldamento abituale Ripetizioni: da 3-5 per lato nella settimana 1, a 12-15 per lato nelle settimane successive	Prevalenza media settimanale di tutti i problemi inguinali durante la stagione agonistica, misurata con questionario OSTRC: 13,5% nel gruppo intervento 21,3% nel gruppo controllo
Alonso-Calvete A et al.(2021)	RCT	Effetto dell'allenamento CAE sulla struttura del m. Adduttore lungo in termini di aumento dello spessore muscolare	n. 12 calciatori maschi U17	GI: n. 6 GC: n. 6 Esegue solo sessione regolare di allenamento	8 settimane Esercizio CAE 2 volte a settimana + regolare sessione di allenamento Ripetizioni: da 6 per lato nella settimana 1, a 15 per lato nella settimana 8	Spessore del m. Adduttore lungo misurato in cm per mezzo dell'esame ecografico, risulta aumentato in entrambi i gruppi e in entrambe le gambe Non ci sono differenze significative tra i due gruppi
Dawkins J et al. (2021)	RCT	Effetto di un intervento basato su CAE sulla forza eccentrica degli adduttori dell'anca	n. 39 calciatori maschi Età: GI 19.5 (1.2) GC 19.3 (1.0)	GI: n. 20 GC: n. 19 Esegue normale allenamento senza rinforzo specifico degli adduttori dell'anca	6 settimane Allenamento progressivo di resistenza con CAE in 2 sessioni settimanali Ripetizioni: da 5 a 15 per lato	EHAD misurata in Nm/Kg con dinamometro portatile, durante test di adduzione eccentrica dell'anca. Misurazione eseguita solo su AI dominante Aumento EHAD nella settimana 6: GI del 6,7% da 3,04 Nm/kg a 3,24 Nm/kg GC del 5,7% da 2,83 Nm/kg a 2,99 Nm/kg Riduzione della EHAD nella settimana 9: GI del 4,4% da 3,24 Nm/kg a 3,10 Nm/kg GC del 2,7% da 2,99 Nm/kg a 2,91 Nm/kg No differenze significative tra i due gruppi alla settimana 6 alla settimana 9

Tab. 2 - Caratteristiche e risultati principali degli studi inclusi nella revisione sistematica.

Autori (anno)	Disegno dello studio	Obiettivo dello studio	Campione	Confronto	Protocollo di intervento	Risultati principali dello studio
Alonso-Fernández D et al. (2022)	RCT	Effetto dell'allenamento eccentrico basato su CAE sulla struttura e flessibilità del m. Adduttore lungo, rispettivamente in termini di aumento dello spessore muscolare e mobilità in abduzione dell'anca	n. 45 atleti maschi (attività di fitness di gruppo, sport di squadra, arti marziali e atletica) Età: GI 26.3 (2.9) GC 25.8 (3.1)	GI: n. 25 GC: n. 20 Non ha eseguito alcun tipo di intervento	8 settimane Allenamento eccentrico con CAE in 2 sessioni settimanali nelle prime 6 settimane, e in 3 sessioni nelle settimane 7 e 8 Ripetizioni: da 5 per lato nella settimana 1, a 15 per lato nella settimana 8 Successivamente 4 settimane di inattività	Spessore del m. Adduttore lungo misurato in cm con ecografo, risulta aumentato significativamente ROM in abduzione dell'anca misurato con goniometro, mostra un aumento significativo Risultati annullati dopo 4 settimane di inattività

nell'applicazione del CAE all'interno dei protocolli di riabilitazione, per la sua dimostrata capacità di modificare l'architettura e la flessibilità dell'adduttore lungo [23]. L'aumento dello spessore muscolare potrebbe giustificare l'aumento della forza dell'adduttore misurato in altri studi [36, 22]. Tuttavia questi dati sono riferiti ad atleti sani.

Probabilmente il CAE è in grado di favorire il raggiungimento di questi risultati anche su atleti infortunati. È quindi possibile che possa contribuire a ridurre il tasso di recidiva e a favorire un recupero della forza muscolare dopo un infortunio. Date tali premesse, può essere ragionevole considerare il CAE come un valido ed efficace esercizio da inserire nel programma di recupero di una lesione muscolare degli adduttori, anche se non è possibile dimostrarlo con i dati raccolti in questa revisione sistematica.

La ricerca disponibile sul CAE è molto limitata, infatti sono stati reperiti pochi riferimenti bibliografici e tutti molto recenti, pubblicati tra il 2019 e il 2022. Inoltre, pur rispettando i criteri di inclusione e pur avendo un buon livello di qualità metodologica sulla scala di valutazione della qualità, gli studi selezionati non valutavano gli effetti terapeutici del CAE, nel trattamento delle lesioni dei muscoli adduttori della coscia. Questo è considerevole dato che l'infortunio muscolare degli adduttori viene considerato da tanti studi, uno degli infortuni più comuni nell'atleta [3, 4, 7, 2, 5, 17, 13].

Altri limiti di questa revisione sistematica sono rappresentati dalla mancanza di un secondo rela-

tore e dalla mancata consultazione degli articoli a pagamento.

In conclusione, non è stato possibile stabilire con esattezza se, inserire il CAE in un programma di riabilitazione delle lesioni muscolari degli adduttori, può avere un'efficacia terapeutica rilevante. L'obiettivo della revisione non è stato soddisfatto, a causa della mancanza di studi a supporto dell'ipotesi iniziale. Allo stato attuale, l'applicazione clinica del CAE nel trattamento delle lesioni muscolari è un argomento che necessita di ulteriori ricerche. Sarebbe interessante indagare con nuovi studi, gli effetti biologici che può determinare il CAE sul tessuto muscolare lesionato. Si potrebbe osservare la reazione del tessuto muscolare allo stimolo dato dall'attivazione eccentrica del CAE, su atleti che hanno subito un infortunio ai muscoli adduttori dell'anca, monitorando l'evoluzione della riparazione muscolare con l'ecografia muscolo-scheletrica.

CONCLUSIONI

Dalla ricerca non sono emersi studi che valutavano gli effetti terapeutici del CAE sul tessuto muscolare leso. I risultati raccolti, quali l'aumento della forza eccentrica e dello spessore dell'adduttore lungo, e la riduzione del tasso di infortuni inguinali, si riferivano ad atleti sani. Pertanto non è stato possibile trasferire questi risultati su degli atleti infortunati. Sebbene non ci siano studi a supporto dell'efficacia del CAE sugli infortuni muscolari degli adduttori, in letteratura esistono prove

dei benefici dell'esercizio terapeutico, in particolare di quello eccentrico, sul rimodellamento del tessuto muscolare. Alla luce di tali evidenze, può essere ragionevole introdurre il CAE nei programmi di recupero post-infortunio degli adduttori e di prevenzione delle recidive, ma sarebbero necessari nuovi studi che possano provarlo, e che quindi indaghino sulla reazione del tessuto muscolare leso allo stimolo eccentrico dato dal *Copenhagen Adductor Exercise*, su atleti infortunati.

BIBLIOGRAFIA

- Järvinen T.A., Järvinen T.L., Kääriäinen M., et al., *Muscle injuries: optimising recovery*, Best Pract Res Clin Rheumatol 2007; 21(2): 317-331.
- Ekstrand J., Häggglund M., Waldén M., *Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer)*, Am J Sports Med 2011; 39(6): 1226-1232.
- Serner A., Weir A., Tol J.L., et al., *Characteristics of acute groin injuries in the adductor muscles: a detailed MRI study in athletes*, Scand J Med Sci Sports 2018; 28(2): 667-676.
- Lavoie-Gagne O., Mehta N., Patel S., et al., *Adductor muscle injuries in UEFA soccer athletes: a matched-cohort analysis of injury rate, return to play, and player performance from 2000 to 2015*, Orthop J Sports Med 2021; 9(9): 1-9.
- Whittaker J.L., Small C., Maffey L., et al., *Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review*, Br J Sports Med 2015; 49(12): 803-809.
- Dvorak J., Junge A., Chomiak J., et al., *Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program*, Am J Sports Med 2000; 28(5 Suppl): S69-74.
- Hölmich P., Thorborg K., Dehlendorf C., et al., *Incidence and clinical Presentation of groin injuries in sub-elite male soccer*, Br J Sports Med 2014; 48(16): 1245-1250.
- Häggglund M., Waldén M., Ekstrand J., *Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA injury study*, Am J Sports Med 2013; 41(2): 327-335.
- LaStayo P.C., Woolf J.M., Lewek M.D., et al., *Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport*, J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(10): 557-571.
- Häggglund M., Waldén M., Ekstrand J., *Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons*, Br J Sports Med 2006; 40(9): 767-772.
- Crow J.F., Pearce A.J., Veale J.P., et al., *Hip adductor muscle strength is reduced preceding and during the onset of groin pain in elite junior Australian football players*, J Sci Med Sport 2010; 13(2): 202-204.
- Markovic G., Šarabon N., Pausic J., et al., *Adductor muscles strength and strength asymmetry as risk factors for groin injuries among professional soccer players: a prospective study*, Int J Environ Res Public Health 2020; 17(14): 4946.
- Ishøi L., Sørensen C.N., Kaae N.M., et al., *Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction Exercise in football: a randomized controlled trial*, Scand J Med Sci Sports 2016; 26(11): 1334-1342.
- Harøy J., Thorborg K., Serner A., et al., *Including the Copenhagen Adduction Exercise in the FIFA 11+ provides missing eccentric hip adduction strength effect in male soccer players: a randomized controlled trial*, Am J Sports Med 2017; 45(13): 3052-3059.
- Fujisaki K., Akasaka K., Otsudo T., et al., *Risk factors for groin pain in male high school soccer players undergoing an injury prevention program: a cluster randomized controlled trial*, Trauma Care 2022; 2: 238-250.
- Ekstrand J., Häggglund M., Waldén M., *Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study*, Br J Sports Med 2011; 45(7): 553-558.
- Al Attar W.S. A., Husain M.A., Qasem A., et al., *The Copenhagen Adduction Exercise is not applied by the majority of professional and semi-professional soccer players and coaches*, Ann Appl Sport Sci 2022; 10(1): e983.
- Serner A., Jakobsen M.D., Andersen L.L., et al., *EMG evaluation of hip adduction exercises for soccer players: implications for exercise selection in prevention and treatment of groin injuries*, Br J Sports Med 2014; 48(14): 1108-1114.
- Palermi S., Massa B., Vecchiato M., et al., *Indirect structural muscle injuries of lower limb: rehabilitation and therapeutic exercise*, J Funct Morphol Kinesiol 2021; 6(3): 75.
- Thorborg K., Branci S., Nielsen M.P., et al., *Eccentric and isometric hip adduction strength in male soccer players with and without adductor-related groin pain: an assessor-blinded comparison*, Orthop J Sports Med 2014; 2(2): 1-7.
- Alonso-Calvete A., Lorenzo-Martínez M., Padrón-Cabo A., et al., *Effects of Copenhagen Adduction Exercise on the architectural characteristics of adductors in U-17 male soccer players: a randomized controlled trial*, Int J Environ Res Public Health 2021; 18: 12956.
- Dawkins J., Ishøi L., Willott J.O., et al., *Effects of a low-dose Copenhagen Adduction Exercise intervention on adduction strength in sub-elite male footballers: a randomized controlled trial*, Transl Sports Med 2021; 4: 447-457.
- Alonso-Fernández D., Fernández-Rodríguez R., Taboada-Iglesias Y., et al., *Effects of Copenhagen Adduction Exercise on muscle architecture and adductor flexibility*, Int J Environ Res Public Health 2022; 19(11): 6563.
- Harøy J., Clarsen B., Wiger E.G., et al., *The adductor strengthening programme prevents groin problems among male football players: a cluster-randomized controlled trial*, Br J Sports Med 2019; 53: 145-152.
- Schaber M., Guiser Z., Brauer L., et al., *The neuromuscular effects of the Copenhagen Adductor Exercise: a systematic review*, Int J Sports Phys Ther 2021; 16(5): 1210-1221.
- Connell D.A., Schneider-Kolsky M.E., Hoving J.L., et al., *Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries*, AJR Am J Roentgenol 2004; 183(4): 975-984.
- Bleakley C.M., Glasgow P., MacAuley D.C., *PRICE needs updating, should we call the POLICE?*, Br J Sports Med 2012; 46(4): 220-221.
- Dueweke J.J., Awan T.M., Mendias C.L., *Regeneration of skeletal muscle after eccentric injury*, J Sport Rehabil 2017; 26(2): 171-179.
- Brumitt J., Cuddeford T., *Current concepts of muscle and tendon adaptation to strength and conditioning*, Int J Sports Phys Ther 2015; 10(6): 748-759.

30. Maffulli N., Del Buono A., Oliva F., et al., *Muscle injuries: a brief guide to classification and management*, Transl Med UniSa 2014; 12: 14-18.
31. Serner A., Weir A., Tol J.L., et al., *Return to sport after criteria-based rehabilitation of acute adductor injuries in male athletes: a prospective cohort study*, Orthop J Sports Med 2020; 8(1): 1-11.
32. Greising S.M., Corona B.T., Call J.A., *Musculoskeletal regeneration, rehabilitation, and plasticity following traumatic injury*, Int J Sports Med 2020; 41(8): 495-504.
33. Khan K.M., Scott A., *Mechanotherapy: how physical therapist's prescription of exercise promotes tissue repair*, Br J Sports Med 2009; 43(4): 247-252.
34. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., et al., *The PRISMA 2020 Statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*, BMJ 2021; 372:n71.
35. Scala di PEDro - Italiano, <https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_Italian.pdf>, 28 giugno 2022.
36. Kohavi B., Beato M., Laver L., et al., *Effectiveness of field-based resistance training protocols on hip muscle strength among young elite football players*, Clin J Sport Med 2020; 30(5): 470-477.

CORRISPONDENZA:

Susanna Paolini
susannapaolini1996@gmail.com