



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Università degli Studi di Genova

Scuola di Scienze Mediche e Farmaceutiche

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

Master in Riabilitazione dei Disordini Muscoloscheletrici

A.A 2014/2015

Campus Universitario di Savona

Il ruolo della core stability nella spalla

Candidato:

Dr. Luca Bozzo

Relatore:

Dott.ssa Silvia Gianola

INDICE

Abstract.....	2
1 Introduzione	3
1.1 Definizione di core stability.....	3
1.2 Attivazione della core stability nella spalla	4
1.3 Infortuni nell'arto superiore.....	5
1.4 Ruolo della core stability negli infortuni nella spalla.....	6
1.5 Obiettivo	7
2 Materiali e Metodi.....	7
2.1 Strategia di ricerca.....	7
2.2 <i>Selezione degli studi</i>	8
2.3 Estrazione dati	8
3 Risultati.....	8
3.1.1 Selezione degli studi.....	8
3.2 Caratteristiche Generali degli studi sulla valutazioni.....	11
3.2.1 Test Utilizzati.....	14
3.3 Risultati Valutazione	16
3.4 Caratteristiche Generali degli studi sul trattamento	18
3.4.1 Tipologia di esercizi utilizzati	24
3.5 Risultati Trattamento.....	25
4 Discussione	36
5 Conclusioni	39

Abstract

Introduzione: La dinamicità dei gesti dell'arto superiore è il risultato di una integrata e multi segmentale sequenza di movimenti e attivazioni muscolari conosciuta come catena cinetica. Recenti studi hanno posto l'attenzione sulla valutazione della spalla integrata all'interno di una globale e funzionale catena cinetica partendo dai muscoli pelvici che costituiscono la cosiddetta "core stability".

La core stability viene considerata di fondamentale importanza in tutti i tipi di attività, dalla corsa agli sport di lancio, per garantire un'efficiente propulsione delle forze e ridurre il carico articolare.

Obiettivo: Descrivere e conoscere le attivazioni della core stability nella spalla per poter costruire una valutazione propria durante l'esame anamnestico ed individuare le modalità di esercizio più efficaci come integrazione ai trattamenti usualmente proposti.

Materiali e Metodi: Sono state eseguite due ricerche della letteratura indipendenti. La prima per l'individuazione dei metodi di valutazione della core stability nelle problematiche di spalla, la seconda atto ad individuare il trattamento ad oggi proposto per l'allenamento della core stability nella spalla. Entrambe sono state condotte nelle seguenti banche dati elettroniche: MEDLINE, Cochrane, Scopus, literature grey. Sono stati esclusi articoli non in lingua inglese e Italiano e che non rispecchiassero i criteri d'inclusione.

Risultati: In accordo ai criteri di selezione, sono stati inclusi tre studi per la valutazione sette per il trattamento. Il side bridge test, il Biering- Sorensen test e il Trunk flexion test sono risultati test affidabili per la misurazione della resistenza della core stability (ICC tra 0.82 e 0.91). L' Half Kneeling rotation with bar in back (ICC 0.672 – 0.868), l'Half Kneeling rotation with bar in front (ICC 0.811– 0.856) e il Seated Rotation Test (ICC 0.798 – 0.727) hanno dato valori di affidabilità tra alta e moderata per il ROM in rotazione del tronco. La misurazione goniometrica della rotazione interna ed esterna d'anca è risultata strumento di misura affidabile per la valutazione dell'anca in relazione al gesto del lancio dell'arto superiore (ICC 0.92 – 0.95). Non sono stati reperiti studi sperimentali che indagano protocolli o programmi di trattamento preventivi validati, sembra invece avere risultati un intervento di rinforzo della core stability negli atleti per un aumento della performance sportiva. La maggior parte degli autori, pur discordando sulla modalità e tempi necessari dell'intervento riabilitativo, concordano nel ritenere fondamentale che il programma di training rispetti la condizione di specificità rispetto allo sport praticato.

Conclusioni: I test di resistenza e flessibilità sono unità di misura affidabili per una valutazione della core stability nella spalla. Il trattamento riabilitativo del tratto lombo-pelvico sembra dover avere un suo ruolo all'interno dei programmi riabilitativi che mirino a un aumento della performance dell'arto superiore secondo quanto espresso dalla teoria della catena cinetica. Alcuni autori ritengono necessario che perché i parametri di aumentata resistenza, di forza e flessibilità ottenuti nel corso del trattamento vengano trasferite all'interno del gesto sportivo gli esercizi debbano rispettare la condizione di specificità rispetto al gesto tecnico richiesto.

1 INTRODUZIONE

1.1 DEFINIZIONE DI CORE STABILITY

La core stability è stata oggetto di ricerca sino dai primi anni '80⁽¹⁶⁾ e da più di 10 anni è pensata giocare un ruolo di rilievo in svariate attività sportive⁽²²⁾. Da un punto di vista anatomico il complesso lombo-pelvico, o core, è composto dalle vertebre lombari, la pelvi, l'anca e le strutture sia attive che passive che possono andare a produrre, o limitare, il movimento in queste zone. Viene descritto come una scatola chiusa con i muscoli addominali posti anteriormente, i muscoli paraspinali e glutei posteriormente, il diaframma superiormente ed il pavimento pelvico, con i muscoli coxo-femorali, inferiormente⁽²⁾. Quando vengono presi in esame atleti overhead gli autori tendono ad estendere l'area anatomica di pertinenza della core stability andando a includere nella definizione anche lo scheletro, legamenti e muscoli che fanno parte del cingolo scapolare⁽²²⁾.

Nonostante la stabilità del tratto lombo-pelvico sia un argomento di rilievo all'interno della fisioterapia non è presente in letteratura una definizione universalmente accettata. Sono stati usati diversi parametri per parlare di core stability: la forza della muscolatura del tronco, la resistenza della muscolatura del tronco, il mantenimento di un particolare allineamento della pelvi o delle vertebre⁽¹⁶⁾⁽¹⁸⁾⁽⁴⁴⁾. Panjabi nel '92 la definì come "la capacità del sistema di stabilizzazione di mantenere la zona intervertebrale neutra all'interno dei limiti fisiologici". Il sistema di stabilizzazione definito da Panjabi [Figura 1] andava a integrare un sottosistema passivo, composto dai legamenti spinali e articolazioni interapofisarie; un sottosistema attivo, composto dall'apparato muscolare (muscoli profondi e superficiali che controllano il movimento e trasferiscono le forze tra torace e pelvi) e un sottosistema neurale, con il compito di monitorare continuamente e di regolare le forze muscolari in relazione al feedback fornito dai muscoli spinali, dagli organi tendinei del Golgi e dai legamenti spinali.

In ambito sportivo viene generalmente condivisa la descrizione proposta da Kibler et al. nel 2006 che definì la core stability come l'abilità di controllare la posizione e il movimento del tronco al fine di consentire una produzione, trasferimento

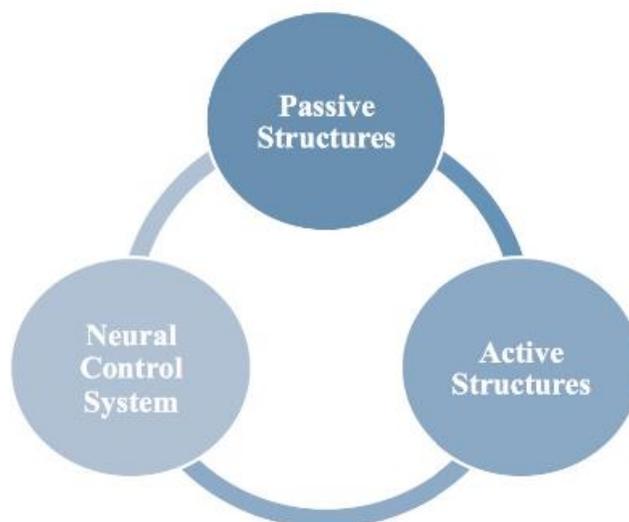


Fig. n° 1: Sistema di stabilizzazione secondo Panjabi

e controllo ottimale delle forze e del movimento da e verso le estremità⁽²²⁾.

Kibler teorizzò che la regione lombo-pelvica fornisce “proximal stability for distal mobility”, volendo dire che rimanendo stabile funge da piattaforma dalla quale gli arti possono “appoggiarsi” e accelerare.

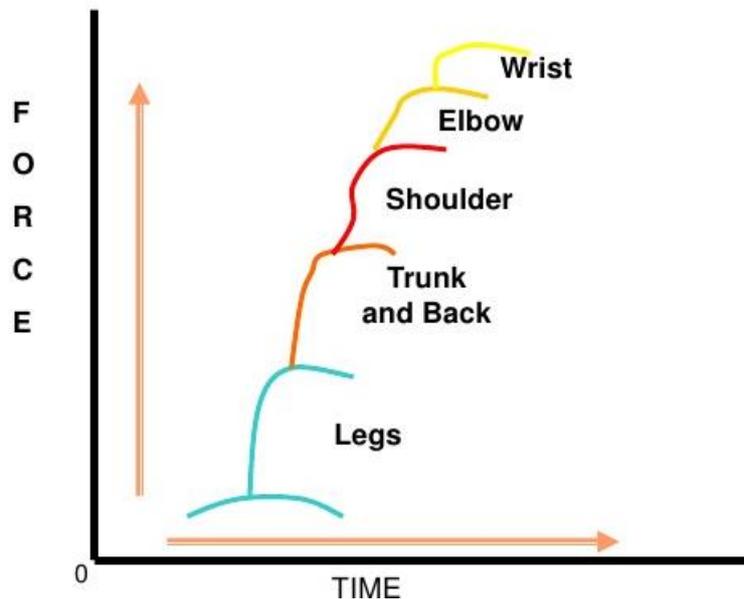


Fig. n° 2: Ruolo della Catena Cinetica

L'attivazione della catena cinetica, tramite collegamenti meccanici all'interno dei segmenti corporei, permette dunque il sequenziale trasferimento delle forze e del movimento durante i gesti motori. Tali segmenti devono andare ad attuare risposte posturali rapide che rispondano alle perturbazioni generate sia dall'interno che dall'esterno attraverso meccanismi sistemi di risposta sia a feed-forward che a feed-back^{(44) (32)}.

1.2 ATTIVAZIONE DELLA CORE STABILITY NELLA SPALLA

La cinematica e l'attività muscolare del tronco giocano un ruolo importante all'interno dell'elevazione dell'arto dal punto di vista della catena cinetica. È ampiamente riportato in letteratura come un movimento a livello del braccio sia preceduto da una contrazione più o meno massiva della muscolatura della core stability⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁶⁾⁽²⁶⁾⁽⁶⁾. Un'estensione, flessione laterale opposta e rotazione del tronco sono state associate al movimento in elevazione dell'arto superiore⁽⁸⁾. I movimenti rapidi del braccio sono preceduti da una contrazione degli erettori spinali, del trasverso dell'addome e dell'obliquo interno⁽¹⁷⁾. Uno studio recente ha riportato come una contrazione muscolare degli estensori del tronco possa venir richiesta in particolare nei primi gradi dell'elevazione del braccio mentre l'azione della muscolatura addominale possa contribuire alla produzione di una forza anteriore avversa ai movimenti all'indietro che il braccio compie nella fasi finali di movimento. Anche Tarnanen S.⁽⁴⁷⁾ nel suo articolo ha valutato quali siano i movimenti a livello della spalla che maggiormente elicitano un'attivazione della core stability. Nel suo campione di 20 donne adulte è stato riscontrato che il retto dell'addome e l'obliquo esterno vengono attivati in maggior

misura nel movimento di estensione bilaterale della spalla; mentre l'estensione orizzontale unilaterale porta alla maggior contrazione del multifido e lunghissimo. La rotazione del tronco è stata indicata come di assistenza al movimento della scapola, andando ad allineare il piano scapolare con il piano di elevazione del braccio. A tal proposito lo studio di Yamauchi T⁽⁵⁴⁾ dimostra come l'aggiunta di un movimento in rotazione del tronco negli esercizi di rinforzo muscolare della spalla aumenti in modo significativo la rotazione esterna della scapola e il tilt posteriore, risultando un metodo di trattamento efficace per i pazienti con difficoltà al reclutamento del trapezio inferiore e con imbalance tra trapezio inferiore e trapezio superiore.

Sembra ormai consolidato in letteratura come attività complesse che coinvolgono la spalla, come il gesto del lancio negli sport overhead, non debbano essere pensate come un'azione a esclusiva competenza dell'arto superiore ma piuttosto un movimento integrato del corpo che si conclude con un movimento rapido dell'arto superiore⁽⁴²⁾. In un movimento del lancio appropriato il picco di velocità nella rotazione a livello della pelvi è raggiunto prima del picco di velocità rotatoria del torso così che il momento angolare possa essere efficacemente trasferito dai segmenti prossimali ai segmenti distali del corpo. Una sequenza impropria del movimento del tronco altera il carico articolare dell'arto superiore e ciò potrebbe portare ad un aumentato rischio di infortuni⁽³⁴⁾.

1.3 INFORTUNI NELL'ARTO SUPERIORE

L'arto superiore, e in particolare la spalla, è da sempre stato uno dei distretti maggiormente interessati da infortuni non da contatto.

Clarsen et al⁽⁷⁾ ha indagato la prevalenza e l'impatto degli infortuni da overuse in 5 attività sportive norvegesi all'interno di un periodo di 13 settimane. La spalla era la sede più interessata da infortuni per gli atleti di pallamano con una prevalenza del 22% e la seconda dopo il ginocchio per gli atleti di pallavolo, con una prevalenza del 16%.

La spalla è anche la sede più comune di dolore all'interno degli sport aquatici ⁽⁵⁰⁾ ⁽²¹⁾, assestandosi al 21% di prevalenza in una rilevazione effettuata precedentemente e durante la 15th FINA World Championship 2013⁽³¹⁾. Nel nuoto la prevalenza del dolore viene riportato arrivare fino al 91%⁽⁴⁰⁾ mentre nel tennis un recente studio ha concluso che l'arto inferiore è la sede predominante con una incidenza tra il 31% e il 67%, l'arto superiore però, e in particolare spalla e gomito, sono sede comune di disfunzione con incidenza tra il 20% e il 49%⁽⁹⁾. Nei giovani giocatori di baseball l'incidenza di infortuni si pone al 15,9%⁽²⁷⁾.

Numerosi sono fattori di rischio che sono stati ipotizzati come predisponenti a infortuni all'arto superiore durante le attività di lancio. I fattori di rischio non modificabili maggiormente presi in considerazione sono risultati essere: l'età⁽³⁰⁾, Il sesso⁽⁵³⁾, precedenti traumi o problemi alla spalla⁽⁴⁸⁾⁽¹⁹⁾, il BMI⁽⁴³⁾. Tra i fattori di rischio modificabili vengono presi in esame il meccanismo di lancio, la frequenza degli allenamenti⁽⁴¹⁾, la rigidità e squilibrio muscolare⁽³⁾, un deficit di controllo scapolare e per l'appunto una debolezza della core stability. La relazione tra core stability e gli infortuni a carico della regione lombo-pelvica o all'arto inferiore è stata stabilita in molti studi mentre resta meno chiara una possibile esistente relazione tra la stabilità e gli infortuni a livello dell'arto superiore⁽²²⁾⁽⁴⁴⁾⁽³⁷⁾ ⁽⁴⁸⁾.

1.4 RUOLO DELLA CORE STABILITY NEGLI INFORTUNI NELLA SPALLA

Oliver et al.⁽³³⁾ ha esaminato la relazione tra l'attivazione muscolare a livello del medio gluteo e quella a livello dei muscoli stabilizzatori della scapola (trapezio inferiore, trapezio superiore, gran dentato) in 21 giovani giocatori di baseball trovando una forte correlazione tra l'attivazione degli stabilizzatori pelvici e quelli del cingolo scapolare. La sua osservazione va a supporto di altri studi antecedenti che vanno a correlare una perdita del movimento e della forza nell'abduzione dell'anca, a un aumento del rischio di incorrere in infortuni a livello dell'arto superiore nel gesto di lancio nel baseball⁽⁴⁾⁽²⁴⁾ Chaudari et al. ⁽⁵⁾ anche ha investigato l'associazione tra il controllo lombopelvico e gli infortuni nei giocatori di baseball. Il controllo lombopelvico è stato registrato durante il periodo di allenamento primaverile facendo eseguire ai 347 professionisti uno standing single-leg raise test. Il test eseguito in stazione eretta con l'atleta istruito a mantenere il bacino più livellato possibile nel momento in cui passava in stazione eretta monopodolica. Venivano registrati i giorni di allenamento saltati a causa di infortuni durante la stagione. I loro risultati hanno concluso che i giocatori con minor controllo durante il compito di single-leg raise erano 3 volte più soggetti a saltare almeno 30 giorni di allenamenti rispetto a coloro che dimostravano minor movimento lombopelvico. Questo in disaccordo con i risultati ottenuti da Endo e Sakamoto⁽¹¹⁾ i quali riferiscono di non aver trovato alcuna evidenza significativa tra la resistenza della muscolatura del core e gli infortuni a livello della spalla o gomito in giocatori di baseball dell'highschool.

Sempre sul baseball Oyama S.⁽³⁴⁾ ha studiato l'associazione tra la sequenza di rotazione del tronco e la biomeccanica dell'arto superiore correlata ad un maggior rischio di infortuni. I risultati su un campione di 72 giovani giocatori di baseball indicano che una scorretta rotazione a livello del tronco comporta un aumentato angolo di rotazione esterna e forza prossimale a livello della spalla. Nelle conclusioni sostiene che esercizi che vadano a rinforzare l'uso di una corretta sequenza rotatoria nel tronco possano andare a ridurre lo stress a livello della spalla e diminuire il rischio di infortuni.

Radwan et al.⁽³⁶⁾ hanno esaminato 61 atleti overhead di terza divisione, 14 con dolore alla spalla e limitazione funzionale dovuta a infortuni non da contatto. La core stability è stata testata attraverso il "double leg lowering test" (DLLT), Sorensen modified extensor endurance test, e il side plank e single leg balance test (SLBT). Solamente il tempo di tenuta al SLBT era statisticamente ridotto nel gruppo con dolore alla spalla. Lo studio, pur non supportando direttamente la ridotta stabilità posturale come possibile causa di dolore alla spalla, così come teorizzato dalla teoria della catena cinetica, supporta l'ipotesi di una potenziale relazione tra un controllo ridotto della core stability (SLBT+) e gli infortuni nella spalla.

Tate et al.⁽⁴⁸⁾ hanno misurato la core endurance in 236 ragazze, nuotatrici dell'highschool o del US Masters swim, riscontrando una riduzione nel bridge endurance test nelle nuotatrici tra i 12 e 14 anni. Harrington et al ⁽¹⁴⁾ anche hanno studiato il ruolo della core stability in 37 nuotatori della NCAA division 1 con e senza dolore alla spalla. I loro risultati riportano nessuna differenza significativa per il side bridge e il prone bridge tra i gruppi studiati. Questi due studi danno risultati contrastanti sul ruolo che potrebbe avere una riduzione della core stability con il dolore alla spalla nei nuotatori.

Le lesioni da sovraccarico della spalla sono comuni anche tra i giocatori di pallavolo di alto livello⁽¹⁹⁾. Nello studio osservazione di Reeser e colleghi⁽³⁷⁾ in un campione di 422 giocatori il 60 % degli atleti riportava una storia di problemi alla spalla e circa la metà dei giocatori che avevano dolore alla spalla, riportavano deficit o limitazioni funzionali. Dallo studio emerge che i partecipanti che hanno dimostrato una core instability avevano anche un maggiore SICK scapula score (3.9 versus 2.9, $p = .038$), ed erano quindi più propensi a riportare problemi a livello della spalla.

Pur non essendo la sede più comuni di infortuni, preceduta da problematiche a livello lombare, polso e gomito; gli infortuni alla spalla nel golf si verificano con una prevalenza tra l'8-18%⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾. Il golf non viene considerato uno sport overhead ma nonostante ciò la spalla può essere posta sotto notevole stress durante lo swing. Diversi studi suggeriscono un approccio verso la core stability, evidenziando come un riduzione della rotazione del tronco possa andare a porre eccessivo carico a livello degli stabilizzatori della spalla⁽²⁹⁾⁽⁴⁸⁾ anche in virtù della maggior rappresentanza delle problematiche lombari che potrebbero far tendere ad andar a diminuire gli stress in questa zona a discapito di un maggior lavoro dell'arto superiore. Nonostante queste raccomandazioni non sono stati trovati in letteratura studi che vadano ad analizzare il ruolo che ricopre la core stability negli infortuni nell'arto superiore nei golfisti. Anche nel tennis viene spesso suggerito un approccio verso la core stability e il ruolo ricoperto dalla catena cinetica nel poter ridurre i carichi che si vanno a creare a livello articolare, in particolare nei gesti di potenza, quali ad esempio la battuta. ^{(9) (13)}

1.5 OBIETTIVO

L'obiettivo principale di questo elaborato è l'analisi dei test clinici maggiormente presenti in letteratura per la valutazione della core stability, relativamente al suo ruolo chiave all'interno della catena cinetica per la prevenzione degli infortuni e l'aumento della performance atletico sportiva nella spalla.

Secondariamente, lo studio vuole vagliare i programmi di trattamento utilizzati per il ricondizionamento della core stability nella spalla, per valutarne la fondatezza e l'efficacia clinica.

2 MATERIALI E METODI

2.1 STRATEGIA DI RICERCA

Sono state effettuate due ricerche distinte della letteratura per la valutazione ed il trattamento della core stability nelle problematiche di spalla.

Le strategie di ricerca sono state lanciate sui database MEDLINE (tramite l'interfaccia PubMed), Cochrane Library, Scopus e letteratura grigia ed è aggiornata a marzo 2016. Le parole chiave e le stringhe di ricerca utilizzate per ogni database sono riportate in Appendice 1 e 2.

2.2 SELEZIONE DEGLI STUDI

Sono stati considerati inclusi gli studi che dovevano esaminare il ruolo della core stability nell'arto superiore, e in particolare della spalla. Per sostenere l'ipotesi di una funzione del tratto lombo-pelvico sono stati presi in considerazione studi trattanti un aumento del rischio di infortuni, o una diminuzione della performance della spalla in relazione a una valutazione o a un piano di trattamento interessante la core stability. Ci si è limitati agli studi di tipo osservazionale, indicati per rilevare la presenza di un fenomeno in una popolazione di soggetti, come criterio di inclusione nella prima ricerca; e a studi di tipo sperimentale, utilizzati per lo studio dell'efficacia clinica di un intervento terapeutico, per la seconda.

Sono stati esclusi articoli che consideravano soggetti con patologie caratterizzate da un quadro sintomatologico e da un decorso specifico, come le fratture di spalla, la rottura completa della cuffia dei rotatori, le sindromi radicolari di origine cervicale, i disturbi del SNC, le neoplasie, le lesioni strutturali rilevanti, le malattie sistemiche. Era necessario che gli studi fossero in lingua inglese, con il full text disponibile e sulla specie umana. Non sono stati posti limiti per la data di pubblicazione.

Per la valutazione della core stability sono stati considerati inclusi gli studi riportanti i valori di affidabilità intraoperatore (ICC) dei test analizzati. Per i trattamenti sono stati considerati gli studi riportanti l'efficacia in termini di modifiche alla performance sportiva o prevenzione dagli infortuni.

2.3 ESTRAZIONE DATI

Per ogni studio incluso, un revisore ha estratto le caratteristiche principali: anno di pubblicazione, numerosità campionaria, caratteristiche dei pazienti, test clinici/trattamento utilizzato e misure di riproducibilità dei test ed efficacia di trattamento degli esercizi proposti.

3 RISULTATI

3.1.1 Selezione degli studi

Le stringhe individuate nella prima ricerca hanno prodotto un totale di 1475 articoli.

Sono stati per prima cosa esclusi gli articoli duplicati (125 articoli), comuni ai risultati raccolti dalle varie banche dati; uno screening per titolo e abstract ha portato all'esclusione di 1328 articoli che non mostravano attinenza al quesito di ricerca e/o non erano conformi ai criteri di inclusione/esclusione individuati. Infine è stata fatta una selezione leggendo il full text degli articoli rimanenti e ne sono stati esclusi 19 (tra cui 3 non reperiti).

Le stringhe individuate nella seconda ricerca hanno prodotto un totale di 862 articoli. Sono stati anche qui per prima cosa esclusi gli articoli duplicati (97 articoli), comuni alle ricerche effettuate sulle varie banche dati, dopodiché è stata fatta una selezione per titolo e abstract, e sono stati esclusi 753 articoli che non mostravano attinenza al quesito di ricerca e/o non erano conformi ai criteri di inclusione/esclusione individuati.

Infine ne è stata fatta una selezione leggendo il full text escludendone 5 (tra cui 2 non reperiti).

Nelle Flow chart [Figure 3-4] sono riportati in modo schematico la selezione degli articoli.

Fig. n° 3: Flow-chart del processo di selezione degli studi - Valutazione

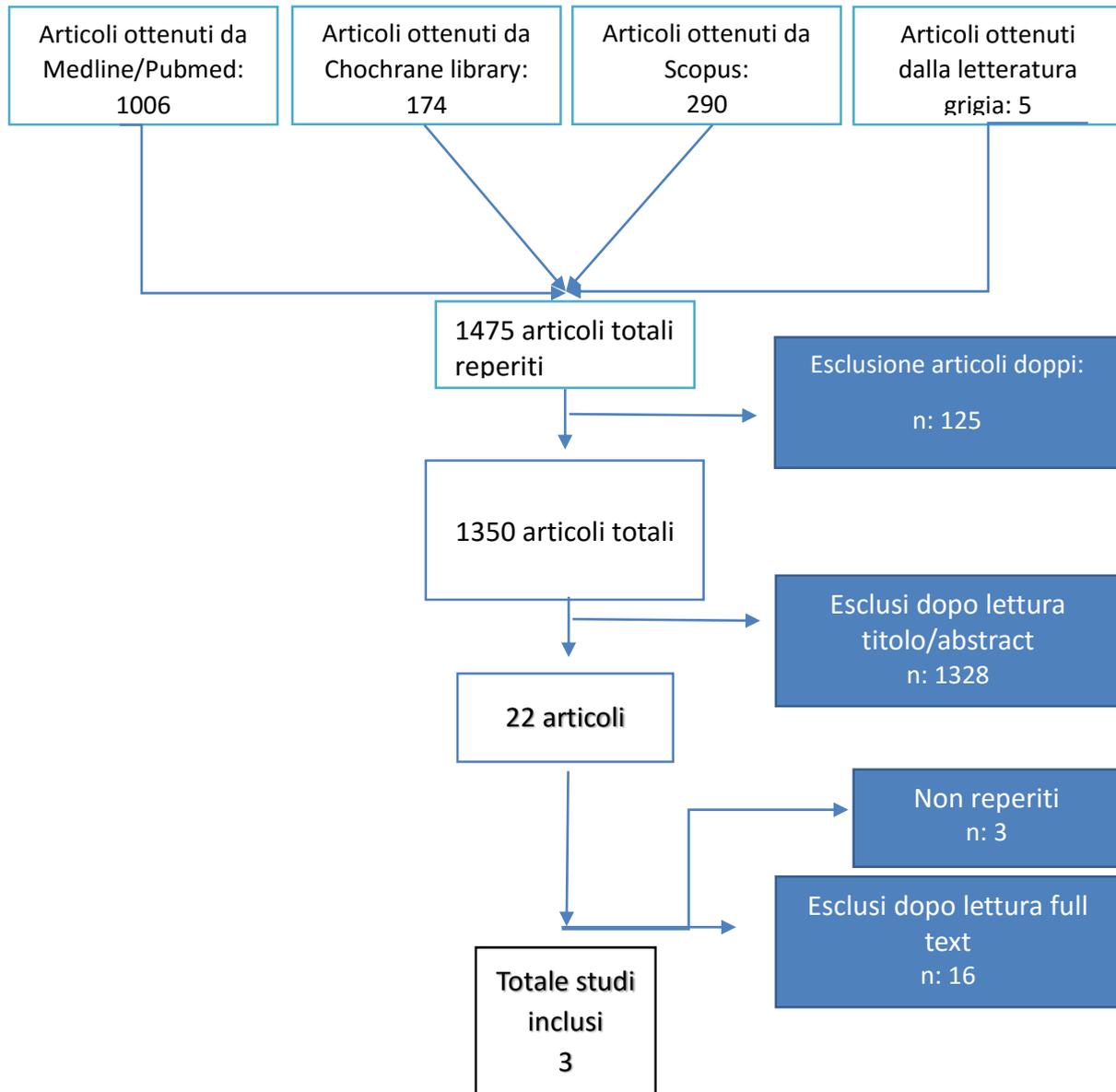
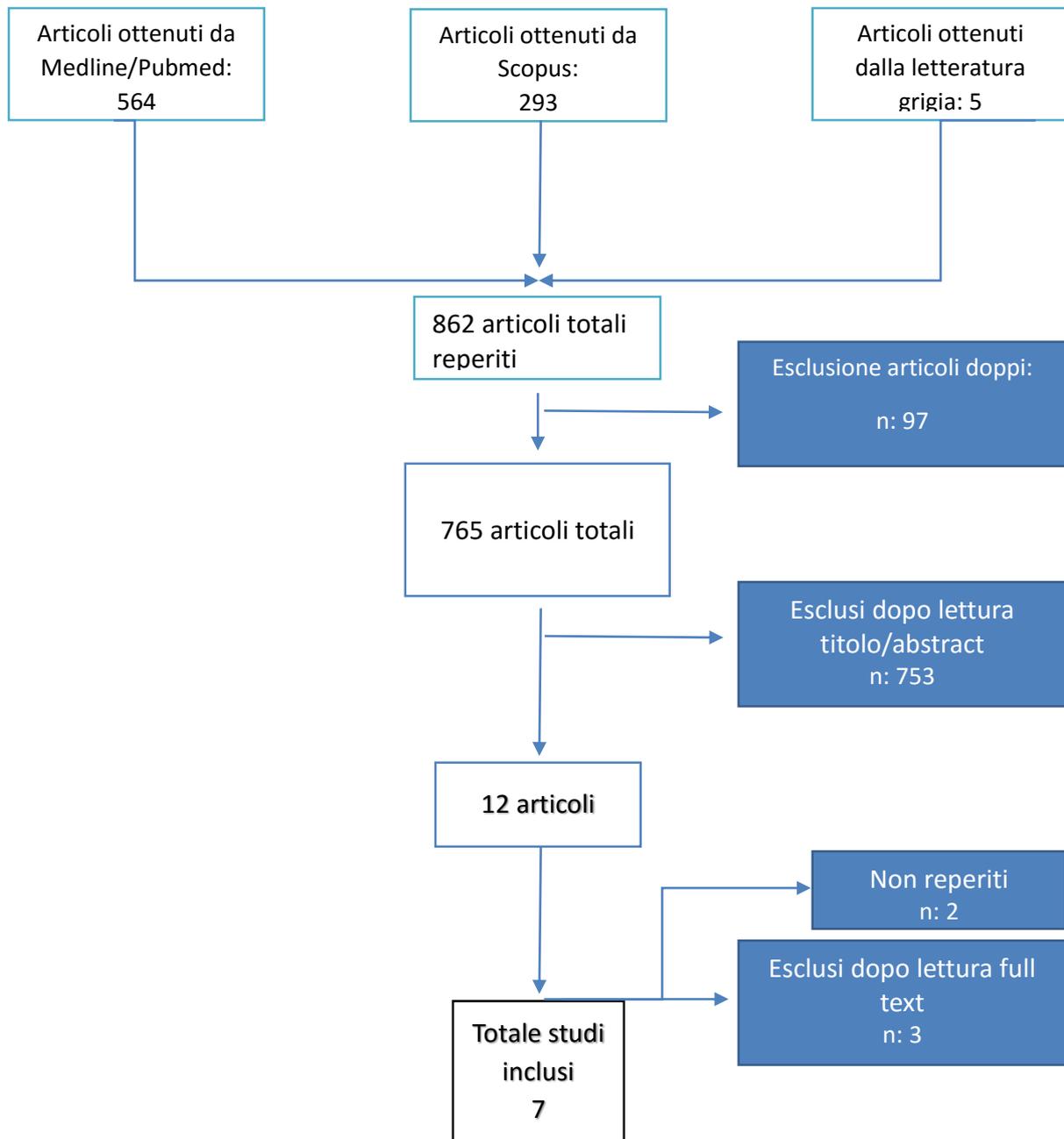


Fig. n° 4: Flow-chart del processo di selezione degli studi - Trattamento



3.2 CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI STUDI SULLA VALUTAZIONI

Le caratteristiche degli studi sono illustrate in *Tabella 1*

Gli studi inclusi nella revisione per la valutazione della core stability riportavano test utilizzati in letteratura in riferimento a funzioni della spalla. Tutti i tre studi analizzati erano di tipo cross-sectional⁽¹⁾⁽²⁰⁾⁽²³⁾.

Il numero totale di soggetti coinvolti è stato di 129. Gli studi hanno una media e deviazione standard di 43 ± 15.6 soggetti.

Tutti i soggetti partecipanti agli studi erano di età maggiore di 18 anni, la media di età tra i campioni dei vari studi era 21.5 ± 2.4 anni.

Tutti gli articoli analizzavano una popolazione di tipo sportivo. Uno prendeva in esame atleti di varie discipline sportive⁽²⁰⁾, in uno studio venivano valutati giocatrici di softball⁽¹⁾ nell'altro giocatori di baseball⁽²³⁾.

Ogni articolo esaminato analizzava, prima dell'effettuazione della batteria dei test clinici, uno studio sull'affidabilità intraoperatore (ICC) dei test di utilizzati per la valutazione della core stability.

Uno studio si è occupato di valutare l'affidabilità dei test di resistenza⁽²⁰⁾, i restanti due hanno valutato l'affidabilità delle misurazioni goniometriche sulla rotazione del tronco⁽¹⁾ e sul rom in rotazione d'anca⁽²³⁾.

Tabella I - Sintesi degli studi inclusi nella revisione

N	Autori e anno pubblicazione	Obiettivo	Tipo di studio	Partecipanti	Valutazione core stability	Risultati
1	Laudner K ⁽²³⁾ 2015	Esaminare come la misurazione della mobilità dell'anca sia correlata alla biomeccanica della spalla nel lancio della palla nel baseball	Cross-sectional	34 giocatori di baseball Età media: 20 ± 1.3 anni	(1) Hip IR (2) Hip ER	I risultati dello studio concludono che i giocatori di baseball che hanno una ridotta rotazione esterna ed interna dell'anca dominante riportano un torque maggiore in extra rotazione della spalla dominante durante il gesto del lancio. Inoltre un ROM ridotto in rotazione esterna dell'arto inferiore non dominante era associato con un ROM aumentato in abduzione orizzontale della spalla dell'arto che effettua il lancio.
2	Aragon, V ⁽¹⁾ 2012	Determinare se una storia di infortuni sia correlata al ROM in rotazione del tronco. Comparare la misurazione del ROM in rotazione del tronco effettuata attraverso 3	Cross-sectional	65 giocatrici di softball di I divisione Età media: 19.5 ± 1.2	(1) Half Kneeling rotation with bar in back (HKRTB) (2) Half Kneeling rotation with bar in front (HKRTF) (3) Seated Rotation Test (SRT)	C'è correlazione tra una storia di infortuni al gomito e alla spalla e la flessibilità rotatoria in avanti del tronco (HKRTB, SRT) solo attraverso un'analisi di regressione. I risultati indicano che il gruppo con minore flessibilità del tronco ($\leq 42.5^\circ$) aveva 2.75 volte l'incidenza di infortuni rispetto al gruppo con maggior flessibilità ($\geq 47.7^\circ$). Comparati con il rom considerato normale ($41.56^\circ - 47.36^\circ$) entrambi i gruppi avevano un rischio maggiore rispettivamente di 8.7 e 7.3 volte. Non sono invece state trovate correlazione tra la rotazione del tronco utilizzando i tre

		test clinici con una storia di dolore alla spalla o gomito nelle giocatrici di softball.				test elencati e una storia di dolore di infortuni alla spalla o gomito.
11	Keogh, J. W. L. ⁽²⁰⁾ 2010	Determinare se test per la stabilità statica della core stability possano distinguere la performance della spalla nello "shoulder press test" eseguito in condizioni di stabilità vs condizioni di instabilità.	Cross-sectional	30 atleti uomini Età media: 25 ±4 anni	(1) Trunk flexion, (2) Biering-Sorensen test (3) Lateral flexion muscular endurance test	Nessuno dei test sulla resistenza della core stability ha trovato differenze significative tra i due gruppi di studio selezionati in base alla differenza di forza espressa in una RM alla "shoulder press" effettuata in condizioni stabili e instabili. Solo la flessione del tronco era significativamente correlata al livello di instabilità riscontrato negli atleti.

3.2.1 Test Utilizzati

Diverse modalità di misurazione sono state utilizzate per saggiare le diverse componenti della core stability.

- **Resistenza**

I test di resistenza richiedono al paziente di mantenere la posizione di test per più a lungo tempo possibile. Sono stati utilizzati tre tipi di test. [Figura 5].

Per il side plank test (riferito anche come side bridge test) il paziente assume la posizione sul fianco, con l'arto di supporto flesso a 90° a livello del gomito e posizionato direttamente sotto la spalla. La mano dell'arto non in appoggio è tenuta sopra la spalla controlaterale. Le ginocchia e le anche sono in estensione, con il piede del lato non testato che viene posizionato davanti o sopra il controlaterale, a dipendenza dello studio considerato. Per iniziare il test il paziente solleva le anche dal terreno, supportandosi su un gomito e a livello dei piedi. Il side plank è considerato un ottimo test per la valutazione del quadrato dei lombi e della muscolatura della parte anterolaterale del tronco⁽¹²⁾.

Il Biering-Sorensen test analizza la resistenza isometrica della muscolatura estensoria del tronco. Il paziente si posiziona prono con la parte alta del corpo oltre il bordo del lettino aiutato dal supporto di una sedia. Un operatore, o una serie di cinghie, aiutano a stabilizzare gli arti inferiori del paziente al lettino.

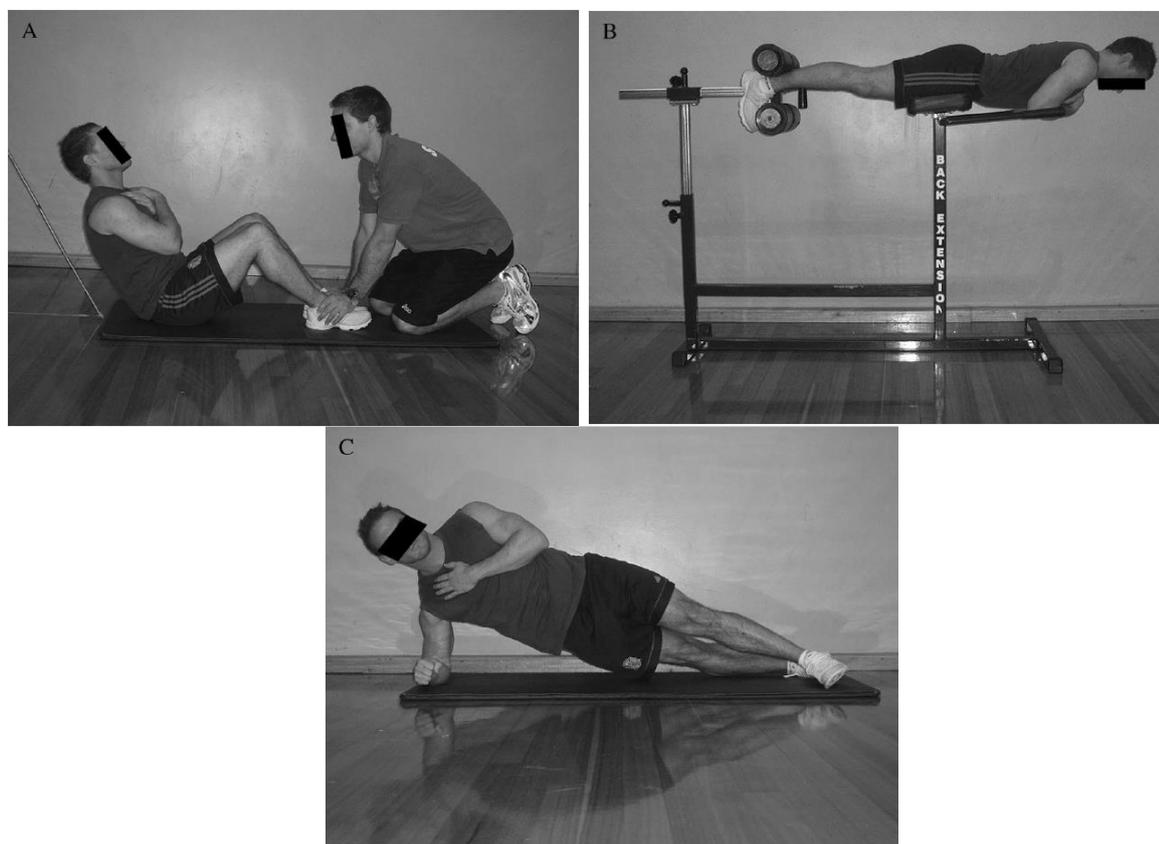


Fig. n° 5: A, Trunk flexion test. B Biering-Sorensen test. C, Side Plank Test.

Il Trunk flexion endurance test richiede al soggetto di mantenere la posizione di sit-up con il tronco in linea retta e ad un'angolazione di 60° rispetto all'orizzontale. Sia le ginocchia che i gomiti sono flessi a 90° con le braccia incrociate al petto e le mani appoggiate sulla spalla controlaterale. Un operatore aiuta a mantenere i piedi del soggetto al suolo il quale è invece invitato a mantenere la posizione più a lungo possibile.

- **ROM**

Riguardo alla misurazione in rotazione tronco⁽¹⁾ [Figura 6], è stata vagliata l'affidabilità dell'Half Kneeling rotation with bar in back (HKRTB), dell'Half Kneeling rotation with bar in front (HKRTF) e del Seated Rotation Test (SRT). Negli Half Kneeling test il soggetto posiziona il ginocchio sinistro a terra e il piede destro direttamente di fronte al ginocchio sinistro. Una mazza da baseball viene posizionata davanti o dietro la schiena del partecipante, in base alla variante utilizzata. L'operatore si posiziona a destra del soggetto e posiziona il braccio fisso del goniometro parallelo alla parte alta del tronco del soggetto. Viene richiesto di ruotare il più possibile verso destra senza che si arrivi a provare fastidio. Il braccio mobile del goniometro viene posizionato parallelo alla parte alta del tronco mano a mano che il soggetto ruota. Il test viene ripetuto poi controlateralmente per misurare la rotazione a sinistra.

Nel SRT il soggetto è seduto su una sedia, con i piedi uniti e a contatto col pavimento. Il tronco è eretto e le braccia tenute incrociate al petto. Viene richiesta una rotazione verso destra senza che si arrivi a provare fastidio. Si fa uso del goniometro per la misurazione del ROM in rotazione allo stesso modo che nei due test precedenti.

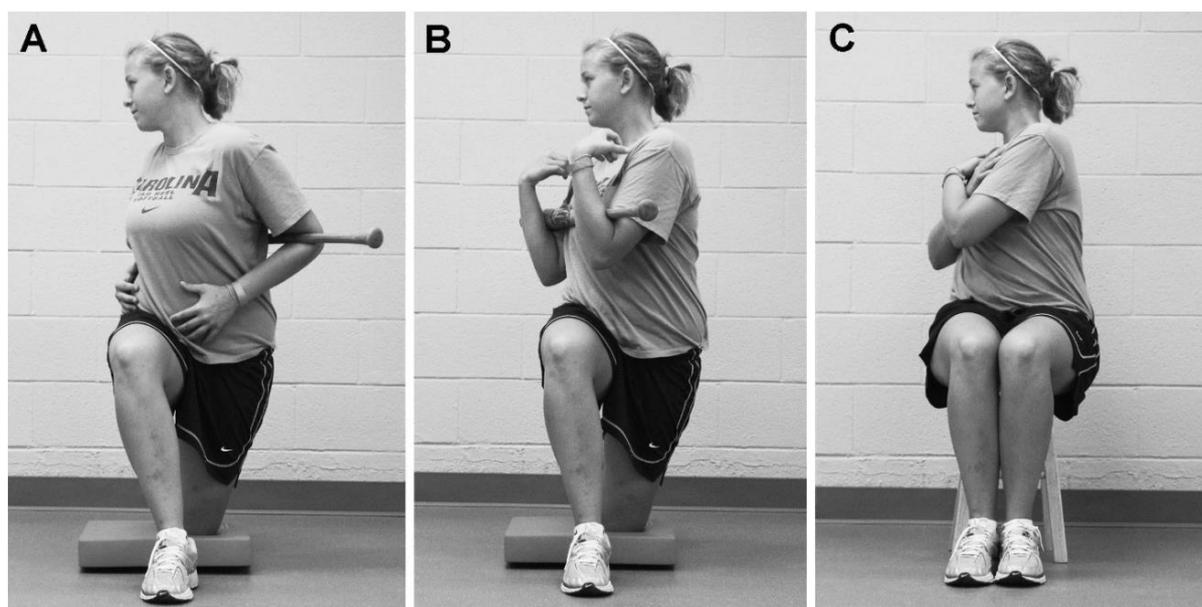


Fig. n° 6: A, half-kneeling rotation test with bar in the back. B, half-kneeling rotation test with bar in the front. C, seated rotation test.

Per la valutazione del rom d'anca sono state misurate le rotazioni a livello dell'articolazione dell'anca con soggetto in posizione prona.

3.3 RISULTATI VALUTAZIONE

Gli studi si occupano di verificare l'efficacia dei metodi di valutazione attualmente utilizzati per la core stability nelle attività di interesse per l'arto superiore e in particolare per la spalla. Ognuno di questi valuta diversi metodi per testare la core stability.

- **Endurance Test**

I test di endurance sono stati analizzati da Keogh, J. W. L. et al.⁽²⁰⁾. L'autore ha valutato la capacità di tre test comunemente usati per la misurazione della resistenza nel tratto lombo-pelvico, di distinguere un gruppo di atleti in base al rapporto della forza massima espressa al "dumbbell shoulder press" in condizioni di stabilità e di instabilità. L'affidabilità intraoperatore dei test utilizzati per la core stability e del "dumbbell shoulder press" è stata ottenuta attraverso due sessioni di misurazioni. In entrambe i test sono stati somministrati in blocchi non ordinati, con il dumbbell shoulder press che precedeva le misurazioni relative alla core stability. L'affidabilità [ICC] è stata riscontrata essere alta sia per il shoulder press test sia per i test lombo-pelvici.

Autori	Valutazione della resistenza	Risultati Studio	ICC
Keogh, J. W. L. ⁽²⁰⁾	Trunk Flexion test Biering- Sorensen test Left Side bridge Right Side bridge	Nessuno dei test sulla resistenza della core stability ha trovato differenze significative tra i due gruppi di studio selezionati in base alla differenza di forza espressa in una RM alla shoulder press effettuata in condizioni stabili e instabili. Solo la flessione del tronco era significativamente correlata al livello di instabilità riscontrato negli atleti.	Tra 0.82 e 0.91

- **Test di flessibilità**

Aragon V. et al.⁽¹⁾ ha valutato l'affidabilità intraoperatore nella misurazione goniometrica della rotazione del tronco riportando valori di affidabilità tra moderati e alti. La raccolta dei dati è avvenuta prima dell'inizio dei test su un campione di 15 volontari effettuando tre misurazioni distinte per ogni test.

La valutazione dei test per la rotazione d'anca effettuati da Laudner k et al⁽²³⁾ ha ottenuto livelli molto alti di affidabilità intraoperatore (ICC). Per ottenere i dati 22 soggetti, diversi da quelli poi utilizzati nello studio primario, hanno completato due sessioni di test divise da un minimo di 24h l'una dall'altra.

Autori	Valutazione della resistenza	Risultati	ICC
Aragon, V. et al ⁽¹⁾	Half Kneeling rotation with bar in back (HKRTB) Eseguito bilateralmente	È stata riscontrata correlazione tra una storia di infortuni al gomito e spalla e flessibilità rotatoria in avanti del tronco (HKRTB, SRT) solo effettuando un'analisi di regressione. I risultati indicano che il gruppo con minore flessibilità del tronco ($\leq 42.5^\circ$) aveva 2.75 volte l'incidenza di infortuni rispetto al gruppo con maggior flessibilità ($\geq 47.7^\circ$). Comparati con il rom considerato normale ($41.56^\circ - 47.36^\circ$) entrambi i gruppi avevano un rischio maggiore rispettivamente di 8.7 e 7.3 volte. Non sono invece state trovate correlazione tra la rotazione del tronco utilizzando i tre test elencati e una storia di dolore di infortuni alla spalla o gomito.	0.672 – 0.868
	Half Kneeling rotation with bar in front (HKRTF) Eseguito bilateralmente		0.811 – 0.856
	Seated Rotation Test (SRT)		0.798 – 0.727
Laudner k et al ⁽²³⁾	Rotazione Esterna Anca	I risultati dello studio concludono che giocatori di baseball che hanno una ridotta rotazione esterna ed interna dell'anca dominante di riportano una torque maggiore in extra rotazione della spalla dominante durante il gesto del lancio. Inoltre un ROM ridotto in rotazione esterna dell'arto inferiore non dominante era associato con un ROM aumentato in abduzione orizzontale della spalla dell'arto che effettua il lancio.	0.92
	Rotazione Interna Anca		0.95

3.4 CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI STUDI SUL TRATTAMENTO

Le caratteristiche degli studi sono illustrate in *Tabella 2*

Tutti gli studi inclusi nella revisione degli interventi terapeutici proposti per la core stability riportavano un trattamento indirizzato verso la muscolatura del tratto lombopelvico in riferimento a funzioni della spalla.

I soggetti scelti come campione nei vari articoli sono stati selezionati sulla base di criteri di inclusione/esclusione. I campioni studiati comprendevano tutti tra i 20 e i 60 atleti. Il numero totale di soggetti partecipanti agli studi è stato di 230. Il range di età dei soggetti facenti parte dei campioni variava tra i 12 e 59 anni. In cinque dei sette studi inclusi venivano presi in esame atleti che non avevano ancora raggiunto la maggiore età⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾⁽⁴⁵⁾⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾. In tali studi l'età campionaria variava tra i 12 e 18 anni, con un'età media di $15,1 \pm 2.3$ anni. Due studi esaminavano un campione con età media maggiore di 18 anni⁽⁵¹⁾⁽²⁵⁾. Età media 47 ± 12 anni.

In tutti gli studi inclusi la popolazione presa in esame era quella sportiva. In due articoli veniva studiato il ruolo della core stability nel migliorare la performance sportiva nel nuoto⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾; in tre veniva osservato l'effetto del core strengthening sul gesto dello swing nel golf⁽⁵¹⁾⁽³⁹⁾⁽²⁵⁾. Uno studio prendeva in esame la velocità del servizio nel baseball⁽⁴⁵⁾ e sempre un solo studio analizzava il ruolo della core stability nella velocità di lancio nelle giocatrici di pallamano⁽³⁸⁾.

Tutti gli studi hanno valutato i risultati sulla performance sportiva. Gli studi sul nuoto hanno entrambi misurato la velocità nei 50 metri freestyle⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾ e uno anche la frequenza, la lunghezza e l'indice di bracciata⁽³⁵⁾. Cinque studi hanno valutato la massima velocità di lancio: misurata come club-head velocity nel golf⁽⁵¹⁾⁽²⁵⁾⁽³⁹⁾, velocità di lancio massimale nella pallamano⁽³⁸⁾, velocità della mazza, delle mani nonché la velocità angolare di anche e spalle nel baseball⁽⁴⁵⁾. Due studi sul golf hanno misurato il side spin e back spin⁽⁵¹⁾⁽²⁵⁾ e uno solo la velocità della pallina, l'angolo di lancio, la distanza di carry, la distanza di roll e la distanza totale⁽²⁵⁾.

Tre studi hanno valutato l'endurance utilizzando il prone bridge test⁽⁵²⁾, il core muscle strength test⁽³⁵⁾ e l'isometric flexion endurance test⁽⁵¹⁾.

La forza resistita del tronco è stata utilizzata come misura di outcome da tre studi⁽²⁵⁾⁽⁴⁵⁾⁽⁵²⁾. Uno ha valutato l'attività EMG durante un singolo straight-arm-pull down e l'estensione resistita del tronco⁽⁵²⁾. Uno studio ha valutato il medicine ball hitters throw, parallel squat e bench press⁽⁴⁵⁾ e sempre un unico studio ha valutato anche la forza in rotazione delle spalle e la forza isometrica in abduzione e adduzione delle anche⁽²⁵⁾.

Un unico elaborato si è occupato di valutare il ROM delle spalle, in rotazione di anche e tronco; nonché la stabilità statica della core stability utilizzando il single leg balance test, sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi⁽²⁵⁾.

Tutti gli studi hanno rilevato le misurazioni relative agli outcome scelti prima ed immediatamente dopo il trattamento. Il quale poteva durare 6 settimane⁽³⁵⁾⁽³⁸⁾, 8 settimane⁽⁵¹⁾⁽²⁵⁾, 9 settimane⁽³⁹⁾ o 12 settimane⁽⁵²⁾⁽⁴⁵⁾. Non sono stati eseguiti follow-up successivi al trattamento.

Tutti gli studi indagano l'efficacia di un particolare programma di esercizi per la core stability e la sua capacità di migliorare la performance atletico sportiva. Vengono proposti programmi con esercizi in catena cinetica aperta⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾⁽²⁵⁾⁽⁴⁵⁾⁽⁵¹⁾ e catena cinetica chiusa⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾. I gruppi di controllo erano invitati a proseguire le normali attività⁽⁵¹⁾⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾⁽³⁸⁾ o effettuavano un programma di rinforzo alternativo⁽⁴⁵⁾⁽³⁹⁾. In uno studio non era incluso gruppo di controllo⁽²⁵⁾.

Tabella II - Sintesi degli studi inclusi nella revisione

N	Autori e anno pubblicazione	Tipo di studio	Obiettivo	Partecipanti	Misure di Outcome	Frequenza del trattamento e Follow up	Tipo di Trattamento
1	Weston, M. 2015 ⁽⁵²⁾	Quasi sperimentale	Quantificare l'effetto di 12 settimane di training della core stability nella nuotata 50m a stile libero e altre misure funzionali nel nuoto.	20 nuotatori (10m/10f), divisi in due gruppi. Gruppo di controllo= 10 Gruppo Sperimentale=10 Età media: 15,7 ± 1,4 aa	Performance: 50-m swim freestyle time (s) Forza: prone-bridge test (s), straight-arm pull-down (kg), rotazione resistita del tronco, estensione resistita del tronco.	3 volte a settimana. Follow up: - Baseline -12° settimana (fine trattamento)	Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato. Gruppo sperimentale: Sono stati utilizzati (1)Prone bridge, (2)side bridge, (3)bird dog , (4)straight-leg raise, (5)overhead Squat e (6)medicine-ball sit twist. Ogni esercizio andava ripetuto 2 volte per 60s con 60s di pausa tra i sets. Aumento del tempo/ripetizioni nel corso delle settimane.
2	Patil D., 2014 ⁽³⁵⁾	Randomized Control Trial	Verificare il ruolo aggiuntivo di un training della core stability sulla performance di giovani nuotatori agonisti.	60 nuotatori (38m/22f), divisi in due gruppi. Gruppo di controllo= 30 Gruppo sperimentale=30 Età media: 14,05 ± 1,9 aa	Performance: 50 m Freestyle Sprint time, Stroke Rate, Stroke Length, Velocity, Stroke Index	3 volte alla settimana. Follow up: - Baseline -2°settimana -4°settimana -6°settimana (fine trattamento)	Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato. Gruppo sperimentale: (1)Prone plank, (2)side plank, (3)bridging, (4)bird dog, (5)dying bug, (6)leg drop. Gli esercizi sono stati aumentati di difficoltà ogni due settimane. Aggiungendo componenti o aumentando i compiti di stabilità

3	Weston, M. 2013 ⁽⁵¹⁾	Randomized Control Trial	Quantificare l'effetto di 8 settimane di allenamento della core stability in vari parametri del lancio nel golf.	36 golfisti maschi, divisi in due gruppi. Gruppo di controllo= 18 Gruppo sperimentale=18 Età media: 47 ± 12 aa	Performance: Club-head speed, Backspin, Sidespin Forza: isometric flexion endurance test	3 volte a settimana Follow up: - Baseline -8°settimana (fine trattamento)	Gruppo controllo: Continuazioni delle normali attività, compresi gli allenamenti di golf Gruppo sperimentale: Continuazione normali attività e allenamenti di golf + (1)Double-leg squat, (2)bent-leg curl-up, (3)superman, (4)supine-bridge, (5)prone-bridge, (6)quadruped, (7)lunge e (8)side-bridge. Gli esercizi andavano eseguiti lentamente con una tenuta di 10s (aumentata a15 dopo 4 settimane).
4	Saeterbakken, A. H. 2011 ⁽³⁸⁾	Quasi sperimentale	Quantificare l'impatto di un allenamento della core stability in CCC con uso di cinghie sulla massima velocità di lancio in giocatrici di pallamano.	24 giocatrici di pallamano, divise in due gruppi. Gruppo di controllo=10 Gruppo sperimentale=14 Età media: 16,6 ± 0,3	Performance: maximal throwing velocity	3-4 volte a settimana. Follow up: - Baseline -6°settimana (fine trattamento)	Gruppo di controllo: Regolare allenamento di pallamano Gruppo sperimentale: Regolare allenamento di pallamano + 15 min. di riscaldamento e 6 esercizi in CCC: (1)spine abduction exercises, (2)side-lying Plank with foot and arm abduction, (3)Dynamic crunch, (4) superman, (5)One-leg squat, (6)push-ups. Venivano eseguiti 4 set da 4-6 ripetizioni massimali per ogni esercizio, 1-2 min. di riposo tra un set e il successivo. Ogni esercizi veniva progredito di difficoltà dopo i primi 4 e 8 training se eseguito correttamente.
5	Lephart, S M 2007 ⁽²⁵⁾	Quasi sperimentale	Determinare l'effetto di 8 settimane di esercizi specifici per il	15 giocatori esperti di golf uniti in un unico gruppo di trattamento.	Performance: Club-head velocity , back spin, velocità della pallina,	3-4 volte a settimana Follow up: - Baseline	Gruppo sperimentale: Esercizi in allungamento: (1) Supine hip flexion (2) Prone torso flexion (3)Kneeling lunge (4)Seated hip rotation (5)Seated torso rotation (6) Standing lateral bending.

			golf sulle caratteristiche fisiche, meccanismo di lancio e performance in giocatori di golf ricreazionali.	Età media: 47.2 ± 11.4	<p>angolo di lancio, distanza di lancio, distanza di rotolamento e distanza totale.</p> <p>Forza: Rotazione resistita del tronco, rotazione delle spalle, forza isometrica in abduzione e adduzione delle anche.</p> <p>ROM: In rotazione delle spalle, anche, rotazione del tronco.</p> <p>Stabilità: Single leg balance test</p>	-8°settimana (fine trattamento)	<p>Esercizi di rinforzo: (1)Hip Abduction (2)Hip Adduction (3)Scapular retraction (4)Resisted back/down/through swings. (5)Crunches</p> <p>Esercizi di equilibrio: (1)Static front squat (2)Single leg stance</p>
6	Szymanski, D. J. 2007 ⁽⁴⁵⁾	Randomized Control Trial	Determinare se l'aggiunta di un programma di rinforzo della rotazione del tronco determinasse	55 giocatori di baseball, divisi in due gruppi. Gruppo di controllo=24 Gruppo sperimentale=25	<p>Performance: Linear Bat-End e Hand Velocities, Angular Hip e Shoulder Velocities</p> <p>Forza:</p>	3 volte a settimana. Follow up: - Baseline -12° settimana	<p>Gruppo di controllo: Due volte a settimana: Parallel Squats e Stiff-leg deadlift. Tre volte a settimana: Barbell bench press, DB row, Barbell shoulder press, Lying triceps extension, Barbell biceps curl, Bat swings.</p> <p>Gruppo sperimentale:</p>

			miglioramenti nella velocità in vari parametri di importanza nel baseball	Età media: 15,4 ± 1.9	rotazione del tronco, medicine Ball hitter's throw, parallel squat, bench press	(fine trattamento)	Stesso programma del gruppo di controllo + Due volte a settimana: (1)Hitter's throw, (2)Standing figure 8, (3)Speed rotations. Una volta a settimana: (1)Standing side throw, (2)Granny throw, (3)Standing backwards throw, (4)Squat and throw. I carichi di allenamento venivano aumentati ogni 4 settimane.
7	Stephen Seiler 2006 ⁽³⁹⁾	Quasi sperimentale	Determinare l'impatto di un allenamento della core stability con l'uso di cinghie sulla massima club-head velocity in giovani giocatori agonisti di golf.	20 giocatori di golf., divisi in due gruppi. Gruppo di controllo= 10 Gruppo sperimentale=10 Età media: 15 ± 2 aa	Performance: Maximal club head velocity	2 volte a settimana. Follow up: -Baseline -9°settimana (fine trattamento)	Gruppo di controllo: Venivano eseguito un programma di allenamento tradizionale designato dall'allenatore Bench Press: 3 sets x 12 rep Squats: 3 x 10 reps (20kg) Biceps curls: 2 x 10 reps Dips with bodyweight: 3 x 6 reps Back extensions: 3 x 12 reps One arm row: 2 x 10 reps Sit-ups: 3 x 30 reps Seated medicine ball rotations (side to side): 3 x 10 reps Gruppo sperimentale: 8 esercizi in catena cinetica chiusa con l'utilizzo di corde. (1) Side lying plank – (2) Dynamic Plank – (3) Superman (4) Bridge (5) Balance exercises (6) Push ups. Venivano effettuati 2 set da 5 ripetizioni progredendo fino a 10 nel corso delle settimane. Durante il periodo di allenamento gli esercizi venivano progrediti aumentandone la difficoltà.

3.4.1 Tipologia di esercizi utilizzati

Diverse tipologie di esercizi sono state proposte nei diversi studi per il trattamento della core stability. I vari esercizi variano per numero di ripetizioni, tempi di tenuta e modalità di esecuzione ed hanno come obiettivo un aumento della resistenza, forza, stabilità o flessibilità del tratto lombo-pelvico.

- **Resistenza**

Gli esercizi del side bridge e prone bridge sono stati i più utilizzati dagli autori. Entrambi richiedono il mantenimento della posizione statica assunta per un tempo di tenuta che, a seconda dello studio considerato, può variare dai 10 ai 30 secondi a inizio trattamento e dai 15 ai 120 secondi a fine trattamento⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾⁽⁵¹⁾.

- **Controllo e la stabilità lombo-pelvica**

Comprendono gli esercizi in accovacciamento e gli affondi. Possono essere utilizzati richiedendo il mantenimento della posizione finale raggiunta⁽²⁵⁾⁽⁵¹⁾ o un numero di ripetizioni massimali predeterminato. In alcuni studi vengono aggiunti l'uso di palla medica o la tenuta delle braccia elevate sopra la testa durante lo svolgimento dell'esercizio con l'obiettivo di richiedere una maggior lavoro di controllo a livello addominale⁽⁵²⁾. Lo squat è stato anche utilizzato nella variante in monopodalica⁽³⁹⁾.

- **Forza della core stability:**

Comprende il più vasto numero di esercizi utilizzati negli studi analizzati. Vengono eseguiti sia in catena cinetica aperta(CCA)⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾⁽⁵¹⁾⁽²⁵⁾⁽⁴⁵⁾ che in catena cinetica chiusa (CCC)⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾.

Gli esercizi in CCA vengono svolti in due o tre set con il numero di ripetizioni che può variare dalle 10 alle 30. I più utilizzati sono stati il "Bird dog"⁽¹⁰⁾⁽⁵²⁾⁽⁵¹⁾ e il "supine bridge"⁽⁵¹⁾⁽³⁵⁾ per il rinforzo muscolatura glutea. Solo tre studi hanno considerato esercizi per il rinforzo dei flessori addominali (leg raise⁽⁵²⁾, sit twist⁽⁵²⁾, leg drop⁽⁵²⁾, bent leg curl up⁽⁵¹⁾) o degli erettori spinali (Shoulder press⁽⁵²⁾, dying bug⁽⁵²⁾, superman⁽³⁹⁾). Un rinforzo sport specifico per rotazione del tronco è stato pensato solo per lo swing del golf⁽²⁵⁾ utilizzando un elastico come resistenza (Resisted back-swings, down-swings, through-swings) o una palla medica⁽⁴⁵⁾ (Hitter's throw, Standing figure 8, Speed Rotation, Standing side throw)

Gli esercizi in CCC⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾ si dividono in esercizi di rinforzo della parete addominale (Spine abduction exercise, Side lying plank with foot and arm abduction, dynamic crunch), della catena cinetica posteriore (superman) o della zona toracica (push ups).

- **ROM**

Solo uno studio su giocatori di golf professionisti utilizza esercizi per aumentare la flessibilità del core sui diversi piani di movimento⁽²⁵⁾. Ogni posizione viene mantenuta per 30s, gli esercizi proposti sono: il supine hip flexion, seated hip rotation e torso rotation per un allungamento della catena cinetica posteriore; il prone torso flexion e il kneeling lunghe per un allungamento della catena cinetica anteriore.

3.5 RISULTATI TRATTAMENTO

Gli studi inclusi si occupano di verificare l'efficacia di varie tipologie di intervento fisioterapico incentrate sull'allenamento della core stability e aventi come obiettivo un miglioramento della performance sportiva. Ognuno di questi valuta gli effetti dei vari interventi prendendo in esame alcune misure di outcome, scelte in base a quelle che sono le richieste atletiche dei soggetti all'interno delle proprie attività sportive. Le più considerate sono la velocità del lancio (della nuotata per il nuoto), la resistenza e la forza della core stability.

- **Performance**

Tutti i sette studi analizzati hanno indagato l'efficacia di un particolare programma di esercizi per la core stability e la sua capacità di migliorare la performance atletico sportiva. Di questi, due analizzano il miglioramento in un campione di nuotatori⁽⁵²⁾⁽³⁵⁾, tre misurano in giocatori di golf di varie categorie⁽²⁵⁾⁽⁵¹⁾⁽³⁹⁾, una in un gruppo di giocatrici di pallamano⁽³⁸⁾ e uno nel baseball⁽⁴⁵⁾.

Partendo dagli studi che valutavano interventi sul nuoto, si nota come entrambi gli autori siano d'accordo sull'evidenziare gli effetti positivi del trattamento sulla velocità della nuotata nei 50m stile libero. Weston M. et al.⁽⁵²⁾ propone un trattamento di 12 settimane composto da esercizi di resistenza, forza e stabilità statica ingaggiando principalmente la muscolatura del tratto lombo-pelvico. Il trattamento di 6 settimane proposto da Patil et al.⁽³⁵⁾ si presenta simile consistendo in una serie di esercizi di durata globale tra i 30 e i 60 minuti, che come Weston M. et al. vanno a allenare diversi aspetti della core stability tra cui principalmente resistenza e forza.

Lo studio di Patil et al. ha indagato anche la stroke rate, la stroke length e la velocità di nuotata come indicatori di aumento della performance⁽¹⁵⁾. Non sono state trovate differenze per la stroke rate e la stroke length, mentre, pur non essendoci una differenza significativa confrontata col gruppo di controllo, il gruppo sperimentale aveva migliorato significativamente lo stroke index e la velocità di nuotata (SI= Velocità di nuotata x Stroke Length)

Tre articoli sul golf hanno studiato un allenamento della core stability in relazione alla club head velocity. In generale gli autori sembrano concordare sull'effetto positivo di un allenamento del tratto lombo-pelvico. Weston M et al.⁽⁵¹⁾ ha studiato l'effetto isolato di un programma di training della core stability di 8 settimane che comprendeva esercizi scelti deliberatamente dissimili dal gesto dello swing pur attivando gli stessi gruppi muscolari. Il programma di training si è rivelato avere piccoli benefici sia sulla velocità di battuta durante lo swing che sul back-spine e side-spine.

Seiler S. et al.⁽³⁹⁾ ha confrontato l'effetto di un programma di training della core stability in catena cinetica chiusa, sfruttando l'uso di corde, con un programma di rinforzo classico proposto dall'allenatore. Sia il gruppo controllo che il gruppo trattamento hanno migliorato la velocità di battuta in modo significativo a fine trattamento. Viene evidenziato come il miglioramento osservato nel gruppo di trattamento sia stato inoltre significativamente migliore rispetto al controllo.

Dissimile dai due precedenti lo studio di Lephart et al.⁽²⁵⁾ ha trattato più aspetti della core stability eseguendo un trattamento più vasto e impegnativo. L'autore ha riportato

miglioramenti significativi della velocità di battuta nello swing nonché nelle misurazioni della velocità della pallina, distanza totale di lancio e carry distance. Non ci sono state modifiche significative nell'angolo di lancio, backspin e roll distance.

Per la pallamano solo Saeterbakken A.H.⁽³⁸⁾ ha quantificato l'impatto di un trattamento della core stability sulla velocità di lancio. Il programma di trattamento sperimentale comprendeva 15 minuti di warm-up e sei esercizi specifici per la core stability in catena cinetica chiusa. Il gruppo di controllo ha continuato a svolgere la normale scheda di allenamento.

Dopo il periodo delle 6 settimane il gruppo di trattamento ha dimostrato un significativo miglioramento della velocità di lancio mentre non si sono osservate differenze nel gruppo controllo.

David Szymanski et al.⁽⁴⁵⁾ ha studiato l'effetto di un trattamento specifico per il baseball incentrato sul rinforzo dei movimenti rotatori che tipicamente compie il soggetto durante questo sport. Nel suo studio entrambi i gruppi, controllo e trattamento, hanno continuato ad effettuare un allenamento standard di resistenza 3 volte a settimana per 12 settimane. Il programma includeva anche esercizi per la core stability (parallel squat, barbell bench).

Oltre al programma comune il gruppo di trattamento effettuava 3 volte a settimana esercizi per rinforzare il tratto lombo-pelvico con uso di palla medica. Gli esercizi erano divisi in due tipologie: due volte a settimana venivano effettuati esercizi specifici per la forza rotatoria del tronco mentre una volta a settimana esercizi globali.

A conclusione del periodo di allenamento è stato riscontrato un miglioramento significativo della velocità di battuta e nella velocità angolare di anca e spalla nel gruppo di trattamento.

Autori	Tipo di Trattamento	Misure di Outcome	Risultati	% change
Weston, M. ⁽⁵²⁾	<p>[A]Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato.</p> <p>[B]Gruppo sperimentale: Sono stati utilizzati (1)Prone bridge, (2)side bridge, (3)bird dog , (4)straight-leg raise, (5)overhead Squat e (6)medicine-ball sit twist. Ogni esercizio andava ripetuto 2 volte per 60s con 60s di pausa tra i sets. Aumento del tempo/ripetizioni nel corso delle settimane.</p>	50-m swim freestyle time(s)	Lo studio ha riscontrato un miglioramento statisticamente significativo del tempo di nuotata nei 50m stile libero nel gruppo di trattamento rispetto al gruppo di controllo.	0.7% A 2.7% B Differenz e tra i gruppi -2.0(-3.8 to -0.1)

Patil D., 2014 ⁽³⁵⁾	[A]Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato.	50 m Freestyle	I risultati sono stati raccolti dopo 2 settimane dalla fine del programma di allenamento. Il trattamento ha portato a un miglioramento significativo del tempo di nuotata dei 50m freestyle, della velocità di nuotata e dello stroke index.	1.2% A
	[B]Gruppo sperimentale: (1)Prone plank, (2)side plank, (3)bridging, (4)bird dog, (5)dying bug, (6)leg drop. Gli esercizi sono stati aumentati di difficoltà ogni due settimane aggiungendo componenti o aumentando i compiti di stabilità	Stroke Rate		1.24 A
		Stroke Length,		1.55 B
		Swim Velocity		2.22% A
		Stroke Index		4.37% B
			Nessun cambiamento significativo è stato invece osservato nella frequenza e lunghezza delle bracciate.	1.40% A
				2.85%* B
				4.63% A
				7%* B
Weston, M. 2013 ⁽⁵¹⁾	[A]Gruppo controllo: Continuazioni delle normali attività, compresi gli allenamenti di golf	Club-head speed	Leggero beneficio del trattamento sul club-head speed , e risultati che rimangono incerti sull'effetto del trattamento nel back-spin e side-spin	-1.5% A
	[B]Gruppo sperimentale: Continuazione normali attività e allenamenti di golf + (1) Double-leg squat, (2) bent-leg curl-up, (3)superman, (4)supine-bridge, (5)prone-bridge, (6) quadruped, (7)lunge e (8)side-bridge. Gli esercizi andavano eseguiti lentamente con una tenuta di 10s (aumentata a15 dopo 4 settimane).	Back-spine		4.4% A
		Side-spin		9.9% B
				1.5% A
				-4.8% B
Saeterbakken, A. H. ⁽³⁸⁾	[A]Gruppo di controllo: Regolare allenamento di pallamano	maximal throwing velocity	Si è riscontrato un miglioramento statisticamente significativo della velocità di lancio nel gruppo di trattamento mentre i risultati per il gruppo di controllo sono rimasti	/ A
	[B]Gruppo sperimentale: Regolare allenamento di pallamano + 15 min. di riscaldamento e 6 esercizi in CCC: (1)spine abduction exercises, (2)Side-lying Plank with foot and arm			4,9% * B

	<p>abduction, (3)Dynamic crunch, (4)Superman, (5)One-leg squat, (6) Push-ups.</p> <p>Venivano eseguiti 4 set da 4-6 ripetizioni massimali per ogni esercizio, 1-2 min. di riposo tra un set e il successivo. Ogni esercizi veniva progredito di difficoltà dopo i primi 4 e 8 training se eseguito correttamente.</p>		<p>statisticamente invariati</p>	
Lephart, S M ⁽²⁵⁾	<p>Gruppo sperimentale: Esercizi in allungamento: (1) Supine hip flexion, (2) Prone torso flexion, (3)Kneeling lunge (4)Seated hip rotation, (5)Seated torso rotation, (6) Standing lateral bending.</p> <p>Esercizi di rinforzo: (1)Hip Abduction, (2)Hip Adduction, (3)Scapular retraction, (4)Resisted back/down/through swings, (5)Crunches</p> <p>Esercizi di equilibrio: (1)Static front squat, (2)Single leg stance</p>	Club-head velocity	<p>Sono stati osservati miglioramenti statisticamente significativi della velocità della mazza, velocità della pallina, distanza di lancio, e distanza totale. Non sono invece state riscontrate differenze all'interno del gruppo per le altre variabili collegate alla performance atletica</p>	5.2%*
		Angolo di lancio		2.2%
		back-spin		5.7%
		ball velocity		5.0%*
		Distanza di lancio		7.7%*
		Distanza di rotolamento		-7.5%
		distanza totale		6.8%*
Szymanski, D. J. ⁽⁴⁵⁾	<p>Gruppo di controllo: -Due volte a settimana: Parallel Squats e Stiff- leg deadlift. -Tre volte a settimana: Barbell bench press, DB row, Barbell shoulder press, Lying triceps extension, Barbell biceps curl, Bat swings.</p> <p>Gruppo sperimentale: Stesso programma del gruppo di controllo + -Due volte a settimana: (1)Hitter's throw, (2)Standing figure 8, (3)Speed rotations.</p>	Linear Bat-End velocity	<p>Lo studio ha rilevato un miglioramento significativo della velocità della mazza e della mano per entrambi i gruppi. Il gruppo di trattamento sperimentale ha inoltre raggiunto un risultato statisticamente migliore nella velocità della mazza rispetto al controllo e ha ottenuto miglioramenti</p>	3.6%* A
		Hand Velocities		2.6%* A
		Angular Hip velocity		3.6%* B
				/ A
				6.8%* B

	<p>-Una volta a settimana: (1)Standing side throw, (2)Granny throw, (3)Standing backwards throw, (4)Squat and throw.</p> <p>I carichi di allenamento venivano aumentati ogni 4 settimane.</p>	Shoulder Velocities	significativi anche nella velocità di rotazione di anca e spalla.	/ A 8.8%* B
Stephen Seiler ⁽³⁹⁾	<p>[A]Gruppo di controllo: Venivano eseguito un programma di allenamento tradizionale designato dall'allenatore</p> <p>Bench Press: 3 sets x 12 rep Squats: 3 x 10 reps (20kg) Biceps curls: 2 x 10 reps Dips with bodyweight: 3 x 6 reps Back extensions: 3 x 12 reps One arm row: 2 x 10 reps Sit-ups: 3 x 30 reps Seated medicine ball rotations (side to side): 3 x 10 reps</p> <p>[B]Gruppo sperimentale: Esercizi in catena cinetica chiusa con l'utilizzo di corde. (1)Side lying plank, (2) Dynamic Plank, (3) Superman (4) Bridge, (5) Balance exercises, (6)Push ups</p> <p>Venivano effettuati 2 set da 5 ripetizioni progredendo fino a 10 nel corso delle settimane. Durante il periodo di allenamento gli esercizi venivano progrediti aumentandone la difficoltà.</p>	Maximal club head velocity	Lo studio ha rilevato un miglioramento statisticamente significativo della performance nella maximal club head velocity in entrambi i gruppi. Il miglioramento osservato nel gruppo di trattamento sperimentale era statisticamente migliore rispetto al controllo ($p < 0.01$)	1.2%* A 3.7%* B

* Riportati all'interno dello studio differenze significative tra il pre- e il post-trattamento. $p < 0.05$

- **Resistenza**

In generale sembra che il trattamento messo in atto vada a influenzare questo parametro anche se in modo lieve. Nell'articolo di Weston M. et al.⁽⁵²⁾ è stato misurato l'effetto del programma di trattamento sul prone bridge test. È risultato che il gruppo ha avuto lievi benefici in comparazione con il controllo. Patil et al.⁽³⁵⁾ ha utilizzato il

core muscle strength test riscontrando differenze significative a fine trattamento a confronto del gruppo di controllo, mentre Weston M et al⁽⁵¹⁾ nel suo studio ha trovato piccoli benefici dell'intervento riabilitativo sulla resistenza della core stability misurata con l'isometric flexion endurance test⁽⁵¹⁾.

Autori	Tipo di Trattamento	Misure di Outcome	Risultati	% change
Weston, M. ⁽⁵²⁾	<p>[A]Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato.</p> <p>[B]Gruppo sperimentale: (1)Prone bridge, (2)side bridge, (3)bird dog, (4)straight-leg raise, (5)overhead squat e (6)medicine-ball sit twist.</p> <p>Ogni esercizio andava ripetuto 2 volte per 60s con 60s di pausa tra i sets. Aumento del tempo/ripetizioni nel corso delle settimane.</p>	Prone Bridge test	I risultati indicano un miglioramento, seppur di lieve entità, nel gruppo di trattamento rispetto al controllo.	<p>4.7% A</p> <p>14.1% B</p> <p>Differenz e tra i gruppi 9.0(2.8 to 16.4)</p>
Patil D., 2014 ⁽³⁵⁾	<p>[A]Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato.</p> <p>[B]Gruppo sperimentale: (1)Prone plank, (2)side plank, (3)bridging, (4)bird dog, (5)dying bug, (6)leg drop.</p> <p>Gli esercizi sono stati aumentati di difficoltà ogni due settimane. Aggiungendo componenti o aumentando i compiti di stabilità</p>	Core muscle strength test	I risultati sono stati raccolti dopo 2 settimane dalla fine del programma di allenamento. È stata riscontrata una differenza significativa tra il gruppo controllo e il gruppo trattamento.	<p>34.95% A</p> <p>73.51%* B</p>

Weston, M. 2013 (51)	<p>[A]Gruppo controllo: Continuazioni delle normali attività, compresi gli allenamenti di golf</p> <p>[B]Gruppo sperimentale: Continuazione normali attività e allenamenti di golf + (1)Double-leg squat, (2)bent-leg curl-up, (3)superman, (4)supine-bridge, (5)prone-bridge, (6)quadruped, (7)lunge e (8)side-bridge.</p> <p>Gli esercizi andavano eseguiti lentamente con una tenuta di 10s (aumentata a15 dopo 4 settimane).</p>	Isometric flexion endurance test	Lo studio ha riscontrato un probabile effetto benefico dell'intervento terapeutico sul rinforzo della resistenza isometrica flessoria del tronco.	-3.1% A 56% B
-------------------------	--	----------------------------------	---	------------------

* Riportati all'interno dello studio differenze significative tra il pre- e il post-trattamento. $p < 0.05$

- **Forza**

L'item più valutato dagli studi è stata la rotazione del tronco, movimento funzionale in tutte le attività di lancio.

Lephart et al.⁽²⁵⁾ ha riscontrato un miglioramento significativo della forza in rotazione sinistra del tronco misurata a 60° di rotazione ($p=0.008$) e della forza in rotazione dx a 60° ($p=0.009$) e 120° di rotazione ($p=0.002$). Nello studio di Szymanski et al.⁽⁴⁵⁾ entrambi i gruppi, controllo e sperimentale, hanno aumentato in modo significativo la forza massimale in rotazione del tronco dopo 12 settimane di trattamento. Il gruppo sperimentale, che aveva svolto un allenamento specifico per la forza in rotazione, ha riscontrato risultati significativamente migliori che il gruppo di controllo ($p<0.05$). Weston, M. et al.⁽⁵²⁾ ha verificato un aumento del picco elettromiografico nell'obliquo esterno a fine trattamento nel gruppo sperimentale, misurato tramite una rotazione massimale del tronco.

Oltre alla forza in rotazione lo studio di Weston M. ha rilevato effetti moderati sulla forza nello straight arm pull down e piccoli effetti su un rinforzo del multifido, misurato tramite rilevazione elettromiografia durante un estensione resistita del tronco⁽⁵²⁾. Szymanski ⁽⁴⁵⁾ ha trovato differenze significative di forza tra i suoi due gruppi per quanto riguarda il medicine ball hitters throw ma non per il parallel squat o bench press dove seppur entrambi i gruppi avevano avuto miglioramenti significativi nel corso delle 12 settimane di training non erano evidenziabili differenze tra il gruppo di controllo e sperimentale.

Un unico studio ha valutato la forza isometrica della anche e in rotazione delle spalle ma questo non presentava un gruppo di controllo con cui comparare i risultati ottenuti. Nello studio vengono riscontrati cambiamenti significativi di forza solo nell'abduzione di anca, non rilevando differenze nella forza rotatoria a livello del cingolo scapolare⁽²⁵⁾.

Autori	Tipo di Trattamento	Misure di Outcome	Risultati	% change
Weston, M. (52)	<p>[A]Gruppo controllo: Continuazione del programma allenamento di nuoto impostato.</p> <p>[B]Gruppo sperimentale: Sono stati utilizzati (1)Prone bridge, (2)side bridge, (3)bird dog , (4)straight-leg raise, (5)overhead Squat e (6)medicine-ball sit twist.</p> <p>Ogni esercizio andava ripetuto 2 volte per 60s con 60s di pausa tra i sets. Aumento del tempo/ripetizioni nel corso delle settimane.</p>	Straight-arm-pull-down	Osservati da piccoli a moderati miglioramenti dell'attività elettromiografica dei principali muscoli del tronco e nello straight arm pull down test relativi al gruppo di trattamento quando paragonato con il controllo.	2.5% A
		EMG Obliquo esterno (Rotazione resistita del tronco)		0.7% A
		EMG Multifido (Est. Resistita tronco)		8.4% B
		EMG Gran dorsale (straight arm pull down)		1.2% A
Lephart, S M (25)	<p>Gruppo sperimentale:</p> <p>Esercizi in allungamento: (1)Supine hip flexion, (2)Prone torso flexion, (3)Kneeling lunge, (4)Seated hip rotation, (5)Seated torso rotation, (6)Standing lateral bending.</p> <p>Esercizi di rinforzo: (1)Hip Abduction, (2)Hip Adduction, (3)Scapular retraction, (4)Resisted back/down/through swings, (5)Crunches</p> <p>Esercizi di equilibrio: (1)Static front squat, (2)Single leg stance</p>	Left torso 60°	Sono stati osservati cambiamenti significativi di forza in rotazione sinistra del tronco misurata a 60° di rotazione (p=0.008) e della forza in rotazione dx a 60°(p=0.009) e 120° di rotazione (p=0.002). Inoltre è risultata statisticamente migliorata la forza in abduzione dell'anca. Non sono state rilevate aumenti della forza adduttorica di anca o rotatoria a livello del cingolo scapolare	8.9%*
		Left torso 120°		5.6%
		Right torso 60°		7.5%*
		Right torso 120		13.3%*
		Left shoulder internal rotation 60		2.8%
		Left shoulder external rotation 180		-4.4%
		Right shoulder internal rotation 60		1.4%

		Right shoulder external rotation 180		2.4%
		Left hip abduction (isometric)		8.6%*
		Left hip adduction (isometric)		8.0%
		Right hip abduction (isometric)		9.9%
		Right hip adduction (isometric)		0.1%
Szymanski, D. J. ⁽⁴⁵⁾	<p>Gruppo di controllo: -Due volte a settimana: Parallel Squats e Stiff- leg deadlift. -Tre volte a settimana: Barbell bench press, DB row, Barbell shoulder press, Lying triceps extension, Barbell biceps curl, Bat swings.</p> <p>Gruppo sperimentale: Stesso programma del gruppo di controllo + -Due volte a settimana: (1)Hitter's throw, (2)Standing figure 8, (3)Speed rotations. -Una volta a settimana: (1)Standing side throw, (2)Granny throw, (3)Standing backwards throw, (4)Squat and throw.</p> <p>I carichi di allenamento venivano aumentati ogni 4 settimane.</p>	Torso rotational strength (lato dominante)	Lo studio ha rilevato miglioramenti significativi della forza in rotazione del tronco, nel medicine ball hitter's throw nel parallel squat e bench press per entrambi i gruppi. Il gruppo di trattamento sperimentale ha riscontrato inoltre miglioramenti significativamente maggiori rispetto al gruppo di controllo nella forza in rotazione del tronco e nel medicine ball hitter's throw. Non ci sono state differenze significative tra i due gruppi per quanto riguarda il parallel squat e bench press.	10.5%* A
				17.1%* B
		Torso rotational strength (lato non dominante)		10.2%* A
				18.3%* B
		Medicine ball hitter's throw		3.0% A
				10.6%* B
Parallel Squat	29.7% A			
	26.7% B			
Bench press	17.2% A			
	16.7% B			

* Riportati all'interno dello studio differenze significative tra il pre- e il post-trattamento. $p < 0.05$

- **ROM**

L'effetto di un trattamento della core stability sul ROM di spalla è stato valutato in un solo studio. Lephart S.M. et al.⁽²⁵⁾ ha riscontrato come il trattamento da lui proposto portasse ad un aumento statisticamente significativo di tutti i valori di ROM misurati. Nello studio manca però un gruppo di controllo con cui confrontare i dati ottenuti.

Autori	Tipo di Trattamento	Misure di Outcome	Risultati	% change
Lephart, S M ⁽²⁵⁾	<p>Gruppo sperimentale:</p> <p>Esercizi in allungamento: (1)Supine hip flexion, (2) prone torso flexion, (3)Kneeling lunge, (4)Seated hip rotation, (5)Seated torso rotation, (6) Standing lateral bending.</p> <p>Esercizi di rinforzo: (1)Hip Abduction, (2)Hip Adduction, (3)Scapular retraction, (4)Resisted back/down/through swings. (5)Crunches</p> <p>Esercizi di equilibrio: (1) Static front squat, (2)Single leg stance</p>	Left shoulder flexion	Sono stati osservati cambiamenti significativi tra prima e dopo il trattamento proposto in tutte le misurazioni prese.	3.7%*
		Left shoulder extension		23.3%*
		Left shoulder abduction		8.3%*
		Right shoulder flexion		4.8%*
		Right shoulder extension		19.9%*
		Right shoulder abduction		9.2%*
		Left hip flexion		7.3%*
		Left hip extension		36.0%*
		Right hip flexion		7.4%*
		Right hip extension		38.4%*
		Left extension		-36.9%*
		Right knee extension		-46.9%*
		Left torso axial rotation		9.6%*
Right torso axial rotation	7.4%*			

* Riportati all'interno dello studio differenze significative tra il pre- e il post-trattamento. $p < 0.05$

- **Stabilità**

Sempre solo lo studio di Lephart S.M.⁽²⁵⁾ ha verificato l'effetto del trattamento sull'equilibrio statico ad occhi aperti e a occhi chiusi. Sono stati riscontrati miglioramenti globali della stabilità posturale in tutte le prove proposte ma solo in alcune è stata raggiunta la significatività statistica.

Autori	Tipo di Trattamento	Misure di Outcome	Risultati	% change
Lephart, S M ⁽²⁵⁾	<p>Gruppo sperimentale:</p> <p>Esercizi in allungamento: (1)Supine hip flexion, (2) prone torso flexion, (3)Kneeling lunge, (4)Seated hip rotation, (5)Seated torso rotation, (6) Standing lateral bending.</p> <p>Esercizi di rinforzo: (1)Hip Abduction, (2)Hip Adduction, (3)Scapular retraction, (4)Resisted back/down/through swings. (5)Crunches</p> <p>Esercizi di equilibrio: (1) Static front squat, (2)Single leg stance</p>	Left eyes open AP	Sono stati osservati miglioramenti significativi dell'equilibrio nell'oscillazione in antero-posteriore dal lato sinistro sia in condizioni di occhi chiusi che di occhi aperti, così come miglioramenti significativi sono stati riscontrati nell'oscillazione medio-laterale sul lato destro in condizioni di occhi aperti. Tutti le altre variabili studiate pur avendo subito variazioni positive non hanno raggiunto la significatività statistica (p=0.06-0.12).	2.7%*
		Left eyes open ML		3.4%
		Left eyes open SI		5.5%
		Left eyes closed AP		7.0%*
		Left eyes closed ML		13.1%
		Left eyes closed SI		17.5%
		Right eyes open AP		2.8%
		Right eyes open ML		3.4%
		Right eyes open SI		4.8%
		Right eyes closed AP		7.8 %
		Right eyes closed ML		12.8%
		Right eyes closed SI		18.6%

* Riportati all'interno dello studio differenze significative tra il pre- e il post-trattamento. p < 0.05

4 DISCUSSIONE

L'obiettivo principale di questa revisione era l'analisi dei test clinici maggiormente presenti in letteratura per la valutazione della core stability. Relativamente al suo ruolo chiave all'interno della catena cinetica per la prevenzione degli infortuni e l'aumento della performance atletico sportiva nella spalla. Secondariamente, lo studio voleva vagliare i programmi di trattamento utilizzati per il ricondizionamento della core stability nella spalla, per valutarne la fondatezza e l'efficacia clinica.

Per quanto riguarda l'affidabilità dei test clinici questa è stata esplorata solo all'interno di tre degli studi trovati in letteratura. Molti degli studi analizzati, pur testando il ruolo del tratto lombo-pelvico nelle funzioni dell'arto superiore, non includevano all'interno una valutazione dell'affidabilità dei test che demandavano invece ad articoli precedenti. Tali articoli non consideravano tipologie di soggetti di interesse per questa revisione e sono stati perciò esclusi dalla stessa.

Non è individuabile in letteratura un metodo standard di misurazione della core stability. La mancanza di metodi condivisi riflette la mancanza di una definizione condivisa e della carenza di un gold standard. Queste sostanziali differenze possono essere in parte spiegate dalla complicatezza che è insita nel concetto di core stability che si fonda su differenti componenti come espresso da Panjabi et al.. Una valutazione parziale di queste componenti comporta un inquadramento incompleto di quello che è il ruolo lombo-pelvico all'interno delle funzioni motorie dell'arto superiore⁽⁴⁹⁾.

Numerosi sono i metodi di valutazione studiati per la core stability. Tra le varie tipologie analizzate negli articoli i più affidabili appaiono essere i test di resistenza. I quattro test proposti seguono il protocollo stabilito da McGill e richiedono al soggetto il mantenimento della posizione statica più a lungo possibile. Lo studio di Keogh, J. W.⁽²⁰⁾ riporta valori di affidabilità (ICC) compresa tra 0.82 e 0.91 per i quattro test: Trunk Flexion test, il Biering- Sorensen test e il Side bridge, eseguito da entrambi i lati. L'alta affidabilità, semplicità di esecuzione nonché la capacità di testare il tratto lombo-pelvico su diversi piani sembra dare a questi test un ruolo chiave nella valutazione.

Per la valutazione della flessibilità del tronco Aragon V. et al.⁽¹⁾ ha confrontato l'utilizzo di due tipologie di test goniometrici: da posizione seduta e da posizione semi-inginocchiata. Quest'ultimi non sono molto utilizzati all'interno delle batterie di test e lo stesso autore consiglia cautela nell'interpretazione dei risultati benché il suo articolo evidenzia valori di affidabilità del test superiore al più utilizzato test di rotazione in posizione seduta. Il test di rotazione in posizione semi-inginocchiata sfrutta l'utilizzo di una barra tenuta dietro o davanti al tronco. Il primo ha ottenuto i valori più bassi di affidabilità (ICC) 0.672, quando l'arto di lancio è ruotato posteriormente, e 0.868 per il medesimo test con l'arto di lancio ruotato anteriormente. Il secondo ha dato valori di affidabilità (ICC) rispettivamente di 0.811 e 0.856 per le due condizioni. I risultati di tali test appaiono dall'articolo superiori a quelli ottenuti dal test di rotazione in posizione seduta (ICC) 0.798 e 0.727. La posizione semi-inginocchiata garantisce un minor movimento a livello pelvico durante l'esame e rende di facile individuazione movimenti compensatori grossolani a livello di anca o lateroflessione del tronco. Pur non potendo

essere paragonato alle misurazioni in rotazione effettuate con sistema di motion capture, la misurazione goniometrica in rotazione del tronco, effettuata in posizione semi-inginocchiata o da seduto, appaiono test clinici affidabili per l'individuazione di deficit di movimento in atleti overhead⁽¹⁾.

Lo studio di Laudner et al.⁽²³⁾ ha confrontato su un gruppo di giocatori di baseball le speculazioni in base alle quali, per la teoria della catena cinetica, un deficit in rotazione d'anca possa andare ad aumentare il rischio di infortuni all'arto superiore. Il ROM d'anca, testato da posizione prona, ha dimostrato un'affidabilità intraoperatore molto alta (ICC \geq 0.92). In discordanza con studi precedenti su popolazioni sane non sportive, in cui l'affidabilità del test era data tra alta e moderata (ICC tra 0.62 e 0.74)⁽⁴⁹⁾

Relativamente al trattamento la letteratura fornisce studi molto eterogenei tra loro non permettendo confronti approfonditi. Dei sette studi analizzati solo tre attuano una randomizzazione del campione, mentre nei restanti il gruppo di controllo non viene randomizzato o per nulla inserito. La popolazione di tali studi include atleti di sesso maschile e femminile che competono a vari livelli negli sport di nuoto, baseball, pallamano e golf.

Sia Weston M. et al.⁽⁵²⁾ che Patil et al.⁽³⁵⁾ indagano un training della core stability su un gruppo di nuotatori adolescenti di sesso misto. I due studi condividono parte del programma di trattamento (side bridge, prone bridge, bird dog), ed entrambi riscontrano una diminuzione del tempo di nuotata nei 50 metri stile libero rispetto al controllo, rispettivamente del 2.7%⁽⁵²⁾ e del 2.8%⁽³⁵⁾.

Differenze sostanziali tra i due programmi sono date dal periodo di allenamento, 12 settimane nello studio di Weston et al.⁽⁵²⁾, solo 6 per Patil et al.⁽³⁵⁾, dal tipo di progressione degli esercizi, aumento dei carichi⁽⁵²⁾ o aggiunta di superficie instabili durante l'esecuzione⁽³⁵⁾ e dall'utilizzo di esercizi funzionali, overhead squat⁽⁵²⁾ contro un solo trattamento della resistenza e forza⁽³⁵⁾.

A inizio trattamento il campione studiato da Weston et al. aveva inoltre tempi di nuotata migliori (29.7 ± 2.1 s) rispetto allo studio di Patil (36.74 ± 6.76 s). Tali dati potrebbero spiegare la differenza di miglioramento osservata tra i due campioni analizzati.

Lo studio di Patil rileva iniziali modifiche significative nella velocità della nuotata a partire dalla quarta settimana di trattamento mentre non vengono forniti dati di follow up prima delle 12 settimane da Weston.

Sembra quindi che quattro settimane di allenamento della core stability siano sufficienti per apportare un primo miglioramento significativo della velocità di nuotata, mentre rimane incerto se un programma più lungo di sei settimane apporti ulteriori benefici.

Entrambi gli autori concordano nel ritenere che per ottenere risultati in grado di andare a modificare la performance atletico-sportiva si dimostri fondamentale un trattamento sport specifico. Un mancato rispetto di questa componente viene considerato un possibile fattore di fallimento del trattamento. Tanto da sottolineare come il programma proposto per il nuotatore potrebbe, per tale principio, non portare a miglioramenti della performance sportiva nel corridore o in altri sport non affini.

La performance sportiva nel lancio del golf anche è stata trovata influenzabile da un allenamento della core stability. Durante lo swing si possono arrivare a raggiungere valori elevati di rotazione a livello del tronco e della spalla, tali livelli di rotazione sembrano essere richiesti ai golfisti per poter avere una miglior cinematica dello swing

e arrivare a dare maggior velocità alla pallina. Molti gruppi muscolari coinvolti nella core stability sono stati trovati essere sollecitati durante lo swing (muscolatura glutea, addominali, erettori spinali) e diversi studi sono arrivati a implementare programmi di allenamento della forza, stabilità, equilibrio per avere un miglioramento nella performance nel golf. Il programma di trattamento proposto da Weston M et al.⁽⁵¹⁾ includeva double-leg squat, bent-leg curl up, superman, supine bridge, prone bridge, quadruped, lunge, e side bridge. Tale metodo di trattamento si è rilevato avere piccoli benefici sulla velocità di battuta durante lo swing.

Diversa è stata la proposta di Seiler S. et al.⁽³⁹⁾ che ha utilizzato un allenamento di 9 settimane in catena cinetica chiusa con inseriti anche esercizi per di stabilità bi- e mono-podalica. Il miglioramento osservato è stato rilevato superiore rispetto al gruppo di controllo che eseguiva un training classico proposto dall'allenatore. Oltre a un allenamento della forza e stabilità Lephart et al.⁽²⁵⁾ ha incluso esercizi di stretching in flessione d'anca, rotazione e lateroflessione del tronco. I 15 giocatori professionisti inclusi nel training di 8 settimane hanno avuto risultati positivi implementando la velocità dello swing del 5.2%. Manca comunque un gruppo di controllo con cui confrontare i risultati.

I tre studi propongono tre differenti tipi di allenamento su popolazioni di golfisti che si differenziano per età e esperienza. La bassa qualità degli studi e l'impossibilità di discriminare gli effetti delle singole componenti sul trattamento, rende difficile inquadrare quale sia stato l'esercizio di maggior importanza all'interno di quelli proposti. La minor efficacia evidenziata nello studio di Weston M, pone l'attenzione su come la scelta di esercizi principalmente di tipo isometrico, andanti a ingaggiare in modo più distribuito la muscolatura della core stability di quanto non avvenga nel gesto del golf, possa avere probabilmente ridotto la capacità di trasferimento del training nel gesto sportivo⁽⁵¹⁾.

Il gesto del lancio rappresenta un elemento decisivo anche nella pallamano e baseball. La velocità della palla, la precisione del lancio e la stabilità dinamica della spalla sono fattori che possono andare a influenzarne l'efficacia.

Saeterbakken, A. H.⁽³⁸⁾ ha quantificato l'impatto di un trattamento di 6 settimane della core stability sulla velocità di lancio in un team di 24 giocatrici di pallamano. Il trattamento comprendeva 15 minuti di warm-up e sei esercizi specifici per la core stability in catena cinetica chiusa, mentre il gruppo di controllo continuava a svolgere il suo normale allenamento.

Dopo il periodo delle 6 settimane il gruppo di trattamento ha dimostrato un significativo miglioramento della velocità di lancio e non si sono osservate differenze nel gruppo controllo. L'autore sostiene come il miglioramento osservato possa essere dovuto a un'aumentata stabilità e forza rotatoria nel tratto lombo-pelvico, seppur nello studio non fosse compresa alcuna misura di outcome che ne valutasse le differenze pre- e post- trattamento.

Simile al gesto di lancio nella pallamano, potenza e forza sono riconosciuti essere componenti importanti per un giocatore di baseball, e necessitano di poter essere trasferite dalla parte bassa alla parte alta del corpo secondo i principi e la teoria della catena cinetica.

Secondo David Szymanski et al.⁽⁴⁵⁾ per poter migliorare la performance nei giocatori di baseball gli allenamenti di resistenza specifici per questo sport dovrebbero andare

a cercare di imitare i movimenti di rotatori di potenza che vengono poi effettuati durante il gioco.

Nel suo studio 49 giovani giocatori di baseball tra i 14 e i 18 anni sono stati divisi in due gruppi. Entrambi hanno continuato ad effettuare un trattamento standard di resistenza 3 volte a settimana per 12 settimane. Il programma includeva esercizi per la core stability: parallel squat, barbell bench press, e esercizi presenti nei programmi standard: Stiff-leg deadlift, Barbell shoulder press, Lying triceps extension, Biceps lying curl.

Oltre al programma comune il gruppo di trattamento effettuava 3 volte a settimana esercizi con palla medica divisi in due tipologie: due volte a settimana esercizi specifici per la forza rotatoria del tronco (Hitter's throw, Standing Figure 8, Speed rotations, Standing side throw) e una volta a settimana esercizi globali (Granny throw, Standing backward throw, Squat and throw).

A conclusione del periodo di allenamento è stato riscontrato un miglioramento significativo della velocità di battuta e nella velocità angolare di anca e spalla. L'autore conclude che la velocità di battuta nei giocatori di baseball possa essere migliorata attraverso un training rotatorio effettuato con l'uso di palla medica.

5 CONCLUSIONI

Il Side Plank, il Biering-Sorensen test e il Trunk flexion endurance test sono test affidabili per la valutazione della core stability nella spalla. L'Half Kneeling rotation with bar in back (HKRTB), l'Half Kneeling rotation with bar in front (HKRTF), il Seated Rotation Test (SRT) e il test in rotazione d'anca effettuato con paziente prono sono misure della flessibilità della core stability affidabili.

All'interno di un programma riabilitativo finalizzato all'aumento di performance della spalla dell'atleta numerose sono le proposte di esercizi di core-shoulder stability.

Sembra di fondamentale importanza l'utilizzo di esercizi sport specifici, andando a riproporre all'atleta un lavoro il più vicino possibile al gesto che sarà poi tenuto a performare durante le attività atletiche. Non è dalla maggior parte degli autori ritenuto sufficiente un semplice reclutamento e rinforzo dei medesimi gruppi muscolari che saranno poi sollecitati a livello sportivo.

Appendice 1.

Database	Stringa Utilizzata
Medline	(((((shoulder joint[MeSH Terms] OR shoulder pain) OR shoulder)))) AND (((((core stability) OR core strength) OR trunk[MeSH Terms] OR torso) OR lumbopelvic spine) OR hip joint[MeSH Terms] AND ((((((performance) OR exercise*) OR rehabilitation) OR training) OR physical therapy)))
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (shoulder) AND TITLE-ABS-KEY (core) OR TITLE-ABS-KEY (trunk) OR TITLE-ABS-KEY (lumbopelvic spine) AND TITLE-ABS-KEY (stability) OR TITLE-ABS-KEY (strength) OR TITLE-ABS-KEY (performance) OR TITLE-ABS-KEY (neuromuscular control) AND TITLE-ABS-KEY (physical therapy) OR TITLE-ABS-KEY (rehabilitation) OR TITLE-ABS-KEY (training) OR TITLE-ABS-KEY (treatment) OR TITLE-ABS-KEY (exercise))
Cochrane	<p>ID Search</p> <p>#1 shoulder</p> <p>#2 core</p> <p>#3 trunk</p> <p>#4 lumbar spine</p> <p>#5 #2 or #3 or #4</p> <p>#6 stability</p> <p>#7 strength</p> <p>#8 performance</p> <p>#9 neuromuscular control</p> <p>#10 #6 or #7 or #8 or #9</p> <p>#11 physical therapy</p> <p>#12 rehabilitation</p> <p>#13 training</p> <p>#14 treatment</p> <p>#15 #11 or #12 or #13 or #14</p> <p>#16 #1 and #5 and #10 and #15</p>
Literature Grey	Core stability and shoulder

Appendice 2.

Database	Stringa Utilizzata	Note
Medline	(((((shoulder joint[MeSH Terms] OR shoulder pain OR shoulder)))) AND (((core stability) OR core strength) OR trunk[MeSH Terms] OR torso) OR lumbopelvic spine) OR hip joint[MeSH Terms]) AND (((Assessment) OR correlation) OR test*) OR examin*) OR diagnos*) OR relation*)	
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (shoulder) AND TITLE-ABS-KEY (core) OR TITLE-ABS-KEY (trunk) OR TITLE-ABS-KEY (lumbopelvic spine) AND TITLE-ABS-KEY (stability) OR TITLE-ABS-KEY (strength) OR TITLE-ABS-KEY (performance) OR TITLE-ABS-KEY (neuromuscular control) AND TITLE-ABS-KEY (test) OR TITLE-ABS-KEY (diagnosis) OR TITLE-ABS-KEY (sign) OR TITLE-ABS-KEY (examination) OR TITLE-ABS-KEY (assessment))	
Literature Grey	Core stability and shoulder	

Bibliografia

1. Aragon VJ, Oyama S, Oliaro SM, Padua DA, Myers JB. Trunk-rotation flexibility in collegiate softball players with or without a history of shoulder or elbow injury. *J Athl Train.* 2012;47(5):507–13.
2. Ashley M, Jatin P. Core Stability : Implications for Dance Injuries. 2012;(SEPTEMBER).
3. Borsa PA, Laudner KG, Sauers EL. Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete: a theoretical and evidence-based perspective. *Sports Med. New Zealand;* 2008;38(1):17–36.
4. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. Shoulder injuries in overhead athletes. The “dead arm” revisited. *Clin Sports Med. UNITED STATES;* 2000 Jan;19(1):125–58.
5. Chaudhari AMW, McKenzie CS, Pan X, Oñate JA. Lumbopelvic control and days missed due to injury in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2014 Nov;42(11):2734–40.
6. Chow JW, Shim JH, Lim YT. Lower trunk muscle activity during the tennis serve. *J Sci Med Sport. Australia;* 2003 Dec;6(4):512–8.
7. Clarsen B, Bahr R, Heymans MW, Engedahl M, Midtsundstad G, Rosenlund L, et al. The prevalence and impact of overuse injuries in five Norwegian sports: Application of a new surveillance method. *Scand J Med Sci Sport.* 2015;25(3):323–30.
8. Crosbie J, Kilbreath SL, Hollmann L, York S. Scapulohumeral rhythm and associated spinal motion. *Clin Biomech (Bristol, Avon). England;* 2008 Feb;23(2):184–92.
9. Dines JS, Bedi A, Williams PN, Dodson CC, Ellenbecker TS, Altchek DW, et al. Tennis injuries: epidemiology, pathophysiology, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg. United States;* 2015 Mar;23(3):181–9.
10. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther. United States;* 2007 Dec;37(12):754–62.
11. Endo Y, Sakamoto M. Correlation of shoulder and elbow injuries with muscle tightness, core stability, and balance by longitudinal measurements in junior high school baseball players. *J Phys Ther Sci. Japan;* 2014 May;26(5):689–93.
12. Evans K, Refshauge KM, Adams R. Trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. *J Sci Med Sport. Australia;* 2007 Dec;10(6):447–55.
13. Fernandez-Fernandez J, Ellenbecker T, Sanz-Rivas D, Ulbricht A, Ferrautia A. Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *J Sport Sci Med.* 2013/10/24 ed. 2013;12(2):232–9.
14. Harrington S, Meisel C, Tate A. A cross-sectional study examining shoulder pain and disability in Division I female swimmers. *J Sport Rehabil.* 2013/08/16 ed. 2014;23(1):65–75.
15. Hellard P, Dekerle J, Avalos M, Caudal N, Knopp M, Hauswirth C. Kinematic measures and stroke rate variability in elite female 200-m swimmers in the four swimming techniques: Athens 2004 Olympic semi-finalists and French National 2004 Championship semi-finalists. *J Sports Sci. England;* 2008 Jan;26(1):35–46.
16. Hibbs AE, Thompson KG, French D, Wrigley A, Spears I. Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Med.* 2008;38(12):995–1008.
17. Hodges PW, Cresswell AG, Daggfeldt K, Thorstensson A. Three dimensional preparatory trunk motion precedes asymmetrical upper limb movement. *Gait Posture. NETHERLANDS;* 2000 Apr;11(2):92–101.
18. Ireland ML. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury Core Stability and Its Relationship to Lower Extremity Function and. 2005;(October 2015).
19. James LP, Kelly VG, Beckman EM. Injury risk management plan for volleyball athletes. *Sports Med. New Zealand;* 2014 Sep;44(9):1185–95.
20. Keogh JWL, Aickin SE, Oldham ARH. Can common measures of core stability distinguish performance in a shoulder pressing task under stable and unstable conditions? *J strength*

- Cond Res / Natl Strength Cond Assoc. United States; 2010 Feb;24(2):422–9.
21. Kerr ZY, Baugh CM, Hibberd EE, Snook EM, Hayden R, Dompier TP. Epidemiology of National Collegiate Athletic Association men’s and women’s swimming and diving injuries from 2009/2010 to 2013/2014. *Br J Sports Med*. England; 2015 Apr;49(7):465–71.
 22. Kibler W Ben, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189–98.
 23. Laudner K, Wong R, Onuki T, Lynall R, Meister K. The relationship between clinically measured hip rotational motion and shoulder biomechanics during the pitching motion. *J Sci Med Sport*. Australia; 2015 Sep;18(5):581–4.
 24. Laudner KG, Moore SD, Sipes RC, Meister K. Functional hip characteristics of baseball pitchers and position players. *Am J Sports Med*. United States; 2010 Feb;38(2):383–7.
 25. Lephart SM, Smoliga JM, Myers JB, Sell TC, Tsai YS. An eight-week golf-specific exercise program improves physical characteristics, swing mechanics, and golf performance in recreational golfers. *J Strength Cond Res*. 2007/08/10 ed. 2007;21(3):860–9.
 26. Masaki M, Tateuchi H, Tsukagoshi R, Ibuki S, Ichihashi N. Electromyographic analysis of training to selectively strengthen the lumbar multifidus muscle: effects of different lifting directions and weight loading of the extremities during quadruped upper and lower extremity lifts. *J Manip Physiol Ther*. 2014/12/10 ed. 2015;38(2):138–44.
 27. Matsuura T, Suzue N, Iwame T, Arisawa K, Fukuta S, Sairyō K. Epidemiology of shoulder and elbow pain in youth baseball players. *Phys Sportsmed*. England; 2016 May;44(2):97–100.
 28. McHardy A, Pollard H, Luo K. One-year follow-up study on golf injuries in Australian amateur golfers. *Am J Sports Med*. United States; 2007 Aug;35(8):1354–60.
 29. McHardy AJ, Pollard HP. Golf and upper limb injuries: a summary and review of the literature. *Chiropr Osteopat*. 2005;13(May):7.
 30. Mohseni-Bandpei MA, Keshavarz R, Minoonejhad H, Mohsenifar H, Shakeri H. Shoulder pain in Iranian elite athletes: the prevalence and risk factors. *J Manipulative Physiol Ther*. United States; 2012 Sep;35(7):541–8.
 31. Mountjoy M, Junge A, Benjamin S, Boyd K, Diop M, Gerrard D, et al. Competing with injuries: injuries prior to and during the 15th FINA World Championships 2013 (aquatics). *Br J Sports Med*. England; 2015 Jan;49(1):37–43.
 32. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement and performance. *J Strength Cond Res*. 2011;25(1):252–61.
 33. Oliver GD, Weimar WH, Plummer H a. Gluteus Medius and Scapula Muscle Activations in Youth Baseball Pitchers. *J Strength Cond Res [Internet]*. 2014;(April 2016):1.
 34. Oyama S, Yu B, Blackburn JT, Padua DA, Li L, Myers JB. Improper trunk rotation sequence is associated with increased maximal shoulder external rotation angle and shoulder joint force in high school baseball pitchers. *Am J Sports Med [Internet]*. 2014;42(9):2089–94.
 35. Patil D, Salian SC, Yardi S. The Effect of Core Strengthening on Performance of Young Competitive Swimmers. 2014;3(6):2470–7.
 36. Radwan A, Francis J, Green A, Kahl E, Maciurzynski D, Quartulli A, et al. Is there a relation between shoulder dysfunction and core instability? *Int J Sport Phys Ther*. 2014/02/26 ed. 2014;9(1):8–13.
 37. Reeser JC, Joy EA, Porucznik CA, Berg RL, Colliver EB, Willick SE. Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. *PM R*. United States; 2010 Jan;2(1):27–36.
 38. Saeterbakken AH, van den Tillaar R, Seiler S. Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *J Strength Cond Res*. 2010/06/29 ed. 2011;25(3):712–8.
 39. Seiler S, Skaanes PT, Kirkesola G. Effects of Sling Exercise Training on Maximal Clubhead Velocity in Junior Golfers. *Med Sci Sport Exerc [Internet]*. 2006;38(October):286.
 40. Sein ML, Walton J, Linklater J, Appleyard R, Kirkbride B, Kuah D, et al. Q. *Br J Sports Med*. England; 2010 Feb;44(2):105–13.
 41. Seminati E, Minetti AE. Overuse in volleyball training/practice: A review on shoulder and

- spine-related injuries. *Eur J Sport Sci*. England; 2013;13(6):732–43.
42. Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. The kinetic chain in overhand pitching: its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health [Internet]*. 2010;2(2):135–46.
 43. Shanley E, Thigpen C. Throwing injuries in the adolescent athlete. *Int J Sports Phys Ther*. United States; 2013 Oct;8(5):630–40.
 44. Silfies SP, Ebaugh D, Pontillo M, Butowicz CM. Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. *Braz J Phys Ther*. 2015/09/04 ed. 2015;0.
 45. Szymanski DJ, McIntyre JS, Szymanski JM, Bradford TJ, Schade RL, Madsen NH, et al. Effect of torso rotational strength on angular hip, angular shoulder, and linear bat velocities of high school baseball players. *J Strength Cond Res*. 2007/12/14 ed. 2007;21(4):1117–25.
 46. Tarnanen SP, Siekkinen KM, Hakkinen AH, Malkia EA, Kautiainen HJ, Ylinen JJ. Core muscle activation during dynamic upper limb exercises in women. *J strength Cond Res / Natl Strength Cond Assoc*. United States; 2012 Dec;26(12):3217–24.
 47. Tarnanen SP, Ylinen JJ, Siekkinen KM, Malkia EA, Kautiainen HJ, Hakkinen AH. Effect of isometric upper-extremity exercises on the activation of core stabilizing muscles. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2008/02/26 ed. 2008;89(3):513–21.
 48. Tate A, Turner GN, Knab SE, Jorgensen C, Strittmatter A, Michener LA. Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *J Athl Train*. United States; 2012;47(2):149–58.
 49. Waldhelm A, Li L. Endurance tests are the most reliable core stability related measurements. *J Sport Heal Sci*. 2012;1(2):121–8.
 50. Walker H, Gabbe B, Wajswelner H, Blanch P, Bennell K. Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Phys Ther Sport [Internet]*. Elsevier Ltd; 2012;13(4):243–9.
 51. Weston M, Coleman NJ, Spears IR. The effect of isolated core training on selected measures of golf swing performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(12):2292–7.
 52. Weston M, Hibbs AE, Thompson KG, Spears IR. Isolated core training improves sprint performance in national-level junior swimmers. *Int J Sport Physiol Perform*. 2014/07/16 ed. 2015;10(2):204–10.
 53. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Porterfield R, Simpson CD 2nd, Harker P, et al. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. United States; 2011 Feb;39(2):329–35.
 54. Yamauchi T, Hasegawa S, Matsumura A, Nakamura M, Ibuki S, Ichihashi N. The effect of trunk rotation during shoulder exercises on the activity of the scapular muscle and scapular kinematics. *J shoulder Elb Surg / Am Shoulder Elb Surg* . [et al]. United States; 2015 Jun;24(6):955–64.